



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Execução da Duplicação da Ribeira da Falagueira

JOÃO MIGUEL ALVES PALMA SERRANO

(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho de fim de Mestrado, na vertente de estágio para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Civil na Área de Especialização de Hidráulica

Orientador

Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos

Presidente

Doutor Paulo Jorge Henriques Mendes

Vogal

Doutora Maria Helena Teixeira Cardoso Gamboa

Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos

DEZEMBRO DE 2018

Agradecimentos

O meu profundo agradecimento ao meu orientador, Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos, pela disponibilidade e perseverança transmitida.

Agradeço igualmente a todos os amigos e familiares por terem aceite as minhas constantes ausências com amizade e compreensão, e principalmente, por terem permanecido do meu lado acompanhado este longo percurso na conclusão do meu mestrado em Engenharia Civil.

Resumo

Este documento constitui o Trabalho Final de Mestrado, na vertente de estágio do Curso de Engenharia Civil na área de Hidráulica, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa e refere-se ao acompanhamento da obra “Execução da Duplicação da Ribeira da Falagueira”.

O acompanhamento foi autorizado pela SimTejo e foi realizado na empresa Oliveiras S.A., empresa sediada na Batalha, com mais de 35 anos, com larga experiência no setor em variadíssimos tipos de empreitadas, em particular, obras de infraestruturas.

Assim foi uma mais valia fazer o acompanhamento desta obra com uma equipa de trabalho com uma vasta experiência na área. Este documento, descreve as diversas fases da obra, os problemas, as soluções o seu faseamento e o controlo da qualidade.

Este TFM trata do acompanhamento de uma obra de drenagem realizada após a construção do IC7 (circular interior de Lisboa), a qual se deparou com duas tubagens existentes de elevada dimensão (caneiro da Damaia e caneiro de Alcântara). Devido à inconciliabilidade das cotas da rasante da via (CRIL), houve que proceder a alterações, incidindo particularmente no caneiro da Damaia, alterando o seu posicionamento tanto altimétrico como planimétrico, ajustando inclusive a sua dimensão, para que as drenagens existentes ficassem asseguradas. Este projeto tem em conta novas bacias associadas que possam vir a contribuir para o sistema de drenagem durante a vida útil do mesmo.

Palavras-Chave: Troço, Colector, Drenagem

Abstract

This document constitutes the Final Master's Work, in the stage of the Civil Engineering Course in the Hydraulics area, of the Higher Institute of Engineering of Lisbon and refers to the follow-up of the work "Execution of the Doubling of River of Falagueira".

The monitoring was authorized by SimTejo and was carried out in the company Oliveiras S.A., a company based in Batalha, with more than 35 years, with wide experience in the sector in many types of works, in particular, infrastructure works.

So it was an added value to follow up this work with a team with extensive experience in the field. This document describes the various phases of the work, the problems, the solutions, their phasing and quality control.

This TFM deals with the follow-up of a drainage work carried out after the construction of the IC7 (inner circle of Lisbon), which encountered two existing pipes of high dimension (Damaia Channel and Alcântara Channel). Due to the irreconcilability of the road gravel dimensions (CRIL), it was necessary to make changes, focusing particularly on the Damaia Channel, altering its altimetric and planimetric positioning, adjusting even its size, so that the existing drains would be assured. This project takes into account new associated basins that could contribute to the drainage system during its useful life.

Keywords: Section, Collector, Drainage

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Acrónimos	xii
1. Introdução	1
<i>1.1 Histórico</i>	<i>2</i>
2. Projecto a executar	5
<i>2.1 Necessidade da Obra</i>	<i>5</i>
<i>2.2 Drenagem Pluvial</i>	<i>7</i>
<i>2.3 Troços em planta</i>	<i>11</i>
<i>2.4 Faseamento da empreitada</i>	<i>14</i>
2.4.1 Fase 1	14
2.4.2 Fase 2	14
2.4.3 Fase 3	15
2.4.4 Fase 4	18
2.4.5 Fase 5	19
2.4.6 Fase 6	20
2.4.7 Fase 7	20
2.4.8 Fase 8	22
2.4.9 Fase 9	23
2.4.10. Fase 10	23
3. Acompanhamento da empreitada	24
<i>3.1 Processos Construtivos</i>	<i>27</i>
3.1.1 Descrição Geral dos Vários Troços	27
3.1.2 Solução construtiva	35

3.1.3 Execução da Estacaria	40
I. Cota de Fundação	41
II. Furação com Trado Contínuo ou com introdução do Tubo Moldador e Extração do Terreno	41
III. Betonagem.....	42
IV. Colocação das Armaduras	42
V. Ensaio Sónicos.....	42
VI. Limpeza e Demolição da Cabeça da Estaca.....	42
VII. Controlo da execução das estacas	43
3.1.4 Descrição da Escavação Mineira.....	43
3.1.5 Betão Projetado	45
3.1.6 Secção dos Troços.....	46
3.1.7 Controlo de Qualidade	47
3.1.8 Serviços afetados.....	48
4. Arranjos Exteriores.....	51
4.1. <i>Vias de circulação</i>	51
4.2 <i>Solos Tratados com Cimento</i>	54
4.3 <i>Material utilizado nas tubagens de água potável</i>	56
4.4 <i>Disposições construtivas para tubagens de águas residuais e pluviais</i>	56
4.4 <i>Monitorização e Instrumentação</i>	59
I. Alvos fixos retrorrefletores e prismas ópticos.....	59
II. Piezómetros	60
III. Marcas de superfície.....	60
IV. Réguas	61
V. Fissurómetros	61
5. Conclusões	62
6. Referências Bibliográficas	64

ANEXOS	65
Maquinaria.....	66
Material de Entivação	71

Índice de Figuras

Fig. 1 Bacia e sub-bacias da Ribeira da Falagueira.....	2
Fig. 2 Planta dos troços	3
Fig. 3 Terrenos baldios da Venda Nova	4
Fig. 4 Troço três e quatro (ocupando na totalidade a largura da estrada).....	6
Fig. 5 Substituição dos solos na fundação no Troço 6	7
Fig. 6 Ensecadeira.....	8
Fig. 7 Descarregador.....	9
Fig. 8 Canal Secção retangular	10
Fig. 9 Troço 1 (0+612.195-0+656.745) liga às portas de Benfca (escavação acéu aberto).....	11
Fig. 10 Troço 2 (0+480.876-0+612.195) zona industrial (escavação céu aberto).....	11
Fig. 11 Troço 3 (0+246.107-0+480.876) transição da zona industrial (escavação acéu aberto) para bairros seis de maio (método invertido).....	12
Fig. 12 Troço 4 (0+218.873-0+246.107) zona do bairro seis de maio (método invertido)	12
Fig. 13 Troço 5 (0+087.800-0+218.873) transição do bairro seis de maio (método invertido) para zona industrial a céu aberto	13
Fig. 14 Troço 6 (0+000-0+060) zona de terrenos baldios com escavação a céu aberto.	13
Fig. 15 Zona do troço um que liga à obra da CRIL.....	15
Fig. 16a e 16b Máquina de cravar estacas prancha e cortina de estacas prancha, junto ao estaleiro Edifer / Tecnasol.....	16
Fig. 17 Lajes de fundo na rua do estaleiro Edifer / Tecnasol	17
Fig. 18 Remoção da estrutura de entivação na rua do estaleiro Edifer / Tecnasol.....	17
Fig. 19 Troço dois a vala aberta	18
Fig. 20 Troço três – processo invertido	19
Fig. 21 Troço quatro – processo invertido.....	19
Fig. 22 Troço cinco – realizado com entivação pesada a céu aberto.....	20
Fig. 23 Escavação para o acesso ao troço três e quatro realizado por processo invertido	21
Fig. 24 Escavação dentro do troço três e quatro.....	21

Fig. 25 Escavação a céu aberto no troço seis	22
Fig. 26 Trabalhos de execução da laje de fundo no troço seis	22
Fig. 27 Caixa 2	23
Fig. 28 Vias de acesso repostas	23
Fig. 29 Troço realizado a céu aberto	24
Fig. 30 Troços realizado junto aos armazens existentes.....	25
Fig. 31 Tubagem de encaminhamento de esgoto doméstico durante o decurso dos trabalhos	25
Fig. 32 a e 32b Troço 1 e 2 Entivação pesada SHB, para escavação a céu aberto para execução da estrutura com colocação da junta de dilatação nas paredes.....	28
Fig. 33 Troço 5 Escavação mineira	29
Fig. 34 Troço 3 Escavação mineira	29
Fig. 35 Troço 4 – Infraestruturas existentes, já com a execução das estacas	30
Fig. 36 Troço 4 – Infraestruturas existentes protegidas, e com a laje superior já executada.....	31
Fig. 37 Execução da armadura na parede interior do canal (após execução do betão projetado)	31
Fig. 38 Troço 6	32
Fig. 39 Execução das armaduras nas paredes do troço seis.....	33
Fig. 40 Substituição dos solos de fundação.....	33
Fig. 41 Caixa um executadoa no final do troço 6.....	34
Fig. 42 Caixa 2 existente entre troço seis e troço cinco	34
Fig. 43 Fase1 – Execução da estacaria	36
Fig. 44 Fase 2 – Escavação das terras até ao nível da face inferior da laje superior.....	37
Fig. 45 Fase 3 - Saneamento das estacas até à cota da face inferior da laje.....	37
Fig. 46 Fase 4 - Betonagem laje superior	38
Fig. 47 Fase 5 - Aterro sobre a laje de topo e reposição das condições iniciais, incluindo pavimentação.....	38
Fig. 48 Fase 6 - Escavação sob a laje de topo. Execução do de betão projetado ao longo da cortina de estacas.....	39
Fig. 49 Fase 7 – Execução das paredes e laje inferior em betão	40
Fig. 50 Execução do negativo para criar acessos	44
Fig. 51 Desvio provisório das águas residuais domésticas.....	49

Fig. 52 Eletricidade Alta, media e baixa tensão	49
Fig. 53: Telecomunicações	50
Fig. 54 Caixa de Telecomunicações	50
Fig. 55 Sinalização horizontal	51
Fig. 56 Execução dos Passeios e Colocação da Base em Agregado de Granulometria Continua	52
Fig. 57 Camada de Regularização	52
Fig. 58 Camada de Regularização	53
Fig. 59 Cama de Desgaste em Betão Betuminoso.....	53
Fig. 60 Vala Tipo de Desvio dos Serviços	57
Fig. 61 Giratória 24 toneladas + camião de três eixos	67
Fig. 62 Espalhadora acabadora para asfalto	67
Fig. 63 Giratória 30 toneladas	68
Fig. 64 Giratória 24 toneladas + martelo.....	68
Fig. 65 Fresadora de asfalto.....	69
Fig. 66 Dumper A40.....	69
Fig. 67 Parque de máquinas.....	70
Fig. 68 Mini giratória de 4 toneladas.....	70

Índice de Quadros

Quadro 1: População aglomerada afeta a cada uma das secções da canalização.....	26
Quadro 2: Síntese de implantação e solução estrutural adoptada dos vários troços do caneiro.....	35

Acrónimos

CCP – Código dos contratos públicos

CE – Comunidade Europeia (Certificação)

CMA – Camara Municipal da Amadora

CRIL – Circular Regional Interior de Lisboa

DO – Dono de Obra

PAM – Pedido de Aprovação de Materiais

PDM – Plano Diretor Municipal

SIMAS – Serviços Intermunicipais de Água e Saneamento

1. Introdução

O presente Relatório pretende ser o Trabalho Final de Mestrado em Engenharia Civil na área de especialização em Hidráulica, na vertente de estágio.

Sendo esta obra realizada em meio urbano constitui o prosseguimento da formação no terreno, no aumento dos conhecimentos académicos, expondo as diferenças entre a teoria e a prática, favorecendo a reflexão, pesquisa no desempenho profissional, havendo alguns desafios, que possibilitaram o ajustamento do ensino à realidade do mercado.

O acompanhamento desta obra foi feito com o aval da SIMTEJO (DO) durante o ano 2014 sendo a empresa Oliveiras S.A., executante, entando apenas a acompanhar os trabalhos executados.

Descreve-se de seguida o faseamento que se realizou na obra, assim como soluções encontradas para cada troço: Tipos de materiais utilizados, monitorização e instrumentação realizada e porquê. Aborda-se também a reposição das vias intervencionadas assim como os arranjos envolventes.

Importa referir que o objetivo desta obra é permitir que, num futuro próximo, seja possível “retirar” da ribeira onde em algumas zonas circulava a céu aberto, os efluentes domésticos e industriais, o que em termos de dimensionamento se traduz numa maior capacidade de transporte. Isto é, quando todo o sistema de drenagem for separativo a canalização da ribeira terá uma capacidade de vazão para um caudal com um período de retorno superior a 100 anos

1.1 Histórico

A Ribeira da Falagueira encontra-se situada no Concelho da Amadora, nascendo na Serra da Mira, junto a Moinhos da Funcheira, e terminando no limite dos Concelhos da Amadora e de Lisboa, junto às Portas de Benfica, tomando daí em diante o nome, nos cadastros de Lisboa, de caneiro subsidiário da Ribeira de Alcântara (*Fig. 1*), sendo uma ribeira natural.

A bacia da ribeira da Falagueira tem no Concelho da Amadora cerca de 670 ha. Neste concelho vem-se assistido a grande crescimento demográfico, tendo a rede actual apenas um destino: a canalização da ribeira existente. Os pontos de drenagem dos vários edifícios e indústria existente, encontram-se dentro e fora da bacia natural da ribeira, o que provoca alterações significativas, no seu caudal [CMA, 2014].

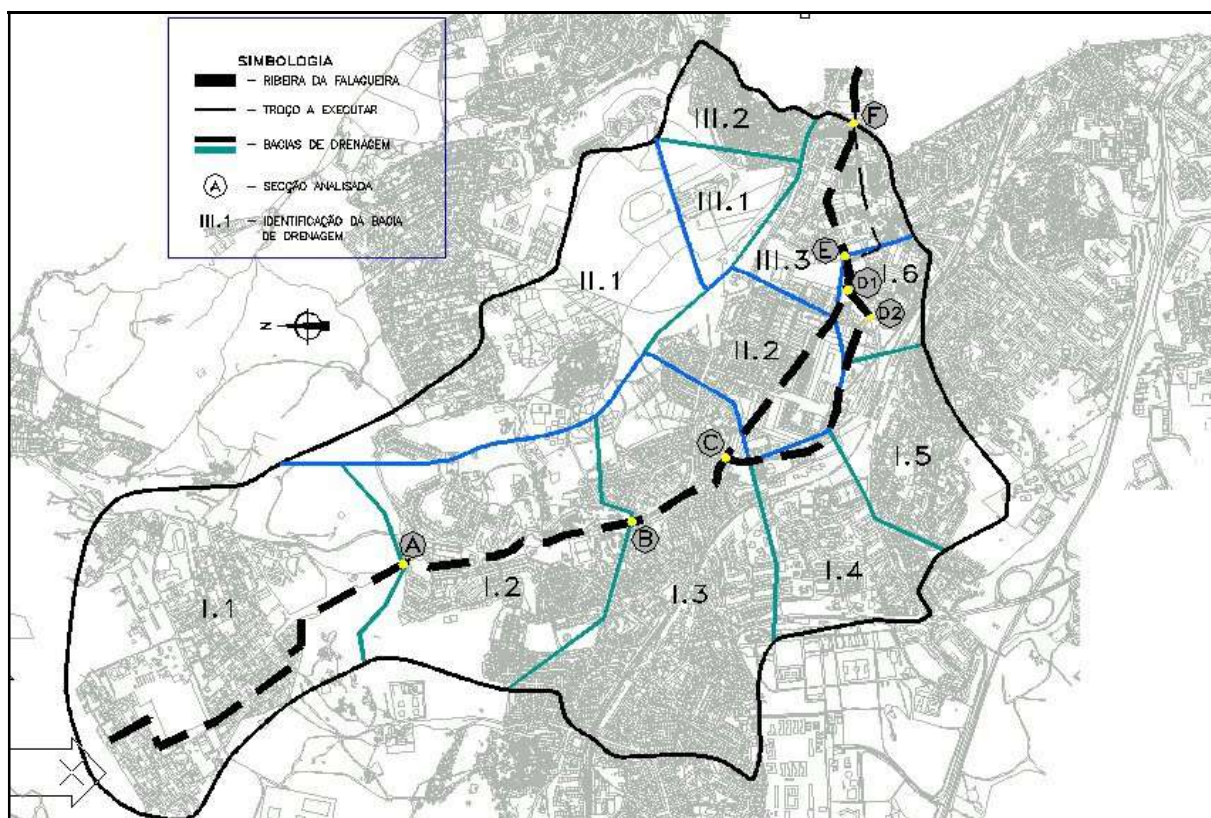


Fig. 1 Bacia e sub-bacias da Ribeira da Falagueira

Esta situação da ribeira passou necessariamente pela análise da ocupação do solo prevista, no horizonte de projeto, em conjunto com o PDM da Amadora, no intuito de dotar de capacidade de escoamento perante o crescimento expectável, neste concelho.

Verifica-se que a zona Falagueira - Venda Nova é zona futuramente “urbanizável” em cerca de 50 % da sua área, indo até à Brandoa provocando uma saturação dos órgãos de drenagem existentes e não existindo capacidade para drenagem desta. A outra metade, onde se insere, por exemplo, a Quinta Agrícola, faz parte da zona “verde urbano de proteção e enquadramento”.

A Ribeira da Falagueira é um coletor comum unitário, existindo apenas como destino das “águas negras” das bacias afluentes. No concelho da Amadora verificou-se que nas últimas décadas, um crescimento rápido da população, verificando-se não haver um acompanhamento correto das infraestruturas em particular do saneamento básico o que provocava sistematicamente em anos de grande pluviosidade na zona baixa, cheias [CMA, 2014].

O coletor existente foi construído em betão armado em 1965, tendo sofrido diversas alterações ao nível da capacidade, pois não era suficiente para o escoamento pretendido, com já citado anteriormente. Em 1986 realizou-se a duplicação de um troço até às instalações fabris para comportar, todas as situações de crescimento que não foram alvo de estudos (Fig. 2).

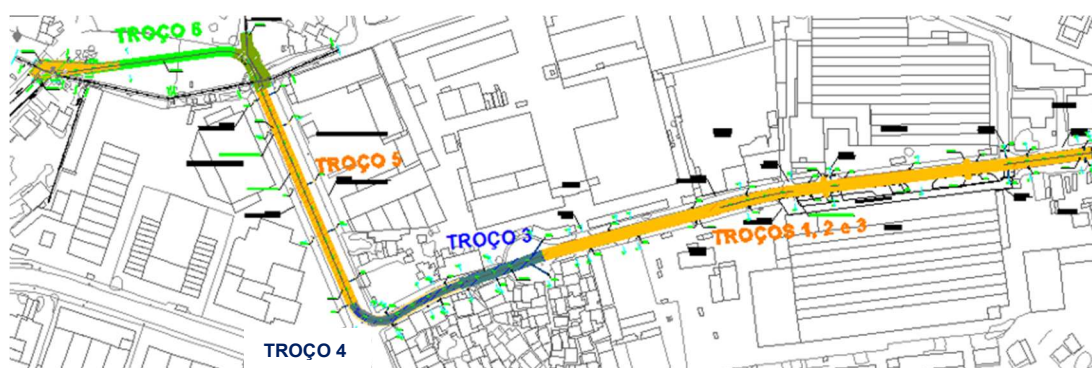


Fig. 2 Planta dos troços

O objetivo desta obra que agora se realizou foi desviar cerca de metade do caudal afluente, de modo a evitar inundações nas áreas das antigas, empresas Cometna e Sorefame, a quais representavam elevados custos para a empresas aí instaladas, nomeadamente, com paragens de produção sistemáticas e perda de materiais.

Esta obra teve assim como objetivo acabar com as inundações na Estrada Municipal, em instalações fabris existentes e nos terrenos baldios da Venda Nova (*Fig. .3*).



Fig. 3 Terrenos baldios da Venda Nova

2. Projecto a executar

2.1 Necessidade da Obra

Esta obra foi realizada por indicação dos SIMAS de Oeiras e Amadora. O projeto de execução começou a ser desenvolvido pela Engidro em 2001. Executou-se um troço de substituição do caneiro existente desde os terrenos baldios de Venda Nova até confluir, no limite do concelho, no caneiro de Alcântara com um comprimento de 656 m. Esta obra permitiu a construção de um emissário de drenagem de águas residuais domésticas, executado na bacia de jusante da Ribeira da Falagueira, no concelho da Amadora, de forma a possibilitar a passagem do sistema unitário então existente para um sistema separativo.

Houve a necessidade da realização de alguns coletores anexos para ligar ao novo emissário, na zona de intervenção da obra de duplicação da canalização da ribeira. Essa necessidade surge para pôr termo a diversas tubagens de águas residuais que se encontravam no terreno provenientes do bairro de lata existente na envolvência da obra. Ao realizar a obra aproveitou-se para colocar/substituir simultaneamente coletores de águas domésticas no sentido de reduzir os incómodos sociais (bairro 6 maio) originados pela realização das obras, evitando a abertura de valas em dois períodos temporais distintos na mesma zona, havendo a preocupação da compatibilização dos trabalhos. Esta solução de compatibilização deveu-se ao facto de estes coletores a executar ocuparem a totalidade da largura da estrada (*Fig. .4*), sendo necessário o desvio das infraestruturas existentes (águas). Com efeito, a abertura de vala para a implantação dos coletores numa fase posterior poderia por em causa a segurança estrutural da canalização e das próprias habitações.



Fig. 4 Troço três e quatro (ocupando na totalidade a largura da estrada)

Nesta solução de drenagem de águas residuais domésticas existe um emissário construído na execução da CRIL (Portas de Benfica), no troço inicial da nova canalização (troço 6 e troço 5), colocaram-se coletores de interceção dos ramais de águas residuais domésticas. Esses novos coletores foram executados porque os antigos tinham sido afetados pela construção da nova canalização da ribeira. A realização destes coletores simultaneamente com a canalização contribuiu para a separação dos efluentes domésticos dos pluviais. Estes dois coletores foram essenciais para intercepar os ramais ligados ao coletor unitário existente, bem como para os derivar para os coletores domésticos [PEAASAR II 2007-2013].

2.2 Drenagem Pluvial

O antigo caneiro não foi substituído pelo facto de se encontrar implantado sob edifícios. Esta situação recorrente em Portugal, existe porque as entidades que recepcionam os vários projetos (câmaras municipais) não atualizam as plantas, por isso ao permitirem a construção esta vai colidir com tubagens existentes e não há responsabilidade para serem retiradas ou desviadas. Neste caso, o projetista não quis arriscar, preferiu que este troço funcionasse como galeria técnica, para evitar surpresa posterior.



Fig. 5 Substituição dos solos na fundação no Troço 6

Após a execução da caixa um e entre o troço seis e troço cinco foi executada a caixa dois por motivos de manutenção (*Fig. 5*). Uma obra que permitirá transvazar caudal doméstico existente (coletor da Brandoa) para a canalização presente. Essa caixa vai permitir no futuro, colocar uma máquina tipo miniescavadora para realizar qualquer limpeza, acompanhada de contentor de resíduos. Esta caixa permite ainda o acesso à nova canalização (troço cinco e seis) e à existente (coletor da Brandoa) para a sua limpeza futura (*Fig. 6*).



Fig. 6 Ensecadeira

Como já foi mencionado, a canalização da ribeira existente passou a funcionar como uma galeria técnica, porque passa por baixo de prédios. Todas as ligações de águas residuais domésticas existentes nessa galeria foram canalizadas para este novo troço.

A canalização existente passou a funcionar como uma galeria técnica, onde todas as ligações foram canalizadas para tubagens próprias, tornando sistema separativo. Pelo facto do esgoto local não ser suficiente para promover a auto limpeza implantou-se um descarregador no novo troço (*Fig. 7*), preparado para descarregar o caudal para a canalização antiga durante a sua execução. Após o qual foi desativado após a conclusão das obras no interior no troço antigo.



Fig. 7 Descarregador

Estava planeada a intervenção no coletor Ø1700 mm (existente), mas devido às características de implantação encontradas houve a necessidade do realinhamento deste de maneira a que não fosse inserido na nova canalização, evitando um alinhamento em colisão com a parede interior da estrutura, de forma, a diminuir possíveis transtornos.

Como as secções projetadas para esta nova canalização têm de transportar elevados caudais, foi proposto no projeto a execução de um canal de secção retangular (*Fig. 8*). Com efeito, verificou-se que as secções circulares comerciais existentes não se adaptavam ao projeto, tendo o canal uma secção constante ao longo do projecto. Este canal será realizado em obra com algumas exceções de pré-fabricado durante o seu traçado.

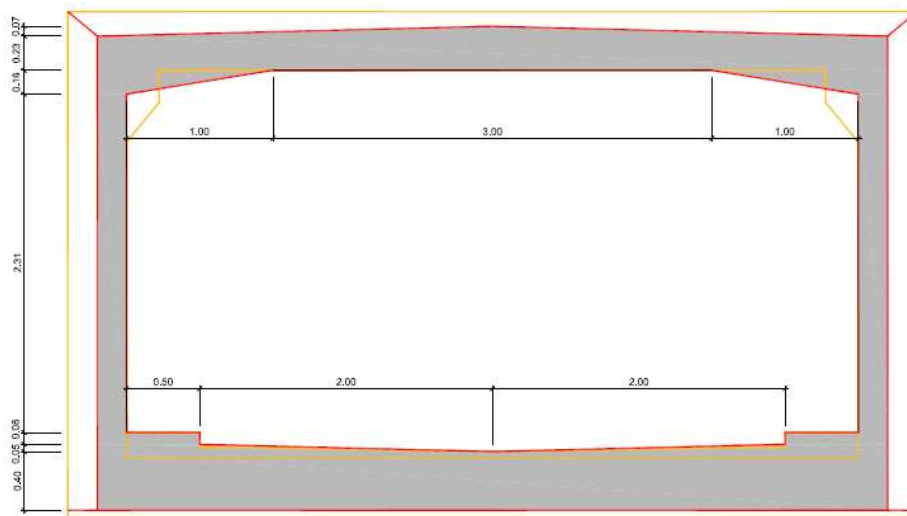


Fig. 8 Canal Secção retangular

2.3 Troços em planta

Neste subcapítulo apresentam-se os diversos troços em plantas onde se pode verificar os seus vários desenvolvimentos, e a sua inserção no meio existente.

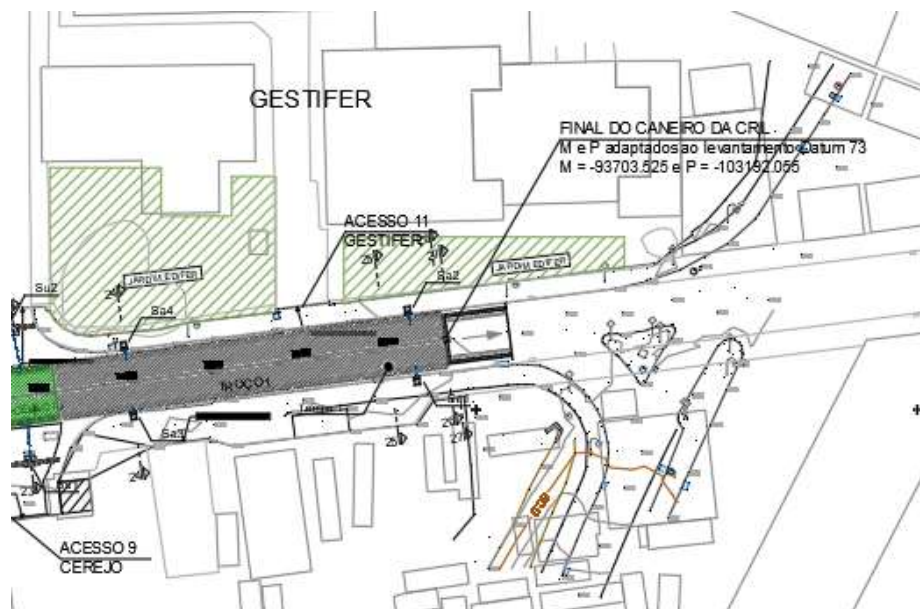


Fig. 9 Troço 1 (0+612.195-0+656.745) liga às portas de Benfica (escavação acéu aberto)

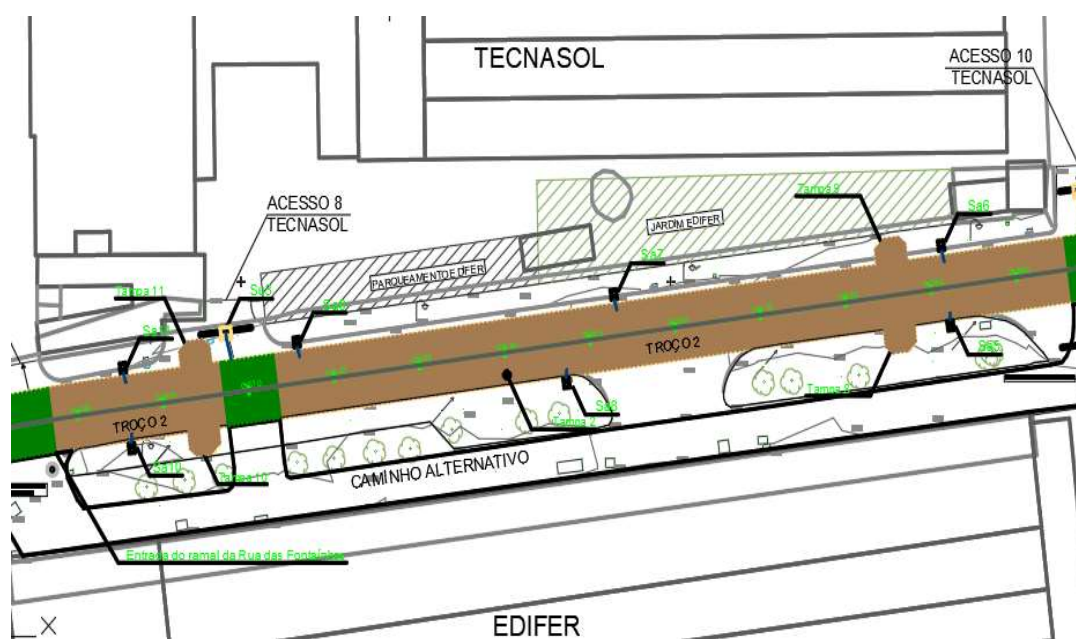


Fig. 10 Troço 2 (0+480.876-0+612.195) zona industrial (escavação céu aberto)

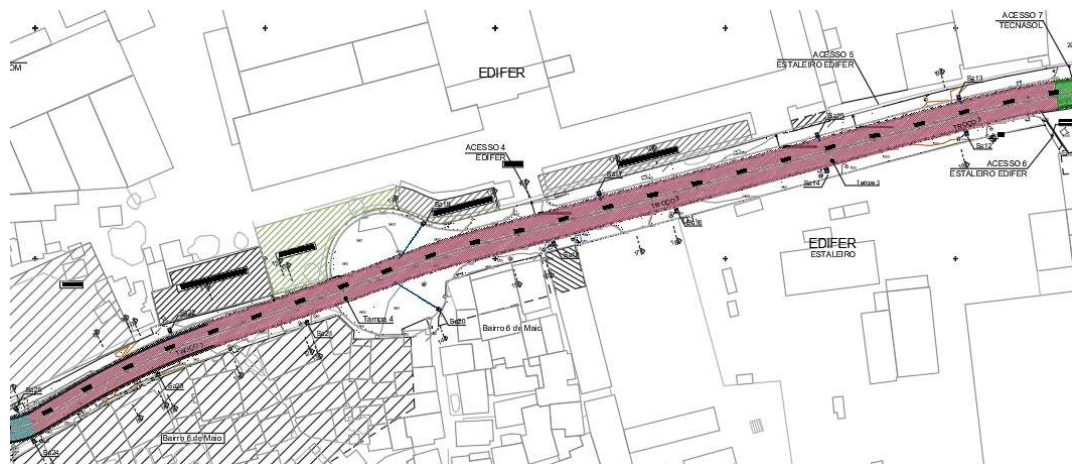


Fig. 11 Troço 3 (0+246.107-0+480.876) transição da zona industrial (escavação acéu aberto) para bairros seis de maio (método invertido)

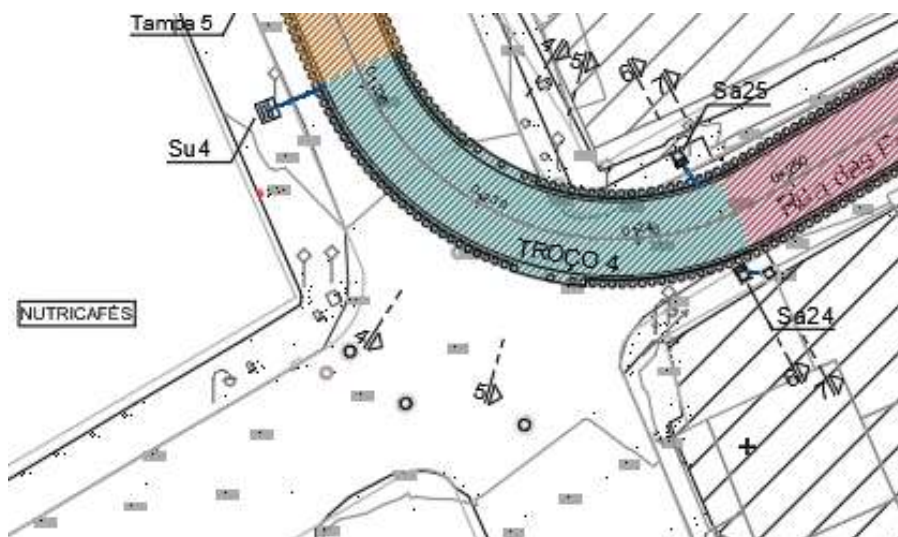


Fig. 12 Troço 4 (0+218.873-0+246.107) zona do bairro seis de maio (método invertido)

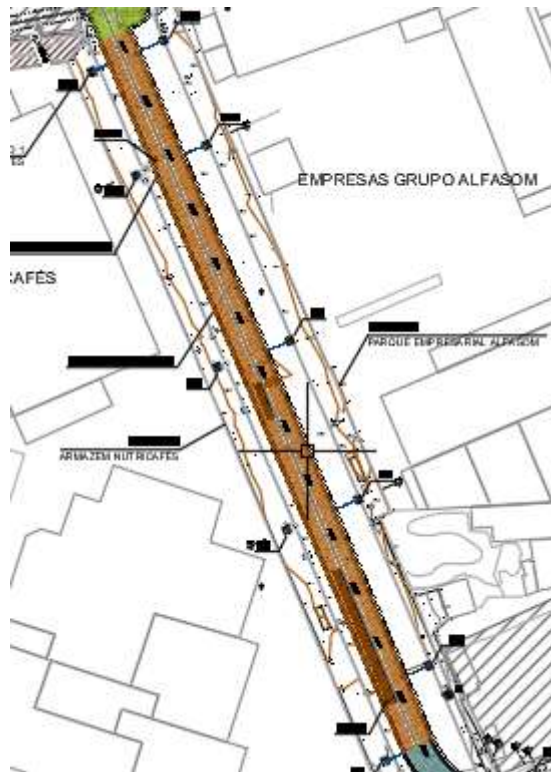


Fig. 13 Troço 5 (0+087.800-0+218.873) transição do bairro seis de maio (me todo invertido) para zona industrial a céu aberto

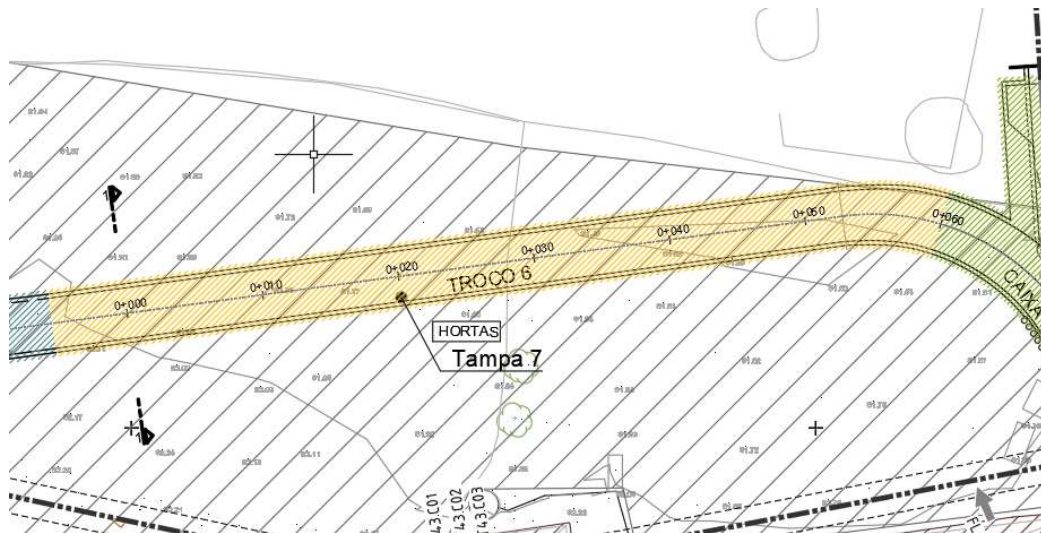


Fig. 14 Troço 6 (0+000-0+060) zona de terrenos baldios com escavação a céu aberto

2.4 Faseamento da empreitada

Seguidamente, refere-se o faseamento da obra, proposto pelo projectista e respeitado pelo empreiteiro quase na sua totalidade. A execução deste trabalho, iniciou-se pelo troço seis, sendo este executado em escavação a céu aberto, com recurso a taludes. Nos troços um e dois e parte do três e cinco, a escavação foi realizada a céu aberto, com recurso a entivações, pesadas (ver anexos). O troço quatro e parte do três, executou-se através de escavação mineira, com o método invertido. Este faseamento da obra teve a maior relevância devido aos condicionamentos de tráfego impostos pela CMA. Este planeamento, que foi executado, teve como base o existente no caderno de encargos, onde o empreiteiro, fazendo pequenas alterações cumpriu na integra. As alterações tiveram em conta a época do ano em que a obra se iniciou e os condicionamentos que surgiram. Os troços (zonas) que inicialmente não puderam ser intervencionados conforme a CMA pretendia, deveu-se a não existir, possibilidade de se fazer pelas condicionantes existentes no terreno e à época do ano já aludida

2.4.1 Fase 1

Nesta fase procedeu-se ao levantamento total das situações, locais dos serviços existentes, dando-se início à execução de desvios dos serviços afetados (águas, telecomunicações, electricidade), sendo alguns definitivos.

2.4.2 Fase 2

Nesta fase já existe uma canalização realizada com a obra da CRIL, o troço um irá ligar a essa existente, dando uma continuação ao projeto já idealizado. Neste troço executado houve o cuidado de realizar um caminho alternativo para permitir a saída de veículos do estaleiro da Edifer e Tecnasol (*Fig. 15*) Essa obra foi uma das imposições por parte de CMA.



Fig. 15 Zona do troço um que liga à obra da CRIL

2.4.3 Fase 3

Este troço (um) foi realizado a céu aberto (zona industrial). Para isso, neste troço e no dois cravaram-se estacas prancha metálicas diretamente no terreno (*Fig. 16a e 16b*), criando-se uma cortina para realizar a escavação em segurança. Neste caso, executou-se a betonagem das lajes de soleira do colector sobre o terreno. Devido a isso, os acessos ao Estaleiro da Edifer (montante) ficaram condicionados. Contudo, ficou garantida a utilização autónoma do caminho alternativo paralelo junto ao troço dois, que possibilitaria a saída de veículos dos estaleiros da Edifer e Tecnasol.



Fig. 16a e 16b Máquina de cravar estacas prancha e cortina de estacas prancha, junto ao estaleiro Edifer / Tecnasol

No troço dois existiu um misto de estacas prancha e entivação com perfis (cravados) e painéis metálicos acompanhados de travamentos pesados (*Fig. 17 e 18*) porque o terreno assim permitiu, resultando uma escavação mais célere. Este material pesado só foi possível utilizar devido ao espaço circundante ser suficiente para as manobras de uma giratória de quarenta e cinco toneladas para movimentação da entivação pesada (catálogo em anexo).



Fig. 17 Lajes de fundo na rua do estaleiro Edifer / Tecnasol



Fig. 18 Remoção da estrutura de entivação na rua do estaleiro Edifer / Tecnasol

2.4.4 Fase 4

O troço dois, foi realizado através de vala a céu aberto (*Fig. 19*), enquanto o troço três se realizou em processo misto: escavação a céu aberto e por processo invertido (*Fig. 20*). No caso da entivação pesada utilizada tipo SHB, foi criada uma cortina para realizar a escavação em segurança, onde se executou a betonagem das lajes de soleira do colector sobre o terreno. Seguidamente as paredes do colector. Foram realizadas durante este período as estacas, laje de topo, reposição de serviços afetados e pavimentos, possibilitando o restabelecimento do trânsito.



Fig. 19 Troço dois a vala aberta



Fig. 20 Troço três – processo invertido

2.4.5 Fase 5

Nesta fase seria realizado o troço três e quatro pelo processo de escavação mineira, que começou pela realização de estacas (cortina) a que se seguiu a construção da laje de cobertura e, por fim, os processos de escavação mineira (*Fig. 21*). Este troço quatro insere-se numa zona em curva.



Fig. 21 Troço quatro – processo invertido

2.4.6 Fase 6

A realização do troço cinco seria também realizada por escavação a céu aberto, recorrendo a entivação pesada tipo SHB (*Fig. 22*).



Fig. 22 Troço cinco – realizado com entivação pesada a céu aberto

2.4.7 Fase 7

Esta fase que inclui os troços três e quatro foi caracterizada pela escavação mineira onde foram criadas rampas de acesso de modo a possibilitar o acesso de máquinas para a escavação mineira e retirar as terras (*Fig. 23 e 24*) para possibilitar a execução da laje de fundo, e seguidamente as paredes do canal.



Fig. 23 Escavação para o acesso ao troço três e quatro realizado por processo invertido



Fig. 24 Escavação dentro do troço três e quatro

2.4.9 Fase 9

Ao terminar os troços e as caixas um e dois (entre o troço cinco e seis) foi demolida a parede existente na caixa dois para fazer a ligação ao coletor da Brandoa (*Fig. 27*). Esta parede demolida permitiu que o coletor da Brandoa não interferisse na execução da caixa dois.



Fig. 27 Caixa 2

2.4.10. Fase 10

Entrada em serviços dos troços, e reposição dos acessos (*Fig. 28*).



Fig. 28 Vias de acesso repostas

3. Acompanhamento da empreitada

Verificou-se que ao longo dos troços executados, houve alguns condicionamentos na realização desta obra. Esses condicionamentos foram basicamente ao nível da infraestrutura e do espaço existente.

Analisando a solução e os métodos construtivos que se utilizaram, confirma-se que estes se foram alterando devido aos condicionamentos e envolvimento dos troços a intervir.

Existe um troço inicial, inserido em terrenos baldios, em que não existiam constrangimentos relevantes à execução das escavações e das estruturas (*Fig. 29*). Assim estas foram realizadas a céu aberto, sem necessidade de qualquer entivação.



Fig. 29 Troço realizado a céu aberto

Nos troços onde a sua envolvente era o meio fabril/urbano (*Fig. 30*), existiam sempre vias de comunicação, onde existiram constrangimentos naturais, que foram sendo estudados caso a caso para precaver sempre a manutenção de acessos tanto de viaturas como de peões. A falta de espaço condicionou de uma forma muito relevante a execução de escavações.



Fig. 30 Troços realizado junto aos armazens existentes

Houve que repor de uma forma correta, e legal, muitas ligações de esgotos domésticos (*Fig. 31*), ou seja, detectaram-se ao longo do troço existente muitos ramais de ligação de águas domésticas ilegais.

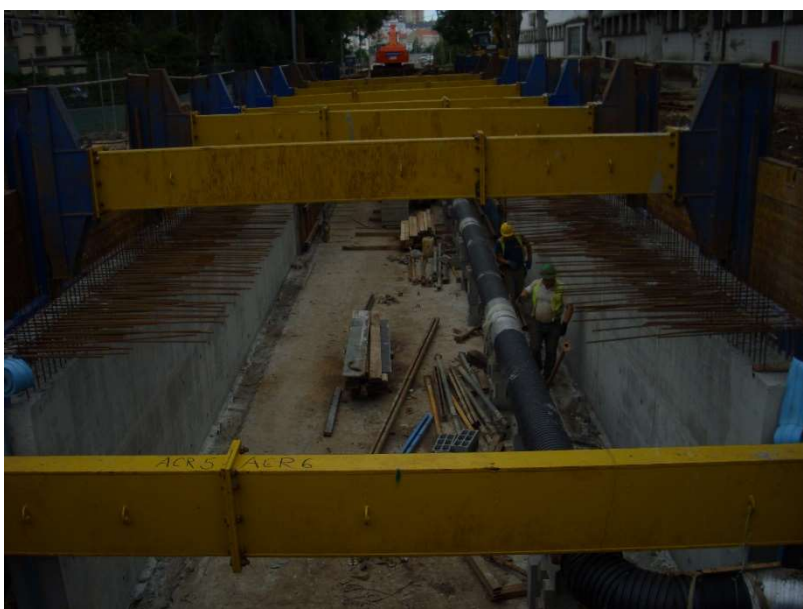


Fig. 31 Tubagem de encaminhamento de esgoto doméstico durante o decurso dos trabalhos

Não existiram condicionalismos devido a questões geológicas. O nível freático existente era o expectável e os terrenos intervencionados estavam de acordo com o estudo geológico/geotécnico elaborado.

Apresenta-se seguidamente no quadro nº 2 a síntese da implantação, métodos e processos construtivos dos diversos troços ao longo do caneiro:

Quadro 1 Síntese de implantação e solução estrutural adoptada dos vários troços do caneiro

Troços	Implantação		Método Escavação Adoptado	Solução Estrutural Adoptada
	Km			
	Início	Fim		
1	0+612.195	0+656.745	Céu aberto	Quadro Betonado <i>in situ</i>
2	0+480.876	0+612.195	Céu aberto	Quadro Betonado <i>in situ</i>
3	0+246.107	0+480.876	Método Invertido / Céu Aberto	Estacas com Φ 0.40m de diâmetro //0.60m e Quadro Betonado <i>in situ</i>
4	0+218.873	0+246.107	Método Invertido	Estacas com Φ 0.40m de diâmetro //0.60m
5	0+087.800	0+218.873	Método Invertido / Céu Aberto	Estacas com Φ 0.40m de diâmetro //0.60m e Quadro Betonado <i>in situ</i>
6	0+000.000	0+060.000	Céu aberto	Misto - Pré fabricaco / Quadro Betonado <i>in situ</i>

3.1 Processos Construtivos

A empreitada executou todos os trabalhos previstos no projecto, sendo os seguintes os mais relevantes a realizar:

Movimentação de Terras, Pavimentação, Obras de Contenção, Estruturas, Caneiro e Caixas, Drenagem, Esgotos Domésticos e Pluviais, Serviços Afectados (Desvios, reposição e substituição de traçados) e Desvios Provisórios de Trânsito e Pedonais.

O empreiteiro, no âmbito das suas obrigações e competências, teve em conta os riscos, avaliando e determinando as respectivas medidas preventivas a implementar durante a fase de execução. Teve também de considerar todas as situações da obra que foram objecto de manutenção e/ou conservação periódica, adoptando e propondo soluções técnicas alternativas e medidas preventivas para se proceder a essas acções de conservação / manutenção, sem risco ou com risco reduzido, nessas intervenções necessárias durante a vida técnica da obra. Houve particular atenção na introdução de alterações ao projecto, por iniciativa do próprio empreiteiro. Assim o DO/CMA, aceitou as propostas do empreiteiro, ao nível do planeamento, redefinindo as prioridades da obra.

3.1.1 Descrição Geral dos Vários Troços

Apresentan-se, seguidamente a descrição geral referente aos vários troços, seguido dos processos de execução da escavação e de construção.

Nos troços um e dois a escavação foi feita a céu aberto com recurso a entivação (*Fig. 32a e 32b*) Esta solução foi executada junto à zona industrial, para isso contribuiu a existência no espaço lateral de margem para que as máquinas giratórias e camiões de três eixos pudessem laborar de forma continua. Os condicionamentos mais relevantes resultaram da minimização da afetação da circulação de peões, e de viaturas, e respetiva manutenção dos acessos às empresas aí sediadas.



Fig. 32 a e 32b Troço 1 e 2 Entivação pesada SHB, para escavação a céu aberto para execução da estrutura com colocação da junta de dilatação nas paredes

Nos troços três e cinco, que estão inseridos no meio urbano, houve a necessidade de executar um sistema de contenção adequada à estrutura tendo em conta os meios e os condicionamentos existentes, em particular a sua ligação ao sistema executado no troço dois e troço seis.

Esses condicionamentos determinaram que estes dois troços tivessem duas soluções estruturais. Essas soluções passaram por escavação a céu aberto e escavação pelo método invertido (*Fig. 33 e 34*). No caso do troço três, a ligação ao troço dois, foi feita a céu aberto, passando logo a escavação mineira que se apresentou no item 2.4.7. No caso do troço cinco, a escavação foi iniciada a céu aberto porque começou na ligação da caixa dois, passando de imediato para escavação mineira.

Essa escavação mineira foi já considerada em projecto e foi necessária realizar devido ao espaço disponível nos troços três e quatro e a sua envolvente (bairro seis de maio).



Fig. 33 Troço 5 Escavação mineira



Fig. 34 Troço 3 Escavação mineira

O troço quatro foi o único totalmente realizado por escavação mineira. Este troço além de estar inserido no meio urbano, teve enormes condicionalismos ao nível das infraestruturas existentes (*Fig. 35 e 36*).

Os condicionamentos nesta zona resultaram sempre da circulação de peões, e de viaturas. Tentou-se minimizar a sua afetação, criando e mantendo acessos perante a falta de espaço existente durante a construção. Este troço foi executado, em toda a sua extensão, pelo método invertido, efetuado de cima para baixo, com as limitações naturais de um sistema destes. Após a realização da laje superior, avançou-se para a escavação da galeria a partir de um ponto de ataque único (negativo). Perante este método adotado não era possível a utilização de material pré-fabricado.

Neste troço, como no três e cinco, foram realizados com cortinas de estacas com 0,40m de diâmetro, normalmente afastadas de 0,60m ao eixo (*Fig. 35 e 37*). Estas estacas moldadas funcionam como contenção provisória e foram complementadas após a escavação com um revestimento primário em betão projetado, e por fim com uma parede interior de betão armado de 0,20m de espessura.



Fig. 35 Troço 4 – Infraestruturas existentes, já com a execução das estacas



Fig. 36 Troço 4 – Infraestruturas existentes protegidas, e com a laje superior já executada



Fig. 37 Execução da armadura na parede interior do canal (após execução do betão projetado)

Essa cortina de estacas foi pensada e realizada de forma a que se tratasse duma contenção provisória e uma ancora da estrutura a executar. Esta opção teve a ver com as condições

hidrogeológicas na zona de implantação e com o espaço existente. Tanto a laje de fundo como a laje de topo são maciças em betão armado.

O troço seis foi realizado em terrenos baldios da Venda Nova, onde não se verificou qualquer problema na realização da escavação e respetivas estruturas. Este troço foi executado a céu aberto não existindo necessidade de entivação (*Fig. 38*). Foi realizada uma solução de quadro fechado em betão armado betonado *in situ*, e uma solução em pré-fabricado, na ligação ao caneiro existente.



Fig. 38 Troço 6



Fig. 39 Execução das armaduras nas paredes do troço seis

Verificou-se que na prospeção geotécnica realizada nas zonas de escavação a céu aberto do troço 6 haviam solos argilosos ligeiramente siltosos numa profundidade média da ordem dos seis metros. A partir dessa profundidade encontraram-se areias compactas. Houve por isso nessa zona uma substituição dos solos na fundação do quadro, numa espessura de 0,5 a 1,0 metro, no sentido de dotar o terreno de fundação com capacidade resistente para assegurar a transmissão de cargas provenientes da estrutura a executar (*Fig. 40*).



Fig. 40 Substituição dos solos de fundação

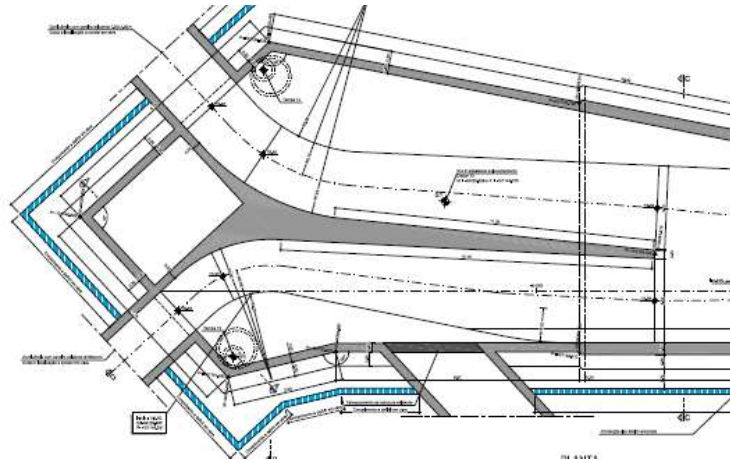


Fig. 41 Caixa um executada no final do troço 6

A caixa dois (Fig. 42) é elemento de confluência entre a duplicação da ribeira, realizada com o antigo caneiro da Falagueira e o coletor da Brandoa (estes dois últimos já existentes), incluindo um descarregador de superfície dos caudais da duplicação da ribeira para o troço do caneiro da Falagueira existente, com 1.05m de altura.

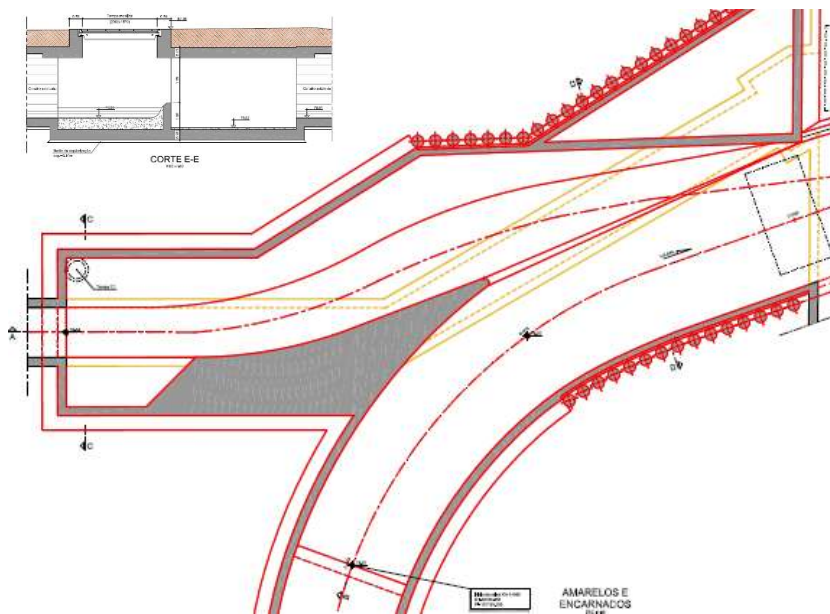


Fig. 42 Caixa 2 existente entre troço seis e troço cinco

3.1.2 Solução construtiva

Nestes seis troços que fazem parte desta obra, existiram três tipos de soluções. Cada solução foi pensada de acordo com a carterísticas da zona envolvente e do terreno existente conforme mostra o quadro seguinte.

Quadro 2 Síntese das soluções construtivas nos vários troços do caneiro

Troços	Método Escavação Adoptado	Solução Perconizada
Troço 1	Céu aberto	Quadro Betonado <i>in situ</i>
Troço 2	Céu aberto	Quadro Betonado <i>in situ</i>
Troço 3	Método Invertido / Céu Aberto	Estacas comØ0.40m de diâmetro //0.60m e Quadro Betonado <i>in situ</i>
Troço 4	Método Invertido	Estacas comØ0.40m de diâmetro //0.60m
Troço 5	Método Invertido / Céu Aberto	Estacas comØ0.40m de diâmetro //0.60m e Quadro Betonado <i>in situ</i>
Troço 6	Céu aberto	Misto - Pré fabricaco / Quadro Betonado <i>in situ</i>

Troço 1 e 2

Estes troços foram realizados a céu aberto com auxílio de estacas prancha o que permitiu a realização da estrutura pelo método tradicional

Troço 3 e 5

Estes troços foram realizados em sistema misto. Uma parte foi realizada a céu aberto com auxílio de entivação pesada tipo SHB, que permitiu a realização da estrutura pelo método tradicional a outra foi realizada pelo sistema de escavação mineira.

Troço 6

Este troço foi realizado em terrenos baldios, onde não teve qualquer escavação. Foi executado a céu aberto não existindo necessidade de qualquer entivação, sendo executada uma solução em quadro fechado em betão armado betonado *in situ*, e uma solução em pré-fabricado, na ligação dos caneiros existentes (Caneiro existente 2.50x2.50m e Ø1900mm).

Seguidamente, descrevem-se as várias fases da escavação mineira, que foram realizadas nos troços três e quatro, onde foi realizada uma cortina de estacas (D=0.40m), executada pelo o processo invertido (*top down*). Foram executadas estacas com recurso a trado contínuo, com os inerentes benefícios de tempo, custo e meios a mobilizar. No capítulo seguinte detalhar-se-ão as boas regras para execução de estacas moldadas. Os desenhos seguintes, referentes às diversas fases de execução do canal nos troços 3 e 4, foram retirados do projecto de estruturas gabinete Edgar Cardoso.

Após a implantação das estacas executa-se a furação e a realização das estacas.

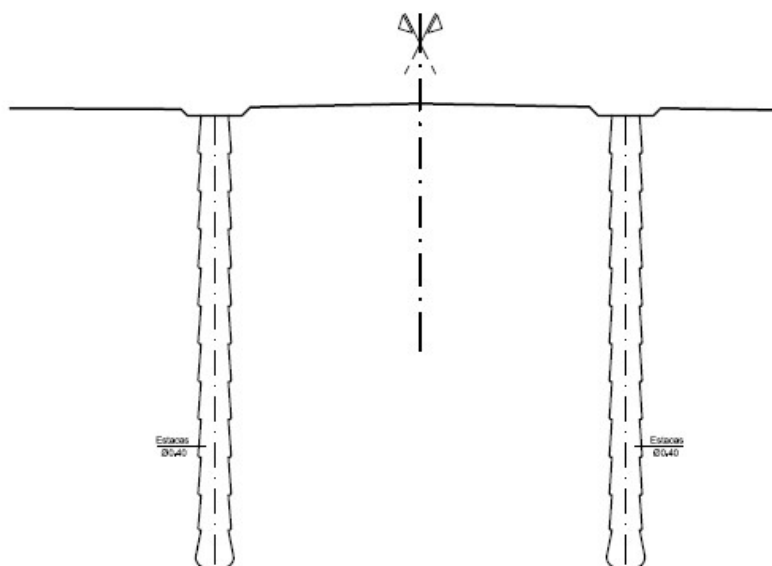


Fig. 43 Fase1 – Execução da estacaria

Escavação do terreno para realização da laje superior.

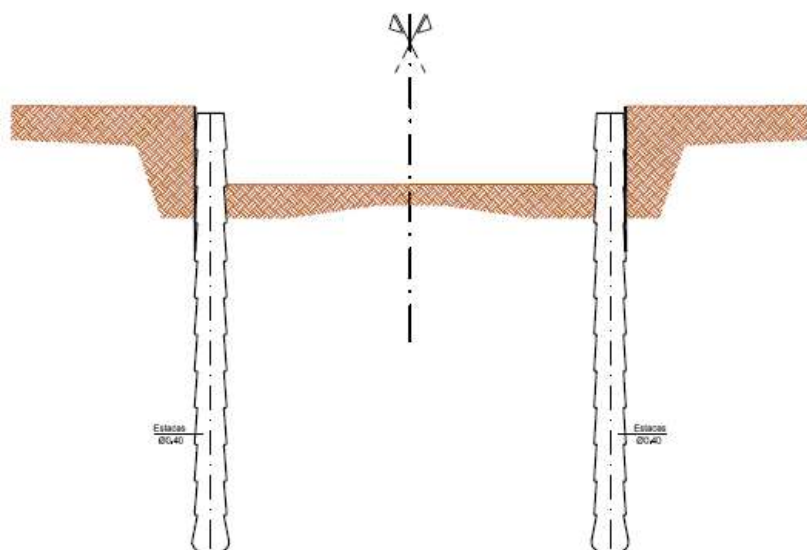


Fig. 44 Fase 2 – Escavação das terras até ao nível da face inferior da laje superior

Demolição da parte superior das estacas com objectivo da introdução das armaduras na laje superior

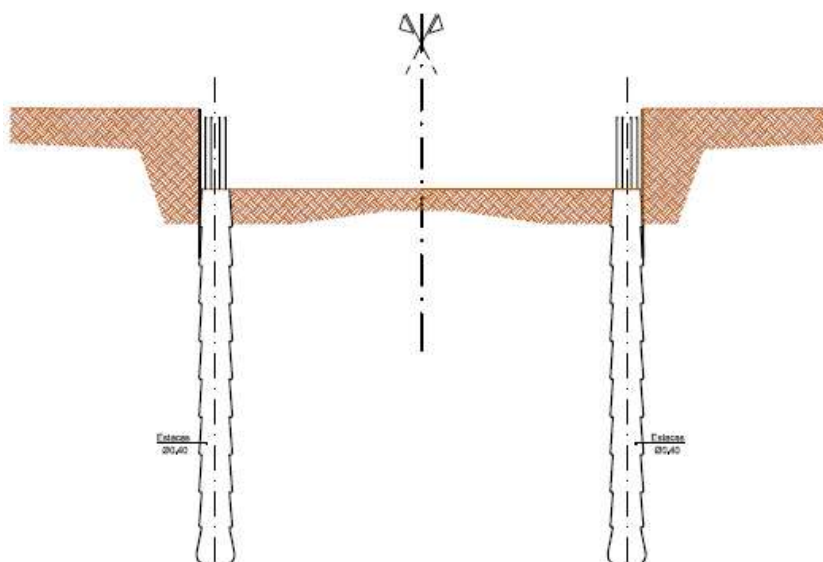


Fig. 45 Fase 3 - Saneamento das estacas até à cota da face inferior da laje

Execução da laje superior (betonagem) sobre uma camada de areia compactada sobre o terreno natural, ficando ligada monoliticamente às estacas realizadas, garantindo assim o travamento transversal da cortina de estacas

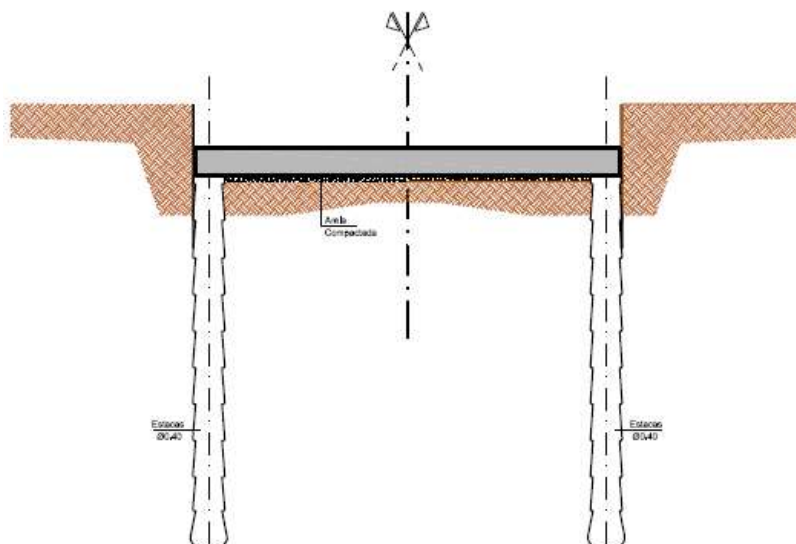


Fig. 46 Fase 4 - Betonagem laje superior

Aterro e compactação sobre a laje superior executada para possibilitar a restituição do tráfego existente

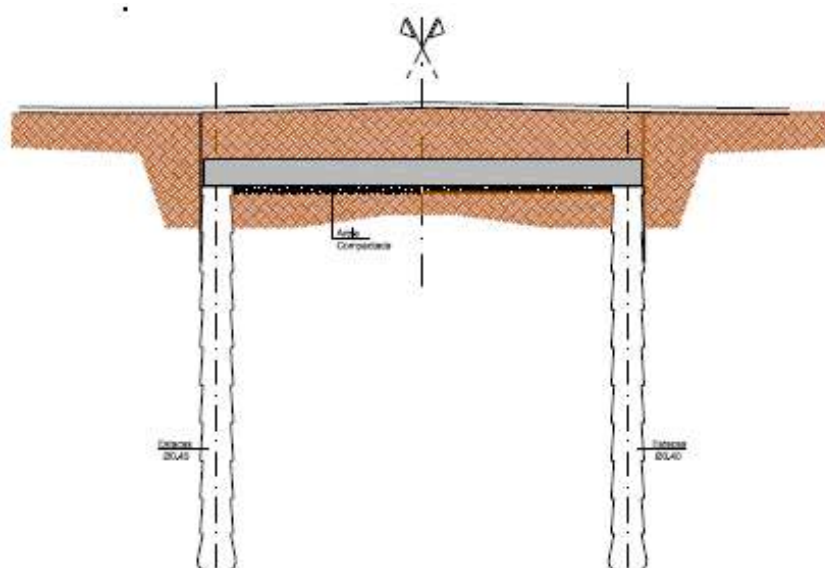


Fig. 47 Fase 5 - Aterro sobre a laje de topo e reposição das condições iniciais, incluindo pavimentação

Foram deixados negativos na laje já executada para se realizar a escavação. Para as máquinas terem acesso ao interior construíram-se rampas no sentido de facilitar a saída de terras. A escavação sob a laje de topo foi efetuada através de uma mini- escavadora, com recurso a “martelo” pontualmente. A carga e transporte das terras resultantes da escavação foram feitos por um pequeno dumper articulado. Após a escavação procedeu-se à gunitagem das paredes executadas em estacaria.

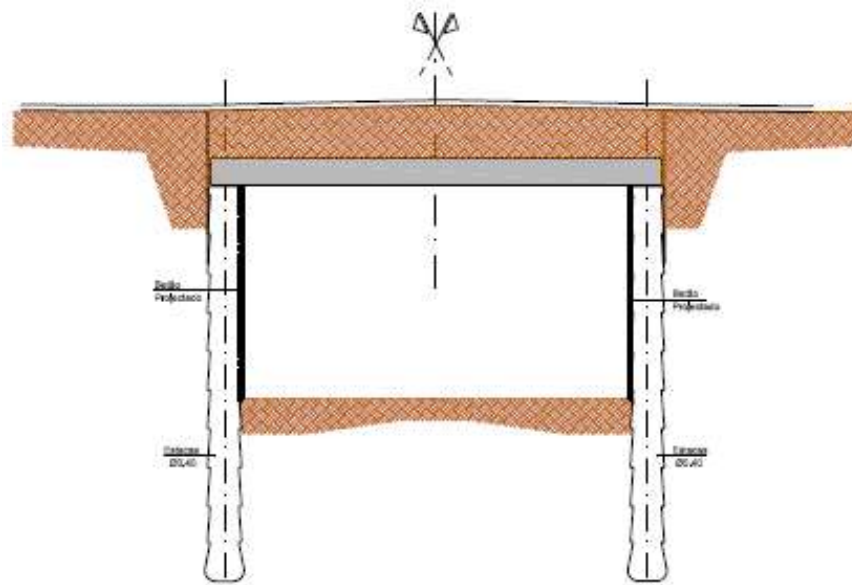


Fig. 48 Fase 6 - Escavação sob a laje de topo. Execução do de betão projetado ao longo da cortina de estacas.

Execução da armadura da laje inferior e respectiva betonagem, junto à cortina de estacas foi colocada armadura e cofragem, sendo a sua betonagem realizada por negativos deixados antes da betonagem da laje superior, conforme se pode verificar nas fig. 33, 34 e 36.

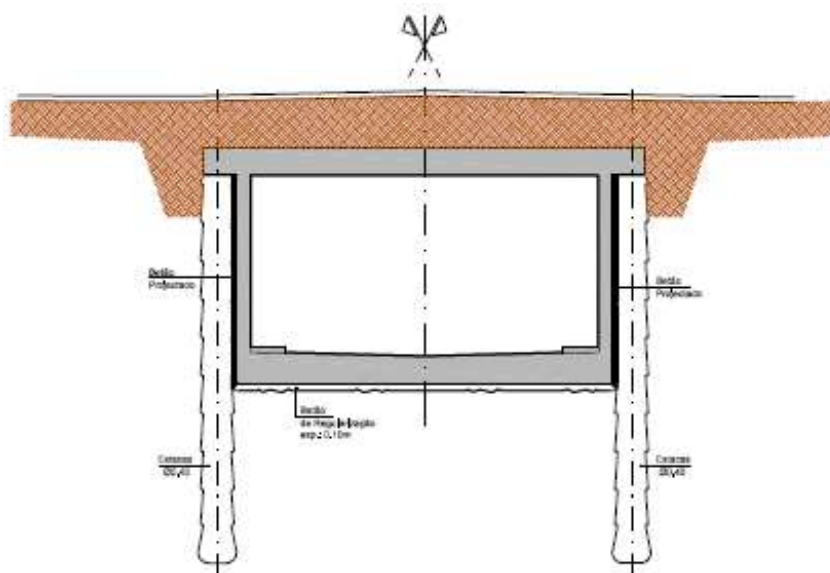


Fig. 49 Fase 7 – Execução das paredes e laje inferior em betão

3.1.3 Execução da Estacaria

Na estacaria utilizou-se furação com trado contínuo e estacaria moldada. Esta diferenciação resultou das condições geotécnicas existentes e dos ensaios prévios que permitiram concluir sobre a capacidade dos terrenos nos vários troços. Verificou-se que no troço quatro o terreno era de tal modo consistente que se pôde avançar com estacas moldadas. As restantes foram realizadas através de trado contínuo, com recurso a cravação do tubo moldador formado por troços acoplados; e remoção do solo no interior do tubo através de trado. As estacas executadas foram verticais e realizadas em betão armado.

O betão utilizado foi C30/37 e as armaduras são compostas por uma armadura longitudinal e uma armadura transversal de cintagem sempre em varão da classe A500-NRSD.

Estas armaduras foram preparadas no estaleiro de obra e o betão aplicado foi fornecido por central a qual fazia deslocar na altura do fornecimento uma carrinha laboratório, para realizar os ensaios que permitiram garantir a qualidade de betão exigida.

I. Cota de Fundação

As estacas foram realizadas de forma a permitir que se garantisse o seu encastramento pleno, sendo o seu comprimento sucessivamente confirmado na obra em função das condições geotécnicas do local e de cada estaca. As estacas penetraram sempre, no mínimo, três diâmetros nominais. Os meios mecânicos existentes garantiram essa penetração no intuito de garantir que a capacidade de carga especificada fosse respeitada. Assim a cota de fundação de cada estaca foi ajustada no decorrer dos trabalhos de acordo com as características do material extraído.

II. Furação com Trado Contínuo ou com introdução do Tubo Moldador e Extração do Terreno

Estando já efetuada a marcação das estacas deu-se início aos trabalhos da furação destas. Na situação de trado contínuo sem tubo moldador, utiliza-se fuso para fazer a furação e tirar a respectiva terra. Estando-se a trabalhar com estacas moldadas com um comprimento máximo de 7.50m não existiu o problema de garantir a verticalidade como pode existir em furação mais profundas. Na situação do tubo moldador será realizada através da introdução de um tubo molde, para a extração do terreno através dum fuso rotativo. Houve sempre a preocupação de verificar, em cada execução, que não se danificassem as estacas já executadas, bem como na sua envolvência (construções vizinhas). Verificou-se na extração do terreno que o nível freático não interferiu com a execução das estacas. Os solos provenientes da escavação foram depositados nesta fase num vazadoiro dentro da obra. Antes do início da betonagem, em ambos os processos, procedeu-se à limpeza do fundo para excluir completamente a totalidade dos produtos da escavação, alojados não apenas no fundo do furo como igualmente nas superfícies laterais, para que a aderência fosse boa.

III. Betonagem

A betonagem foi realizada quase sempre diretamente (do carro betoneira para a estaca). Em zonas de difícil acesso foi realizada por meio bombagem. Nestas betonagens da estacaria nunca houve interrupções no fornecimento. Cada betonagem nunca excedeu uma hora. No final desta e após a colocação das armaduras, era retirado o tubo moldador colocado antes da escavação.

IV. Colocação das Armaduras

Após a conclusão da betonagem, erguia-se a armadura, que era posicionada manualmente sobre o eixo da estaca e inserida por gravidade e vibração no betão fresco. Na sua penetração era ativado um vibrador que ajudava a armadura a descer para a cota pretendida. Estas armaduras foram executadas com um comprimento máximo de nove metros.

V. Ensaio Sónicos

Nas estacas realizadas foram feitos aleatoriamente ensaios sónicos, efectuados pelo empreiteiro. Este método muito simples (processo expedito) realiza-se apenas através duma pancada com um martelo normal no topo da estaca ligado a um acelerómetro que regista a difusão das ondas sónicas de tensão causadas. Analisando as condições de propagação de ondas elásticas no seu fuste, é possível detectar defeitos e discontinuidades importantes que são registadas. A análise das vibrações foi realizada por um software que permitiu, dentro de certos limites, caracterizar o tipo de defeito e a profundidade a que se encontra no fuste da estaca.

VI. Limpeza e Demolição da Cabeça da Estaca

Após toda a sequência anterior estar completa, procedeu-se à limpeza e demolição da cabeça da estaca numa altura de oitenta centímetros. Este procedimento foi realizado para permitir que a viga de encabeçamento fosse acoplada à laje a ser executada posteriormente.

VII. Controlo da execução das estacas

Foi elaborada uma ficha de execução de cada estaca onde se incluía o seguinte;

1. Número da estaca;
2. Data da colocação do tubo molde e da escavação;
3. Data da betonagem;
4. Cotas da base e do topo da estaca;
5. Volume de betão;
6. Provetes;
7. Particularidades durante a execução das estacas.

No decorrer destes trabalhos, não se verificou necessidade de substituição de nenhuma estaca por má execução.

3.1.4 Descrição da Escavação Mineira

A escavação dos túneis nos troços três e quatro compreendeu um conjunto de situações indicadas seguidamente, desenvolvendo-se apenas os aspetos considerados mais significativos.

A marcação do túnel foi realizada com sinalização por meio de postes em betão colocados fora das zonas de escavação e com as informações necessárias da altimetria.

Na execução da laje superior foram deixados três negativos com alguma dimensão para execução da escavação mineira, (*Fig. 50*). A partir desses negativos iniciou-se a escavação para o interior do túnel. Em alguns desses negativos foram criadas rampas para acesso das máquinas, material e pessoas.



Fig. 50 Execução do negativo para criar acessos

O empreiteiro submeteu sempre à fiscalização o método e equipamento de escavação em cada troço bem como o sistema de drenagem, ventilação e iluminação que utilizou.

I. Procedimentos de escavação

Os trabalhos foram realizados sempre de duas formas: escavação através de martelos hidráulicos ou ferramentas similares, utilizando mão de obra qualificada para o efeito; por meios mecânicos, utilizando máquinas próprias como escavadoras hidráulicas, retos e martelo associado a giratórias, miniescavadoras, realizando aterros e plataformas para posicionamento de equipamentos.

II. Ventilação

Houve também a preocupação com a ventilação do túnel no momento da escavação, onde se teve de garantir as condições mínimas devido à laboração das máquinas. Para isso foram colocados aparelhos para forçar a entrada de ar.

III. Iluminação Elétrica

Também não foi descuidada a iluminação elétrica, a qual, foi fundamental para assegurar a própria visibilidade dentro dos túneis.

IV. Nível Freático

Nesta escavação deparou-se com algumas águas de infiltração. Procedeu-se ao rebaixamento do nível freático em alguns pontos do troço quatro, criando caleiras para encaminhamento dessas águas. Esse encaminhamento foi feito para poços criados para o efeito, sendo essas águas posteriormente bombadas para o exterior.

V. Produtos da escavação

Existindo na envolvência da obra terrenos baldios, definiu-se com acordo da CMA os vazadouros da obra, para produtos provenientes das escavações. Posteriormente, esses materiais não reutilizáveis foram transportados para vazadouros devidamente certificados.

VI. Limpeza

A zona junto à estacaria foi limpa por meio de jato de água sobre pressão para retirar todo o material solto.

3.1.5 Betão Projetado

O betão projetado utilizou inertes com a dimensão máxima de 8mm e foi reforçado com rede electrosoldada AQ 38 colocada previamente e fixada às estacas por meio de cavilhas de ancoragem.

As superfícies das estacas da parte interior, após a escavação foram limpas por meio de jatos alternados de ar e de água sob pressão, para arrancar todo o material solto, resíduos e pedaços de rocha, lama, água de pingados, etc. Este betão foi aplicado sobre superfícies húmidas.

A projecção do betão (Gunitagem) foi realizada através de uma máquina misturadora onde a massa é projetada de forma a ser trabalhável. Em algumas situações houve necessidade de acrescentar um acelerante de presa.

3.1.6 Secção dos Troços

Os troços são constituídos por secções retangulares em betão armado de diferentes dimensões. Aquelas secções têm em comum as espessuras, que são as seguintes:

- I. Laje de fundo com 0,40 m de espessura;
- II. Paredes laterais com 0,30 m de espessura;
- III. Laje de superfície com 0,40 m de espessura.

Na execução destas secções optou-se sempre por fundações diretas compostas pelas lajes de fundação do tipo ensoleiramento geral em betão armado.

Os materiais utilizados foram os seguintes;

I. **Betão**

Laje superior, laje inferior e montantes:

- Betão C35/45;

Estacas e restantes elementos:

- Betão C30/37;

Regularização:

- Betão C16/20;

Betão projetado por via húmida com resistência característica aos 28 dias ≥ 40 MPa.

Recobrimentos mínimos:

- 7,5 cm em estacas;
- 5,0 cm em restantes elementos;

Classe Estrutural:

- Classe 4 (vida útil de 50 anos);

Classe Inspeção:

- Classe 2;

Classe de exposição:

- XC2 (EN 206-1, E 464) - Estacas;
- XA2 (EN 206-1, E 464) - Restantes elementos;

II. Aço

Aço para armaduras ordinárias da classe A500 NR SD de ductilidade especial de acordo com a especificação LNEC E455-2002 e E460-2002;

Aço para malhas electro soldados da classe A500 EL; Aço para perfis metálicos S235 JR.

3.1.7 Controlo de Qualidade

O objetivo do controlo de qualidade é impedir a ocorrência de situações que possam por em causa as especificações do caderno de encargos, obrigando ao cumprimento do projeto. Para isso, define-se inicialmente um conjunto de regras para que os materiais aplicados, equipamentos e os trabalhos executados e eventuais adaptações, estejam de acordo com as especificações pretendidas.

Assim, os subempreiteiros submetiam a aprovação dos materiais que pretendiam aplicar, sejam os definidos em Projeto, ou alternativos com características iguais ou superiores, à fiscalização e dono de obra.

Esse tipo de controlo era feito através da análise da documentação, sempre no âmbito da Marcação CE. No que concerne ao controlo da qualidade de execução, foram realizadas várias vistorias aos trabalhos, verificando-se para todas as componentes da obra os requisitos de Projeto, de acordo com critérios de aceitação previamente estabelecidos. A frequência de inspeção e o responsável pela mesma foram definidos previamente pelo

Diretor de Obra, fazendo-se uma análise crítica e comunicando-se aos subempreiteiros as constatações da semana nas reuniões semanais.

3.1.8 Serviços afetados

As obras da duplicação da ribeira da Falagueira implicaram o desvio de várias infraestruturas presentes, algumas expectáveis com base na informação cadastral e em elementos que foram recolhidos no campo. Mesmo existindo o contacto com as respectivas entidades concessionárias, por forma a agilizar procedimentos, os trabalhos foram sempre antecedidos por sondagens com objetivo de proteger a integridade das infraestruturas existentes de forma a identificar com rigor a sua presença, confirmando-se quase sempre desfasamento entre a representação cartográfica fornecida e condutas existentes, tanto principais como secundárias.

Verificou-se uma grande densidade de serviços afetados que necessitaram de tratamento específico.

Estes trabalhos foram-se arrastando no tempo, porque só podem e devem ser realizados por empresas certificadas pelas concessionárias, ficando mais uma vez patente que, nas sondagens realizadas por forma a identificar com rigor o existente, os elementos fornecidos não estavam de acordo com o existente das seguintes infraestruturas.

- i. Rede de distribuição de Águas;
- ii. Rede de Saneamento (*Fig. 51*);
- iii. Rede de distribuição de Gás,
- iv. Rede elétrica Média Tensão;
- v. Rede elétrica Baixa Tensão/Iluminação pública (*Fig. 52*);
- vi. Rede Telecomunicações; (*Fig. 53 e 54*).



Fig. 51 Desvio provisório das águas residuais domésticas



Fig. 52 Eletricidade Alta, média e baixa tensão



Fig. 53: Telecomunicações



Fig. 54 Caixa de Telecomunicações

4. Arranjos Exteriores

4.1. Vias de circulação

Nos arranjos exteriores adotou-se 3.50m de largura para cada via de trânsito, perfazendo 7.0m na totalidade da faixa de rodagem, de modo a compatibilizar com o troço já executado aquando das obras da CRIL (*Fig. 55, 56, 57, 58 e 59*) No caso dos passeios, foram definidas as dimensões compatíveis com a largura transversal do arruamento, de modo a garantir sempre os 7.0m de largura da faixa de rodagem.

Durante a execução dos arranjos exteriores, o departamento de trânsito da CMA foi redefinindo, para diversas zonas, rotundas e faixas de rodagens, largura de passeios e sinalização. Relativamente à drenagem da faixa de rodagem, foram colocadas sarjetas sifonadas com o objetivo permitir a recolha e o encaminhamento de águas pluviais, algo que não existia anteriormente.

Também se executou novo estacionamento de ambos os lados da faixa de rodagem. em espinha, num lado, e longitudinal à faixa de rodagem, no lado oposto, sempre que possível.

A pavimentação incluiu os trabalhos de sinalização horizontal (pinturas) ao longo de ambas ruas, não estando contemplada a sinalização vertical.



Fig. 55 Sinalização horizontal



Fig. 56 Execução dos Passeios e Colocação da Base em Agregado de Granulometria Contínua



Fig. 57 Camada de Regularização



Fig. 58 Camada de Regularização



Fig. 59 Cama de Desgaste em Betão Betuminoso

4.2 Solos Tratados com Cimento

O empreiteiro preferiu utilizar o cimento no tratamento do leito do pavimento. Foi uma opção proposta pelo empreiteiro e aceite pela fiscalização. Tratou-se de uma mistura criteriosa do solo existente com cimento e água. Esta mistura atribui ao solo uma maior capacidade resistente, sem eliminar a sua flexibilidade natural. Esta técnica permite sempre o aproveitamento dos solos naturais existentes, evitando os volumes de solos adquiridos e conseqüente transporte, permitindo também menores espessuras nas camadas estruturais dos pavimentos, beneficiando assim da utilização de um menor volume de agregados de granulometria extensa (AGE) e ainda de menores volumes de escavação. Quando utilizado como solução final (caminhos municipais, acessos privados, etc.), os solos tratados com cimento substituem as misturas betuminosas, resultando também num benefício económico e contribuído de várias maneiras para a preservação do meio ambiente. Esta técnica potencia a durabilidade dos pavimentos rodoviários, reduzindo as atividades de manutenção e aumentando a sua longevidade, diminuindo assim a necessidade de utilização de matérias primas, a diminuição das atividades de transporte de solos de empréstimo e de escavação, traduzindo-se numa diminuição do consumo de combustíveis fósseis e na emissão de gases de efeito de estufa. Como solução final para pavimentos rodoviários, o Solo-Cimento traduz-se num benefício ambiental ao dispensar a utilização de misturas betuminosas e em minimizar o impacto visual do pavimento rodoviário. Este solo que foi tratado com cimento, estava limpo de ramos, folhas, troncos, raízes, ervas, lixo ou quaisquer detritos orgânicos.

Devido ao pouco espaço existente a superfície do solo a estabilizar foi realizada “in situ” com cimento, onde se apresentava, sem defeitos ou irregularidades. A regularização final foi feita com motoniveladoras.

Alguma zonas onde os solos eram coesivos secos, estes foram regados no dia anterior ao da mistura com o cimento, de modo a que os torrões ficassem humedecidos no seu interior.

O cimento foi espalhado numa dosagem pré-estabelecida, sendo distribuído rapidamente por meios mecânicos, arrastadeiras manuais e vassouras rebocadas. O cimento só foi espalhado nas superfícies que viriam a ser tratadas nesse dia de trabalho.

A dosagem pré-estabelecida foi realizada num intervalo não superior a uma hora, de modo permitir uma mistura uniforme sem formação de grumos de cimento. O equipamento passou o número de passagens suficientes, de modo a garantir que houvesse essa uniformidade na mistura.

A mistura foi realizada com equipamento misturador rotativo de eixo horizontal.

A humidificação foi realizada através de um tractor com reboque com depósito de água.

Esta operação foi feita com equipamentos simultaneamente coordenados para se obter no final o material da mistura e o seu nivelamento homogéneo.

A compactação foi realizada, inicialmente, por cilindros de rasto liso (com vibrador), e seguidamente por meio de cilindros com pneus.

4.3 Material utilizado nas tubagens de água potável

A rede de distribuição de Águas é propriedade dos SMAS Oeiras e Amadora. Foram substituídas as tubagens da conduta principal na Rua Francisco Simões Carneiro, Rua das Fontainhas e no início da rua Dr.^a Ricardo Jorge, anulando as existentes. Na Rua das Fontainhas, a rede de distribuição de Águas estava localizada ao eixo da Rua, em toda a extensão, e foi desviada para as laterais.

O Material colocado foi tubo: Polipropileno (PP-B) com os diâmetros nominais, DN=200 mm; DN=250 mm; DN=315 mm; DN=630 mm.

4.4 Disposições construtivas para tubagens de águas residuais e pluviais

I. Materiais da Tubagem e Acessórios

As tubagens dos coletores afluentes ao emissário e na rede pluvial foram realizadas em polipropileno com perfil corrugado e rigidez circunferencial. Essa escolha foi objeto dum PAM defendendo a facilidade de execução, resistência à corrosão e estanquidade (da parte do empreiteiro teve em conta a facilidade na sua aquisição, na execução e o valor deste). As ligações entre estas tubagens foram feitas por abocardamento.

O material em que foram executadas outras canalizações (rede pluvial), foi o betão armado, sendo este quase sempre em pré-fabricado.

Na rede de abastecimento de água foram removidas todas as tubagens existentes, algumas destas ainda em fibrocimento (atividade realizada por equipas especializadas para o efeito). As tubagens existentes foram substituídas por tubagem em PEAD com os mesmos diâmetros e pressões nominais, conjuntamente com respetivos acessórios de PEAD soldados topo a topo e em alguns casos electro soldados. Estes trabalhos foram diretamente realizados pelo empreiteiro geral, pois no seu pessoal incluía elementos devidamente credenciados para tal.

Houve também a necessidade de se efetuar substituições de troços de outras infraestruturas existentes, as quais foram realizadas por empresas subcontratadas pelas concessionárias.

II. Profundidade Mínima de Assentamento

Nas infraestruturas foram realizadas de acordo com as regras existentes, (Fig. 60), colocadas e desviadas de acordo com as necessidades encontradas no terreno tendo em conta o projeto de execução.

III. Condições de Assentamento e Largura das valas

O diâmetro exterior da tubagem condiciona a largura e profundidade das valas a executar.

Verificou-se que houve troços onde o terreno era pouco coerente, nuns casos o nível freático era alto, noutros casos constatou-se que o terreno não tinha condições necessárias para assegurar um assentamento correto, tendo de se executar uma base composta por uma camada de brita envolvida num geotêxtil. Esta camada melhorou as condições de colocação da tubagem reduzindo a possibilidade de assentamentos.

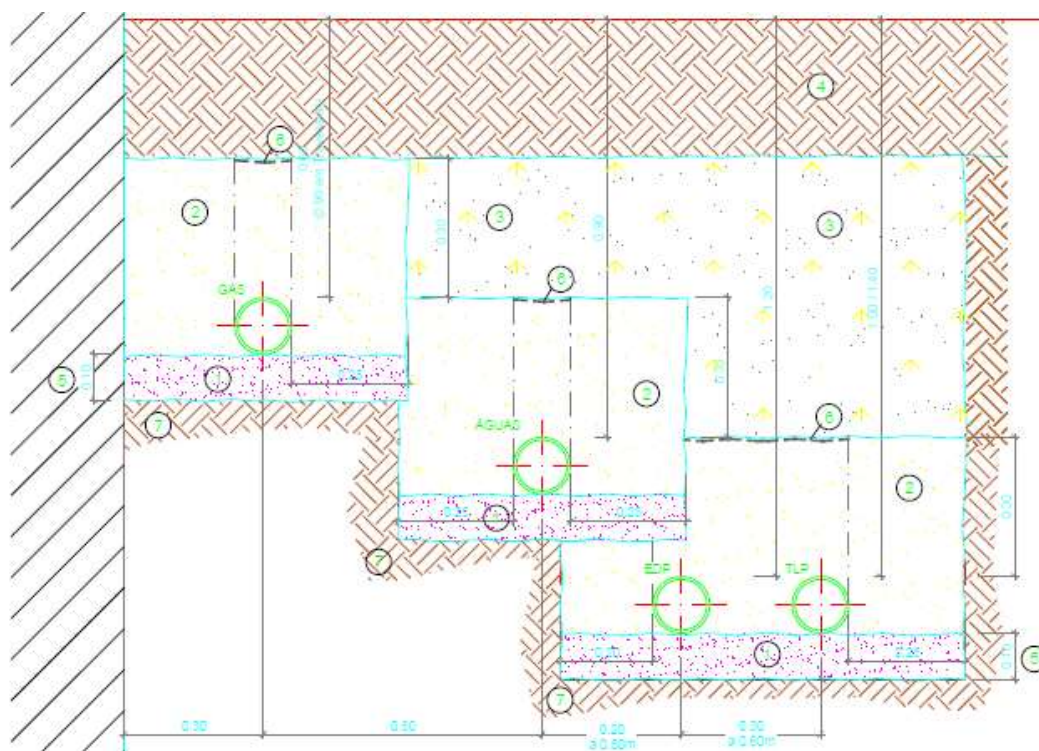


Fig. 60 Vala Tipo de Desvio dos Serviços

IV. Resistência Estrutural

Nesta obra existem tubagens flexíveis e rígidas. Nas tubagens flexíveis, temos ainda o acrescento da resistência passiva ao solo que pode provocar algumas ligeiras deformações onde esta tubagem consegue absorvê-la sem que existam roturas. No caso das tubagens rígidas já essa situação não é possível pois não têm qualquer hipótese de flexão. Por isso, excecionalmente, têm de ser amarradas em elementos de betão armado, o que permite colocar algum grau de segurança.

V. Câmaras de Visita e Queda e Ramais Domiciliários

Foram executadas diversas câmaras de visita nos coletores afluentes agora executados, na rede pluvial, (rotunda e rua das Fontainhas e rua Francisco Simões Carneiro) nas seguintes situações:

- a) Em pontos de mudança de direção, diâmetro e/ou inclinação;
- b) Nos alinhamentos rectos entre duas câmaras (60 m);
- c) Confluência de ramais domiciliários.

As câmaras de visita foram executadas in situ em betão armado de acordo com os desenhos de projeto, e para o seu acesso ao interior foram colocados degraus/escadas executadas em fibra de vidro. As tampas destas câmaras de visita são circulares de ferro fundido dúctil, de Ø 600 mm, não ventiladas. Nas câmaras com alturas superiores a 5m houve necessidade de se construir patamares intermédios.

Nestas câmaras de visita domésticas o seu interior foi pintado com tinta com base de resina epoxídica.

Nos ramais domiciliários intercetados foi executado uma caixa a montante para realização de inspeções e limpezas.

VI. Sumidouros e sarjetas

Foram colocados sumidouros e sarjetas (pré-fabricados) sifonados, com grelhas em ferro fundido na tubagem pluvial na rua das Fontainhas e rua Francisco Simões Carneiro. Estes novos sumidouros podem ser limpos através da abertura das suas grelhas metálicas. Nas sarjetas o acesso a estas é efetuado por intermédio de uma tampa colocada nos passeios.

4.4 Monitorização e Instrumentação

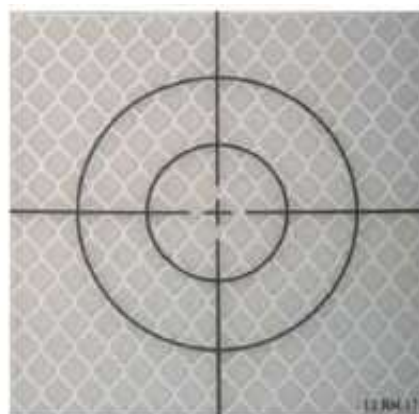
Durante a execução houve a necessidade de monitorização e instrumentação da obra, na sua zona envolvente, com o objetivo de avaliar o comportamento da estrutura ao longo da sua execução, medindo as alterações induzidas pela construção da obra nas edificações presentes na área envolvente.

O empreiteiro implementou um plano de monitorização e instrumentação na obra, nas edificações envolventes suscetíveis de ser afetadas de forma relevante pela execução dos trabalhos. Este plano foi aprovado pelo Dono de Obra. O plano de monitorização tem como principal objetivo avaliar as actividades do Projeto, fixando indicadores e informação a recolher e a sistematizar que permitam acompanhar o desenvolvimento de cada uma das operações realizadas ao nível local. Estas monitorizações permitiram um conhecimento bastante correto das diversas estruturas (prédios) à sua volta, e a tomada de decisões em tempo útil para as eventuais adaptações nos processos construtivos.

O equipamento utilizado foi o seguinte:

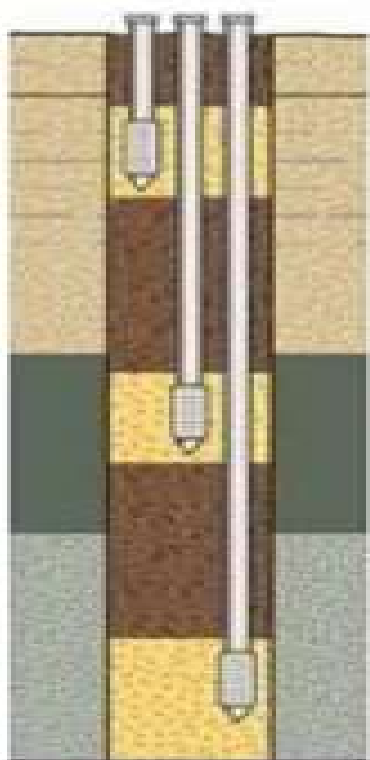
I. Alvos fixos retrorrefletores e prismas ópticos

Para vigiar possíveis deformações nas fachadas circundantes, foram colocados alvos fixos de precisão retrorrefletores. Este equipamento permitiu a leitura da cota e respetivas coordenadas de cada alvo. Estes alvos têm espaçamento máximo de 25m entre eles. Os resultados obtidos foram apresentados sob a forma gráfica do tipo deformação/tempo e sob a forma numérica, em quadros, onde indicaram as datas e valores das leituras, as diferenças entre cada leitura



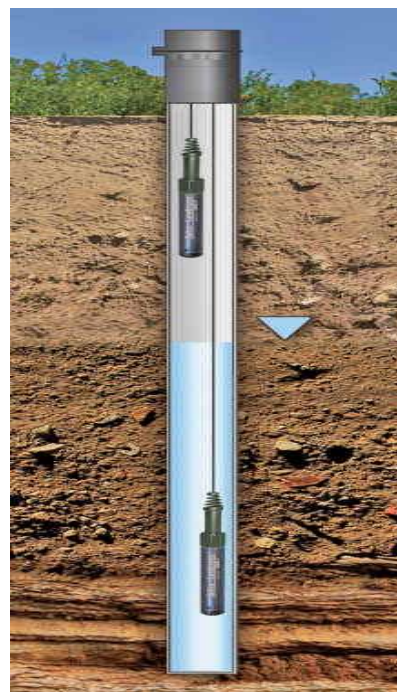
13 RM 11

II. Piezômetros



Estes aparelhos têm como objetivo determinar o regime hidrogeológico da estrutura, sendo instalados com recurso a equipamento de sondagem.

Servem para controlar a evolução de níveis freáticos ao longo do traçado.



III. Marcas de superfície

No intuito de controlar os assentamentos superficiais foram colocadas marcas para nivelamento topográfico de precisão. Estas marcas foram instaladas à superfície do terreno nas secções transversais ao eixo da obra, em concordância com a colocação dos alvos topográficos. Estas marcas foram feitas com chapas e varões em aço.



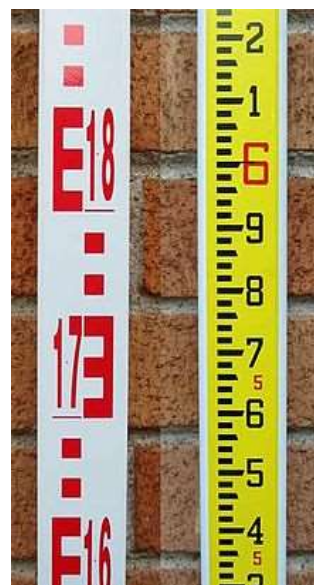
Houve necessidade na obra de substituir as marcas por réguas para nivelamento topográfico instaladas nas fachadas, por não ser possível a instalação de algumas marcas.

Os resultados obtidos foram apresentados sob a forma gráfica onde se indica o tipo de deformação/tempo e sob a forma numérica, com datas e valores das leituras.

IV. Réguas

Estas régulas foram utilizadas em quatro fachadas de edifícios circundantes. Em cada fachada foram instaladas duas régulas. Estas régulas são compostas por simples escalas geométricas graduadas, em alumínio, a sua leitura é realizada com equipamento topográfico, concretamente com o auxílio de um nível de precisão. Cada leitura terá de iniciar-se e terminar em pontos pré-determinados.

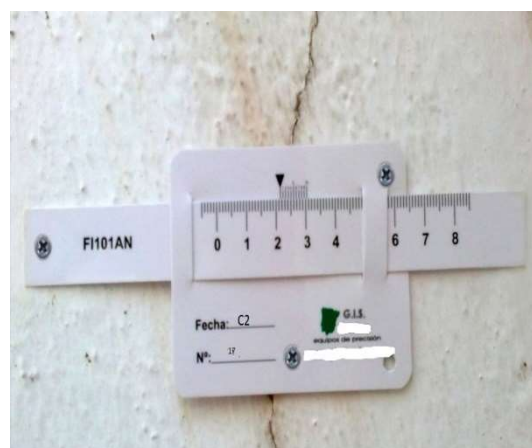
Os resultados obtidos foram apresentados sob a forma gráfica, indicando-se o número de polícia do edifício, o número de régulas que o instrumentam, as datas e valores das leituras,



Neste caso, deixou de se medir as fachadas após a realização das estacas, verificando que houve uma estabilização da medição que foi verificada/constatada durante um mês. Estas régulas foram conservadas para leitura na fase de exploração da obra.

V. Fissurómetros

Os fissurómetros foram empregues na medição da evolução das fissuras, especialmente as consideradas estruturalmente importantes, e que foram detetadas durante as vistorias, nos edifícios circundantes à obra.



5. Conclusões

O presente capítulo serve para efetuar uma apreciação global do acompanhamento realizado, confrontando com os objetivos iniciais propostos, fazendo uma análise dos trabalhos que se desenvolveram ao longo da obra.

Após o término deste acompanhamento, atingiram-se os objetivos declarados inicialmente. Estes objetivos passaram pelo conhecimento e domínio das actividades e metodologias aplicadas e desenvolvidas na execução dos trabalhos desta empreitada.

Acompanhou-se uma empreitada a qual tinha um empreiteiro perfeitamente enquadrado neste tipo de obra, permitindo conhecer o seu sistema de abordagem aos diversos trabalhos executados, a envolvimento da equipe, a sua organização e a sua responsabilidade.

Noutro aspeto a confirmação de que os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do mestrado são bastante relevantes em conjugação com a prática. Verificou-se sempre a disponibilidade da direção de obra, encarregados e subempreiteiros, nas soluções propostas para os problemas que surgiam, sempre em tempo útil, relevelando um conhecimento profundo das atividades desta empreitada.

Na relação empreiteiro versus fiscalização houve por vezes situações tensas. Essas situações revelaram-se ao nível da aprovação de materiais idênticos, devido a imporem as marcas de projeto, algumas destas já descontinuadas e ao indicarem novas alternativas as quais têm prazos de entrega não exequíveis para obra. A nova versão CCP revista veio colmatar essas deficiências, principalmente na alusão a marcas (Art 49 n° 8). Também protelar pedidos de explicação aos quais a fiscalização não respondia de uma forma célere. Houve também algumas alterações introduzidas ao projeto durante a execução as quais eram entregues após destas terem sido realizadas. Essas alterações ao projeto foram maioritariamente provocadas pelas condições encontradas no desenvolvimento dos trabalhos o que originou uma derrapagem de 74 dias no prazo contratual. Derrapagem esta que foi alvo de um pedido de prorrogação de prazo com base, na situação económica que se tinha refletido na estrutura do mercado de trabalho, onde a mão de obra especializada da construção civil acabou por ser forçada a emigrar e deslocar-se para países com situação financeira mais estável.

No plano Financeiro verificou-se um cumprimento das metas propostas pelo DO onde o valor do contrato inicial era de 3 024 755.89€ e conseguiu-se através de alternativas equivalentes fechar a empreitada como valor final de 2 980 113.67€.

Pode concluir-se que este acompanhamento foi uma boa experiência e, como já mencionado anteriormente, foram atingidos os objetivos propostos, para a prossecução da atividade do autor em Engenharia Civil.

6. Referências Bibliográficas

[CCP] – Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro,

[CMA, 2014] - Relatório do Estado do Ordenamento do Território

[PEAASAR II] – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013: Editor Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

ANEXOS

Maquinaria



^L

Fig. 61 Giratória 24 toneladas + camião de três eixos



Fig. 62 Espalhadora acabadora para asfalto



Fig. 63 Giratória 30 toneladas



Fig. 64 Giratória 24 toneladas + martelo



Fig. 65 Fresadora de asfalto



Fig. 66 Dumper A40



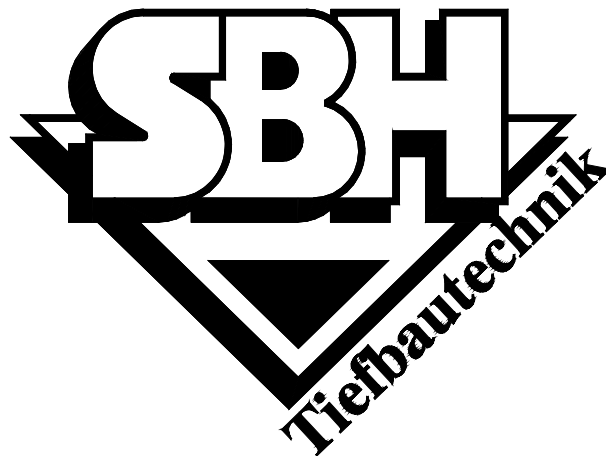
Fig. 67 Parque de máquinas



Fig. 68 Mini giratória de 4 toneladas

Material de Entivação

OPERATING MANUAL
DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



Manufacturer: **SBH Tiefbautechnik GmbH**
Ferdinand-Porsche-Str. 8
D – 52525 HEINSBERG

Phone: +49 (0) 24 52 / 91 04 0
Fax: +49 (0) 24 52 / 91 04 50
E-mail: info@sbh-tiefbautechnik.com
Homepage: <http://www.sbh-tiefbautechnik.com>

Contents

General instructions

Lifting & transporting	3
Measures to reduce danger	3
Maintenance & repair	3

Technical description

4

System drawings

Mini - RS	5
Standard - RS	6
Mega - RS	7

Technical parameters

Sshoring plates	8
Rolling struts (RS) and distance pieces	9
RS slide rail	10
Accessories	11

Assembly instructions

12

Assembly help	14
Assembly of extension rail	14

Installation instructions

Allowed tensile forces	15
Alignment of the initial shoring bay	15
Installation of the extension rail	19

Re-Installation

20

Bottom support

21

Adjustable clamping device

System drawing	22
Technical parameters	23
Installation instructions	23

Pits

System drawing	24
Installation instructions	25
Installation of extension rails	27

General instructions

The shoring must be without gap and close to the ground. The limiting values for the max. loads have to be kept strictly. Single shoring sections (boxes) may only be used if the front and rear faces are properly secured.

The following rules and regulations have to be followed in their valid version:

- Regulations of the BG-Fachausschuss Tiefbau (technical committee civil and underground engineering)
- DIN 4124 Baugruben und Gräben (excavation pits and trenches)
- DIN EN 13331 Teil 1 & 2 Grabenverbaugeräte (part 1 & 2 construction equipment)
- Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (rules for safety and health during work)
- Unfallverhütungsvorschriften / Arbeitsschutzvorschriften (accident prevention and safety at work rules)

Our shoring components have the GS-Sign „Certified Safety“.

During installation the instructions of this operating manual have to be followed.

Lifting & Transporting

- The shoring may only be attached at the corresponding eyes and openings and/or lifting accessories.
- The lifting accessories must be adapted to the weight which must be transported.
- For safety reasons only load hooks with hook safety must be used.
- The allowed tensile forces have to be kept in any case.
- The transporting has to be carried out next to the soil and unneeded pendulum movements have to be avoided.
- It is forbidden to enter the swivel range of the lifting tool and to stay under floating loads.
- It has to be paid attention to overhead contact lines.
- Engine driver and instructor must have face-to-face interaction.

Measures to reduce danger

- The construction site has to be sufficiently secured and marked.
- Neighbouring traffic flow has to be made possible by means of security personnel if needed.
- The personnel must wear protective clothing (helmet / safety shoes / gloves).
- Possible instabilities as a result of wind loads, during the assembly and installation, must be considered.
- The shoring components must be layed down – preferably in horizontal way – on a firm underground.
- In case of slopes it has to focus on a stable storage or mounting of pre-assembled components.

Maintenance & repair

- As a matter of principle, the operability of all shoring components must be checked before use.
- Defective or deformed components may not be used in any case.
- Slighter damages may be repaired by yourselves after consulting SBH. Otherwise, our service at SBH is at your disposal if desired.
- Only original spare parts of SBH may be used.
- According to intenseness of use, the components should be painted with anti-corrosive paint every 2 years.

Technical description

- **end-supported, slide rail guided shoring**
- **for trench depths up to 7,60 m without extension rail**
- **for trench depths up to 9,00 m with extension rail**
- **in plate lengths up to 6,00 m**
- **in plate heights of 2,40 m**
- **in top plate heights of 1,40 m**
- **for working widths up to 6,24 m**



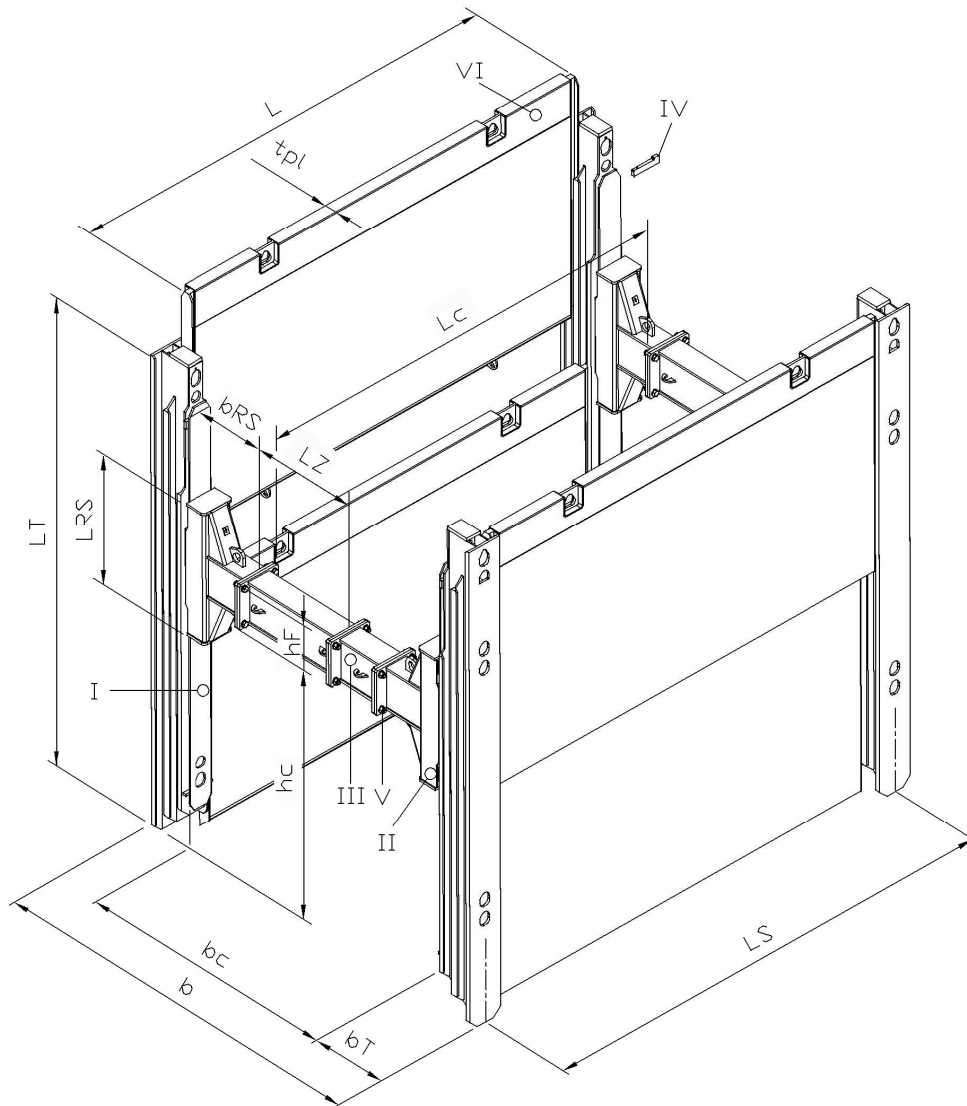
The great advantages of this system:

- **Easy installation and re-installation,**
since plates, rails and rolling struts can be positioned individually
- **Continuously variable adjustment of strut clearance heights**
- **Robust distance pieces in 0,25 / 0,50 / 0,75 / 1,00 / 2,00 & 3,00 m**
Upon request we are pleased to manufacture special dimensions as well
- **easy flange-mounting of the distance pieces with bolts M30 of quality 10.9**

DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



System drawing: Mini - RS



- I RS slide rail
- II Rolling Strut (RS)
- III Distance piece
- IV Limit pin
- V Bolting M30
- VI Base plate

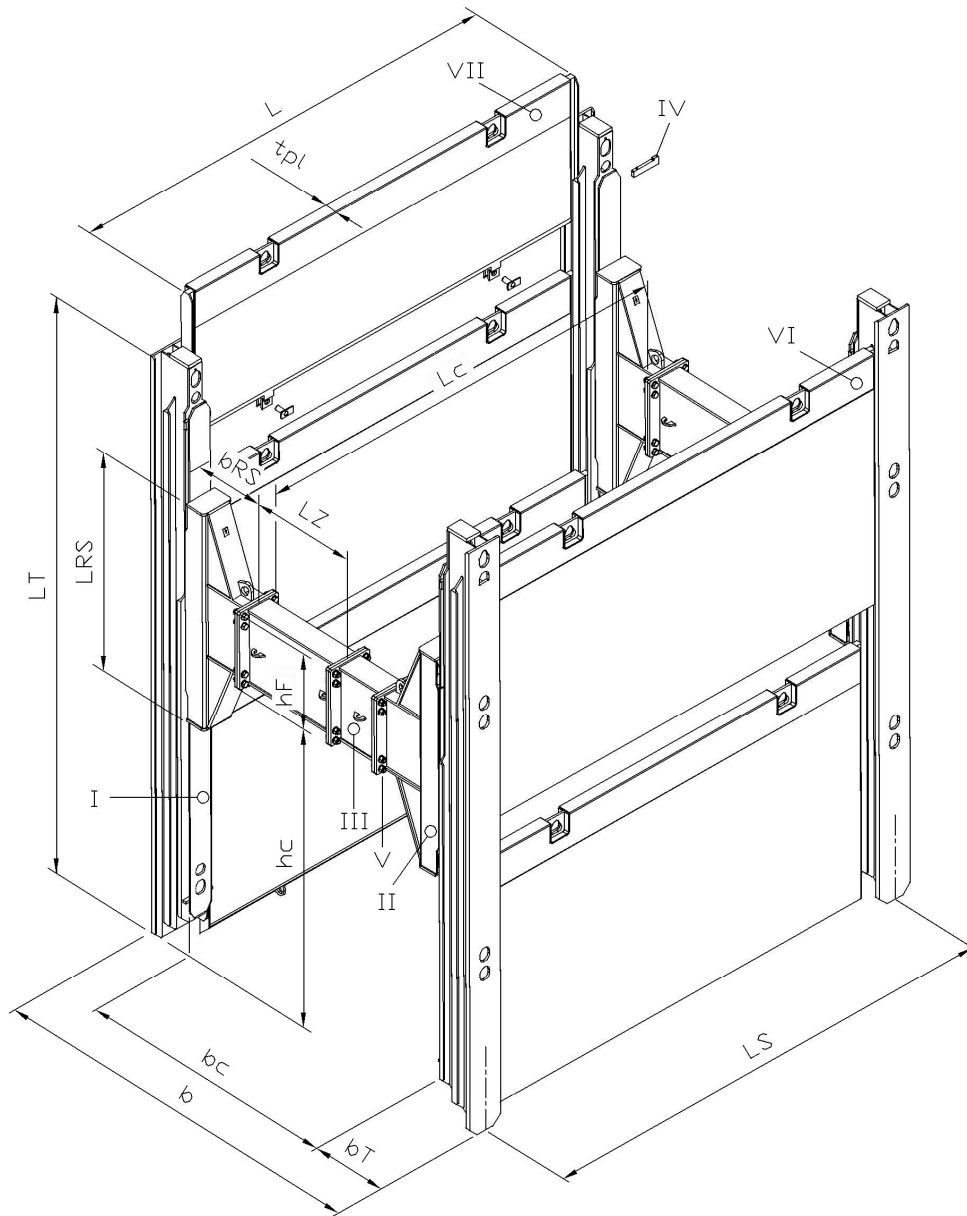
- b Trench width
- b_C Working width
- b_{RS} Rolling Strut width
- b_T Slide rail height = type
- h_C Strut clearance height
- h_F Flange height

- L Plate height
- L_S System length
- L_C Pipe clearance length
- L_{RS} Rolling strut length
- L_T Slide rail length
- L_Z Distance piece length

DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



System drawing: Standard - RS

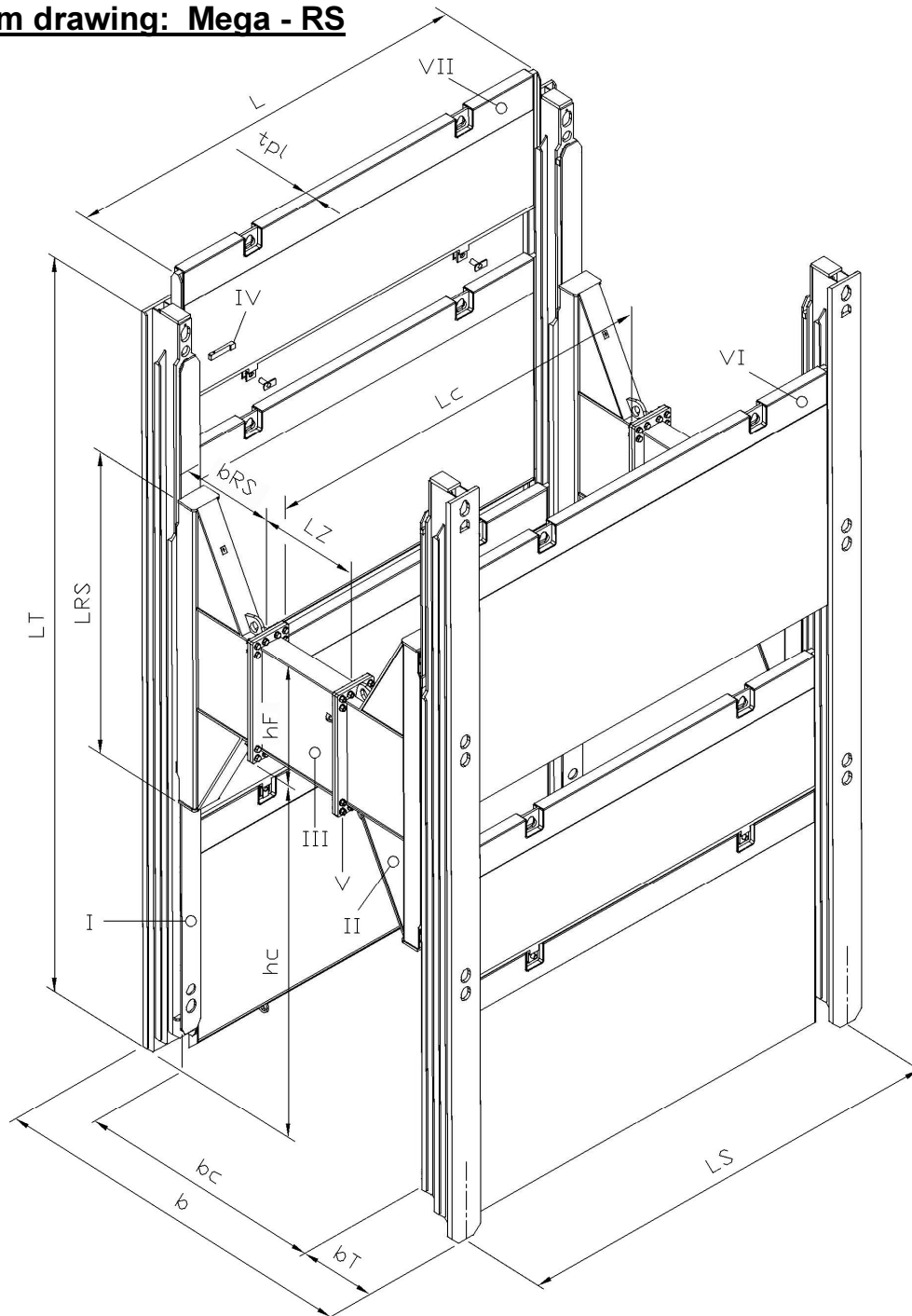


- | | | | | | |
|-----|--------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|
| I | RS slide rail | b | Trench width | L _S | System length |
| II | Rolling Strut (RS) | b _C | Working width | L _C | Pipe clearance length |
| III | Distance piece | b _{RS} | Rolling Strut width | L _{RS} | Rolling strut length |
| IV | Limit pin | b _T | Slide rail height = type | L _T | Slide rail length |
| V | Bolting M30 | h _C | Strut clearance height | L _Z | Distance piece length |
| VI | Base plate | h _F | Flange height | | |
| VII | Top plate | L | Plate height | | |

DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



System drawing: Mega - RS



- | | | | | | |
|-----|--------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|
| I | RS slide rail | b | Trench width | L | Plate height |
| II | Rolling Strut (RS) | b _C | Working width | L _S | System length |
| III | Distance piece | b _{RS} | Rolling Strut width | L _C | Pipe clearance length |
| IV | Limit pin | b _T | Slide rail height = type | L _{RS} | Rolling strut length |
| V | Bolting M30 | h _C | Strut clearance height | L _T | Slide rail length |
| VI | Base plate | h _F | Flange height | L _Z | Distance piece length |
| VII | Top plate | | | | |

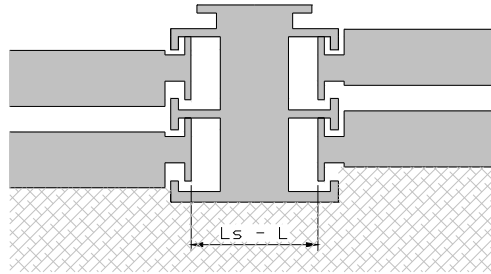
DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



Technical parameters

Shoring plates – plate guide

Standard
 Rails and plates are flush outside
 Inner city shoring allows a straight blacktop cut



in-situ concrete
 Rails and plates are flush inside
 For use with in-situ ducts
 Rails and plates are nearly in one level and build the formwork - protected by plastic plates or films

Plate distance = $L_s - L = 0,27\text{m}$

Plate thickness = 107 mm

allowed plate moment = 79,1 kNm/m

plate length L [m]	plate height H [m]	pipe clearance L _c [m]	system length L _s [m]	allowed earth pressure [kN / m ²]	weight [kg]
2,00	2,40 1,40	1,80	2,27	158,2	550 355
2,50	2,40 1,40	2,30	2,77	101,2	650 420
3,00	2,40 1,40	2,80	3,27	70,3	770 495
3,50	2,40 1,40	3,30	3,77	51,6	900 580
4,00	2,40 1,40	3,80	4,27	39,5	1010 650

Plate thickness = 127 mm

allowed plate moment = 100,2 kNm/m

plate length L [m]	plate height H [m]	pipe clearance L _c [m]	system length L _s [m]	allowed earth pressure [kN / m ²]	weight [kg]
4,00	2,40 1,40	3,80	4,27	50,1	1120 766
4,50	2,40 1,40	4,30	4,77	39,6	1250 857
5,00	2,40 1,40	4,80	5,27	32,1	1380 936

DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750

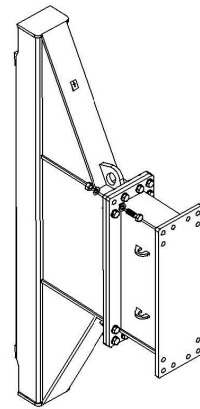
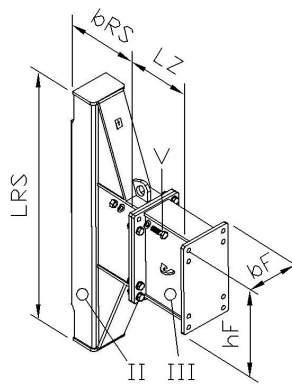
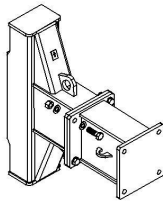


Plate thickness = 130 mm

allowed plate moment = 164,3 kNm/m

plate length L [m]	plate height H [m]	pipe clearance L _c [m]	system length L _s [m]	allowed earth press. [kN / m ²]	weight [kg]
4,00	2,40 1,40	3,80	4,27	82,1	1370 880
4,50	2,40 1,40	4,30	4,77	64,9	1530 980
5,00	2,40 1,40	4,80	5,27	52,6	1690 1070
5,50	2,40 1,40	5,30	5,77	43,4	1850 1170
6,00	2,40 1,40	5,80	6,27	36,5	2210 1370

- II Rolling Strut (RS)
- III Distance piece (ZWSt)
- V Bolting M30



Rolling Strut (RS)

description	RS-length	RS-width	min. working width	flange dimension	allowed forces [kN]	weight per RS-pair [kg]
	L _{RS} [m]	b _{RS} [m]	b _c [m]	b _F * h _F [mm]		
Mini - RS	1,24	0,62	1,24	405 * 420	-100 bis 639	620
Standard - RS	2,04	0,62	1,24	405 * 720	-200 bis 780	980
Mega - RS	3,04	0,92	1,83	405 * 1220	-374 bis 973	1700
Aufstock - RS	1,24	0,62	1,24	405 * 420	-100 bis 639	620

Distance Piece

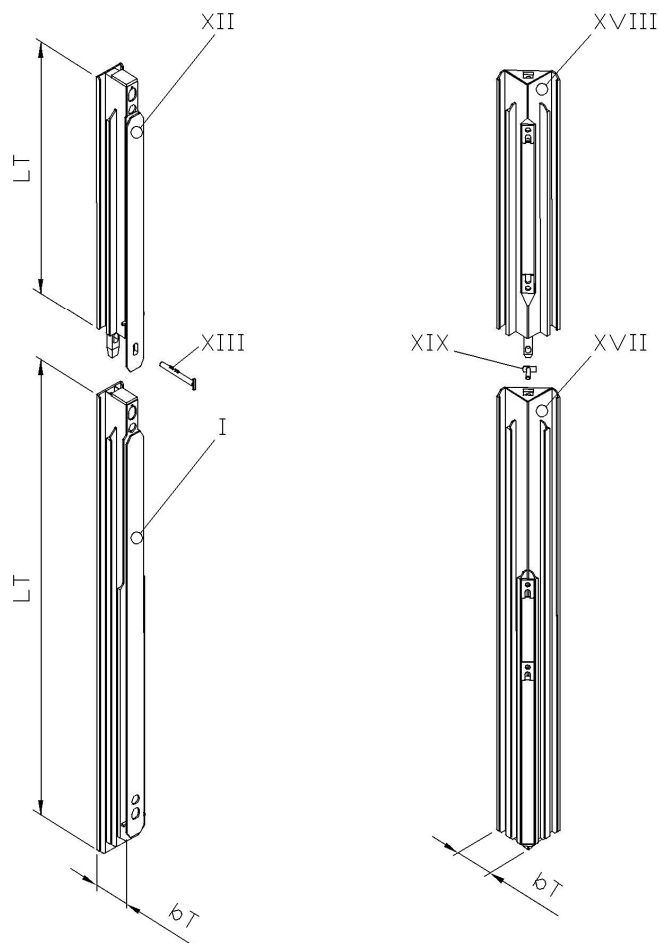
length L _z [m]	mini / extension - RS		standard - RS		mega - RS	
	flange [mm]	weight [kg]	flange [mm]	weight [kg]	flange [mm]	weight [kg]
0,25	405 * 420	99	405 * 720	163	405 * 1220	306
0,50	405 * 420	128	405 * 720	201	405 * 1220	363
0,75	405 * 420	157	405 * 720	239	405 * 1220	418
1,00	405 * 420	185	405 * 720	277	405 * 1220	474
2,00	405 * 420	303	405 * 720	437	405 * 1220	714
3,00	405 * 420	421	405 * 720	597	405 * 1220	960

DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



RS-Slide Rail

description	rail length L_T [m]	weight per pair [kg]	rail height $b_T = Typ$ [mm]	allowed bending moment [kNm]
standard rail	4,50	960	375	672
standard rail	5,50	1170		
extension rail	3,00	650		
mega rail	6,50	1710	405	927
mega rail	7,50	2000		
Mega extension rail	3,00	760		
corner rail	4,50	810	430	328
corner rail	5,50	950		
corner rail	6,50	1130		
corner rail	7,50	1305		
corner extension rail	3,00	530		



- I RS base rail
- XII RS extension rail
- XIII pin for extension rail

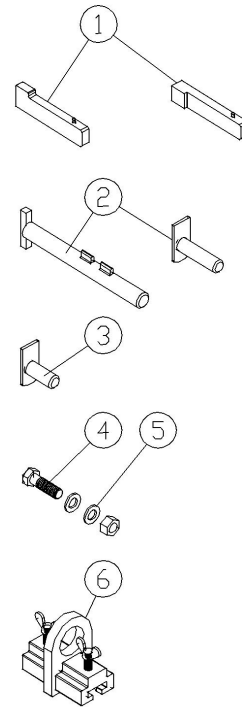
- XVII corner base rail
- XVIII corner extension rail
- XIX pin for corner extension rail

DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



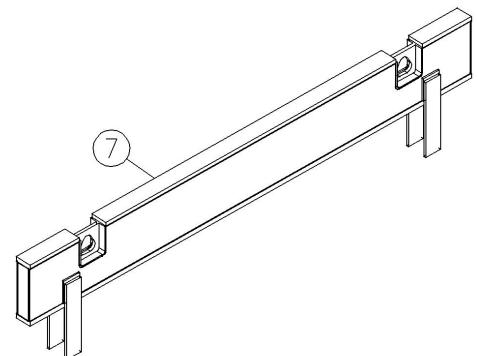
Accessories

no.	description	use for	for component height	dimension [mm]	weight [kg]
1	limit pin	RS -locking	375 405	25*70*260 37*50*260	3,0 3,0
2	pin	extension rail	375 & 405 Eckträger	ø47 * 450 ø40 * 145	6,6 1,9
3	pin	top plate	bis 130	ø40 * 100	1,5
4	6sq. bolt	flange	t = 25 t = 30	M30*90 M30*100	0,96 1,01
5	washer	flange		A33	0,1
6	assembly help	rail			15

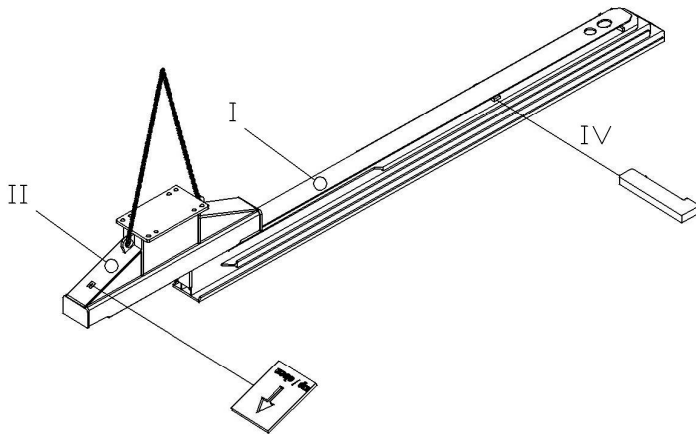


7	protection rail	shoring plates	100	L = 1800	220
				L = 2240	264
				L = 2730	321
				L = 3300	379
				L = 3800	430

			130	L = 3810	467
				L = 4310	524
				L = 4810	581
				L = 5310	638
				L = 5810	695



Assembly instructions



Place the rail with the guiding profile upwards onto a flat and firm underground. Position the lower limit pin, with the locking pin downward (in opposition to the rolling strut).

To allow for the A-position, install the rolling strut (RS) with the arrow upwards according to the drawing.

Place the lower castor of the rolling strut onto the guiding profile of the rail and slide carefully up to the top of the rail, until it reaches the lower limit pin.

Above the rolling strut another limit pin is positioned, with the locking pin upwards (in opposition to the rolling strut). Now the rolling strut is locked in the middle of the rail and cannot be moved any longer. The assembly of the further rolling struts is effected the same way.

Important: The locking pin of the limit pin must always be turned away from the rolling strut.

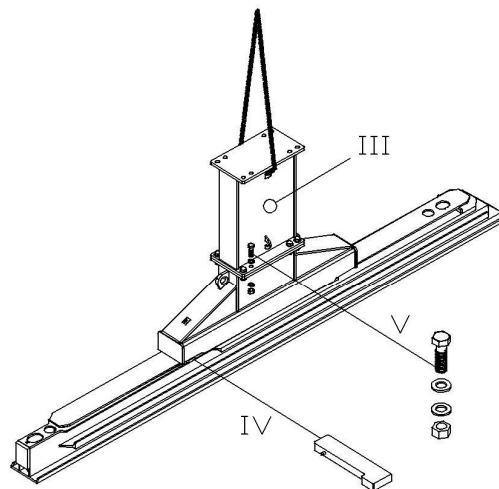
When using distance pieces, attach them to the eyes intended for this purpose, place them from above onto the flange plate of the rolling strut and join with bolts M30 of quality 10.9.

If several distance pieces are needed to achieve the required working width, they are assembled on the ground in advance and afterwards flanged on the rolling strut as described before..

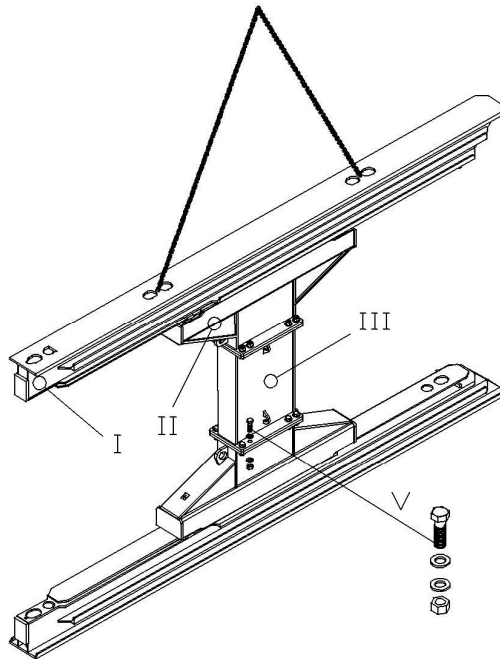
Put one washer under the bolt head and one washer under the nut.

Turn the bolts crosswise with a torque of 1350 Nm.

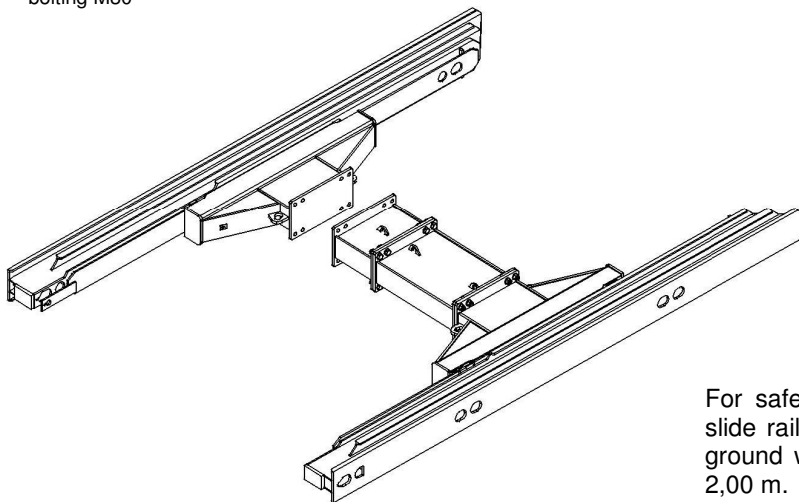
During the assembly the distance piece rests in its hooked in position.



- I RS-slide rail
- II rolling strut (RS)
- III distance piece (ZWSt)
- IV limit pin
- V bolting M30



- I slide rail
- II rolling strut (RS)
- III distance piece (ZWSt)
- V bolting M30



The slide rail, pre-assembled with distance pieces, can now be put down. After hooking the chain into the assembly openings at the back of the slide rail, the rail with the flanged distance pieces is lifted and moved over the flange plate of the rail on the ground, which is pre-assembled with the rolling strut.

The alignment of the flange plates can be effected without difficulty, since the slide rail rests hooked in during assembly.

The components are bolted together as described before.

Now we have a slide rail frame which can be put down.

The assembly of the further frames is effected the same way.

For safety reasons, the assembly of the slide rail frame has to be effected on the ground when having working widths over 2,00 m.

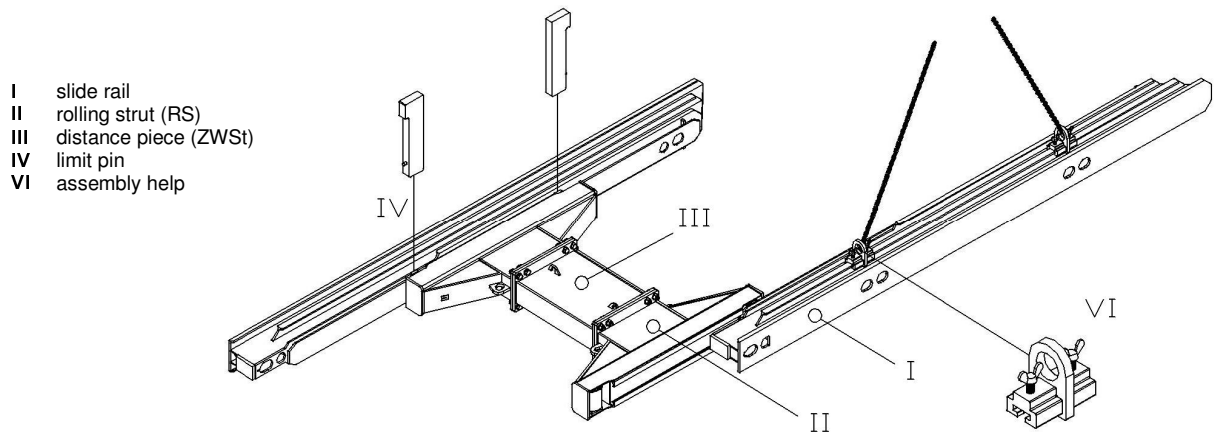
Thereby, the slide rails, pre-assembled with rolling struts and distance pieces, are put down oppositely, aligned and bolted.

Another possibility of assembly is the use of assembly helps.

Assembly help

➤ when slide rails in lateral position (put down on the ground)

➤ when assembling slide rail frames on the ground



When loading or placing slide rails, it can happen that they have been put down on the ground and that there is no possibility to attach at the openings. For this purpose, assembly helps have been designed, which grab into the guidances of the slide rails. After positioning and tightening the assembly helps, the chains can be attached.

Furthermore, the assembly helps can be used, if the slide rail frame must be assembled on the ground. First, the rolling strut is pre-assembled with distance pieces. Afterwards the slide rail - which is hooked in at the assembly openings - is moved over the laterally positioned rolling strut.

Assembly of the extension rails

The assembly of the extensions rails is effected the same way.

The rolling strut for extensions rails does not have the A-position. The use of mini rolling struts in extension rails is possible if the two rolling struts are assembled that way, having the arrows in different direction (one arrow showing upwards and one downwards). Thereby, the given A-position does not exist any longer.

Installation instructions

Allowed tensile forces

At the single attachment points the following tensile forces can be borne:

slide rail

per lifting eye	= 196 kN
per guiding profile opening	= 164 kN

plates

per lifting eye	= 196 kN
per eye at cutting edge	= 49 kN

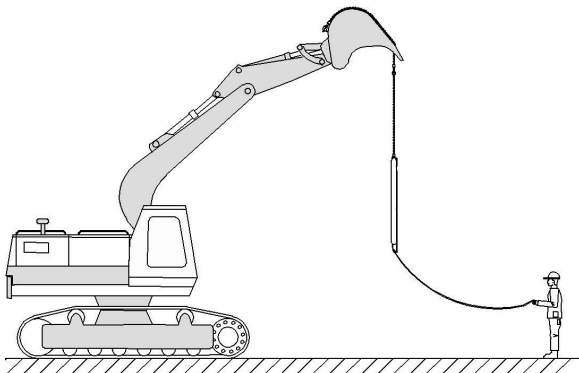
rolling strut

per lifting eye	= 164 kN
-----------------	----------

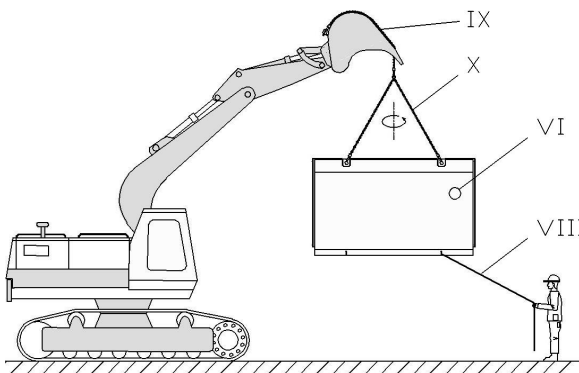
distance piece

je hooking eye	= 49 kN
----------------	---------

Alignment of the initial shoring bay



Pre-excitation max. 1,25 m and not more than one shoring section length. In principle the pre-excitation complies with the type of soil and safety regulations.



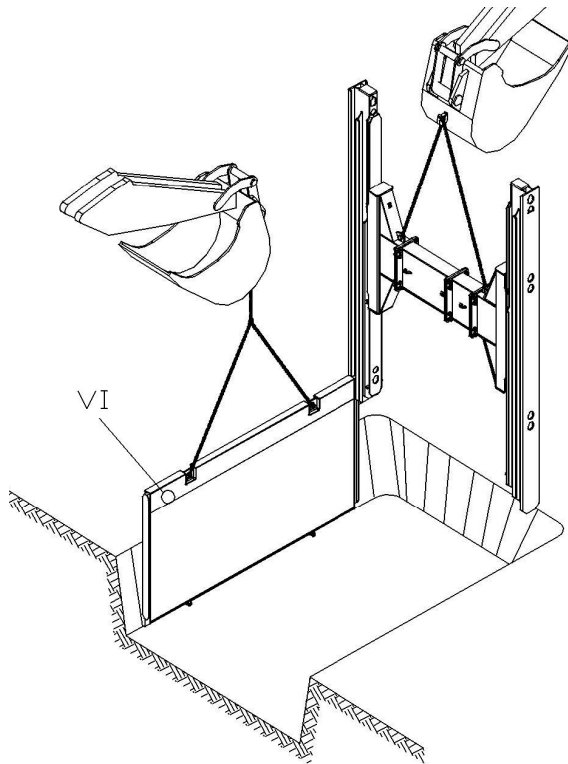
Handling of slide rails plates

For the transportation of slide rails plates, the use of a 1-fold and a 2-fold chain is recommended. The 1-fold chain is fixed to an appropriate attachment point of the excavator shovel. The length of the chain has to be chosen that way, that the ring of the 2-fold chain is located underneath the shovel in any position of the shovel. This allows an easy and safe turning of the shoring plate into the required direction without expecting the plate jerkily knocking over.

When turning the plate, the excavator must not be moved.

- VI shoring plate
- VIII rope
- IX 1-fold chain
- X 2-fold chain

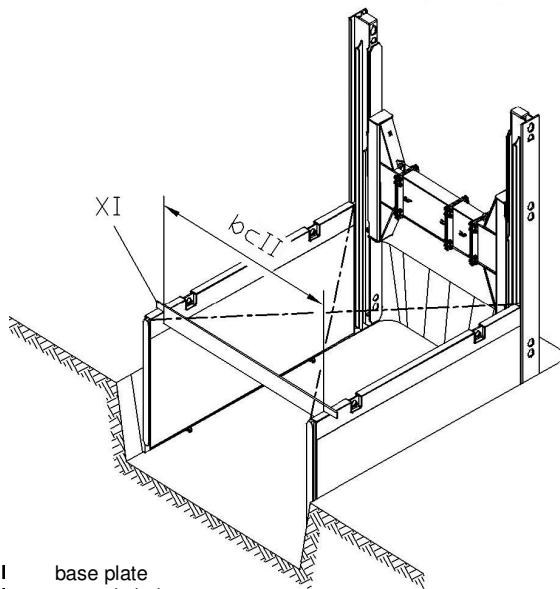
DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



Place the base plate into the pre-excavated trench, push in and secure with the boom of the first excavator. The pre-assembled slide rail frame is picked up by the second excavator, which must have an appropriate lift, swung over the shoring plate into the pre-excavated trench, mounted into the outer guidance and pushed in.

At this stage the trench must not be entered.

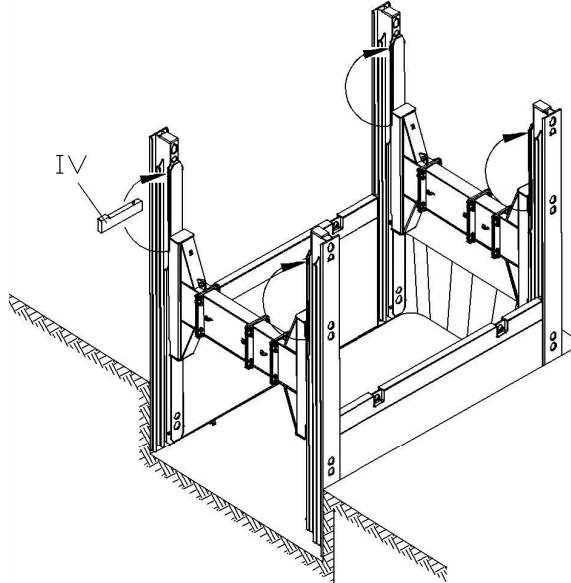
Mount the second shoring plate in the outer guidance of the slide rail and lower up to the trench bottom.



Align parallel and over the diagonal rectangular the two shoring plates by means of spacers / assembly helps.

- VI base plate
- XI assembly help
- bcII plate distance

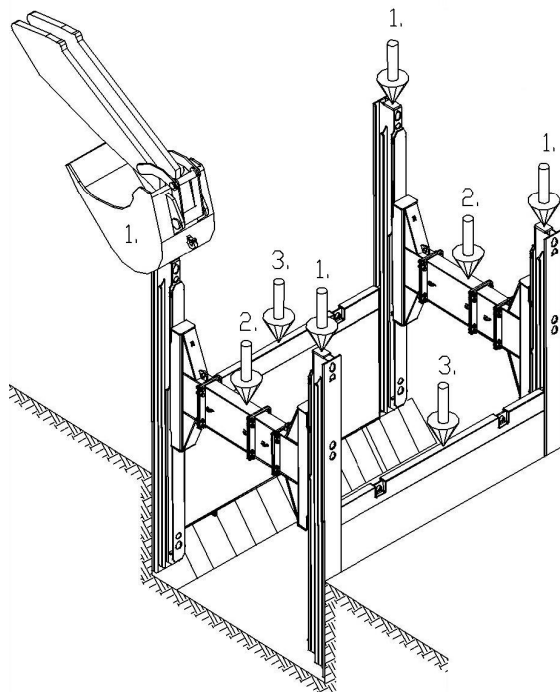
DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



Now the second pre-assembled slide rail frame is guided over two plate guidances and pushed into the soil. Push in slide rails and plates and align if required. Fill in and compact the excavation between shoring and soil!

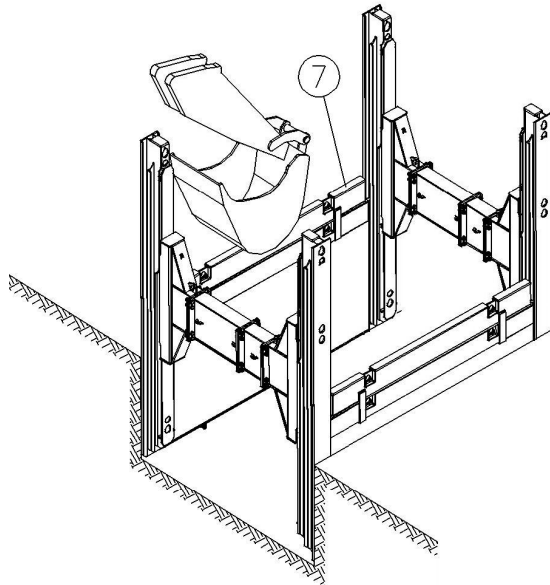
The upper limit pins must now be re-positioned – as illustrated. The rolling strut pair can now be moved on the slide rails and thus allows the function of the Rolling Strut Shoring. By positioning the limit pin into the upper hole, an unintentional slipping of the rolling strut is avoided during the lowering of the shoring.

IV limit pin

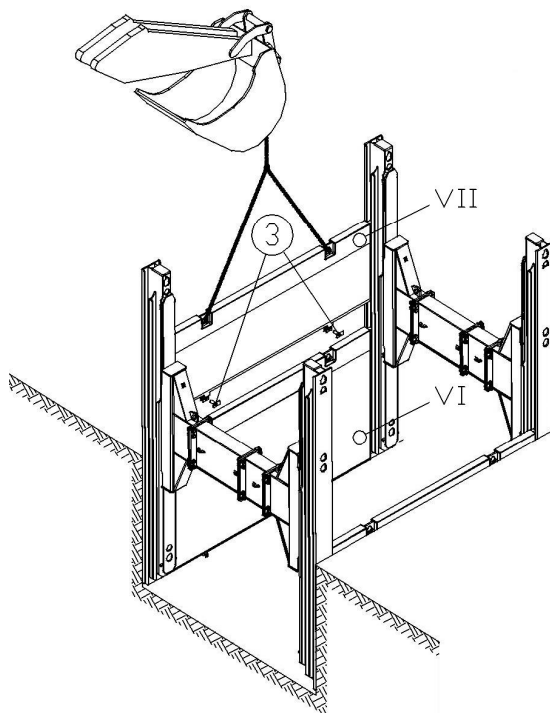


Excavate about another 50 cm and push in by turns slide rails, rolling struts and shoring plates. It has to be paid attention that the plates do not project the slide rails below, that all components are pushed in by about the same lift and that the rolling strut is positioned as much as possible in the middle of the slide rail frame.

DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



To protect the shoring plates and ensure a long life cycle we recommend the use of protection rails. The single shoring components have to be pushed in and not battered.



When the top edge of the externally guided plate reaches the top ground surface, the system can be extended if required by using a top plate or by mounting another base plate in the inner guidance of the slide rail.

When using top plates it has to be made sure that they will be connected with the base plates by means of pins.

Lower the inner guided plate down to the excavation bottom.

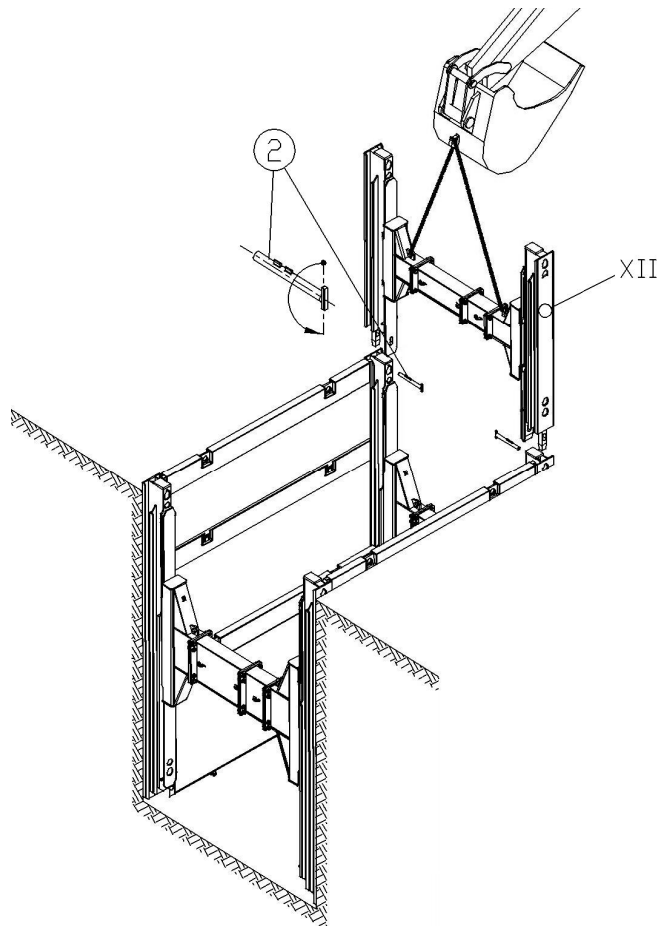
The lowering step-by-step, whereupon slide rails, rolling struts and inner plates are pushed down, is repeated until reaching the final trench bottom.

The top edge of the shoring must overtop the surrounding terrain by at least 5 cm!

VI base plate
VII top plate

3 pins top plate
7 protection rail

Installation of extension rails



For trench depths greater than the length of the base rail, extension rails have to be used. The extension rail frame does not have the A-position.

Put the pre-assembled extension rail frame with the connector guide onto the base rail frame and connect or join by fixing and turning the fastening pin.

The further installation up to the trench bottom is effected as described before.

Only now, the rolling strut is positioned to the required strut clearance height. By re-positioning or re-fastening of the lower limit pin, an inadvertently sliding of the rolling strut is avoided during the pipe laying.

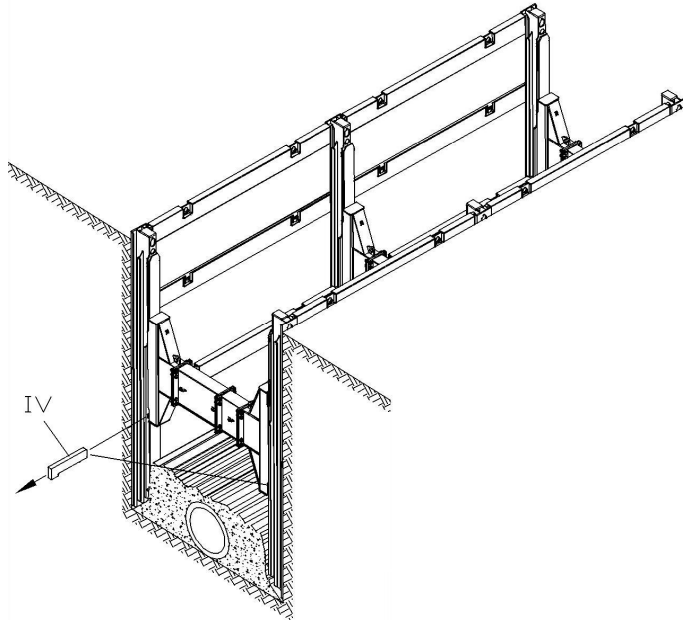
The installation of further shoring bays is effected as described before - with the installation of the shoring plates in the outer guidances.

The plate distance has to be checked for every new shoring bay.

XII extension slide rail frame

2 pin for extension rail

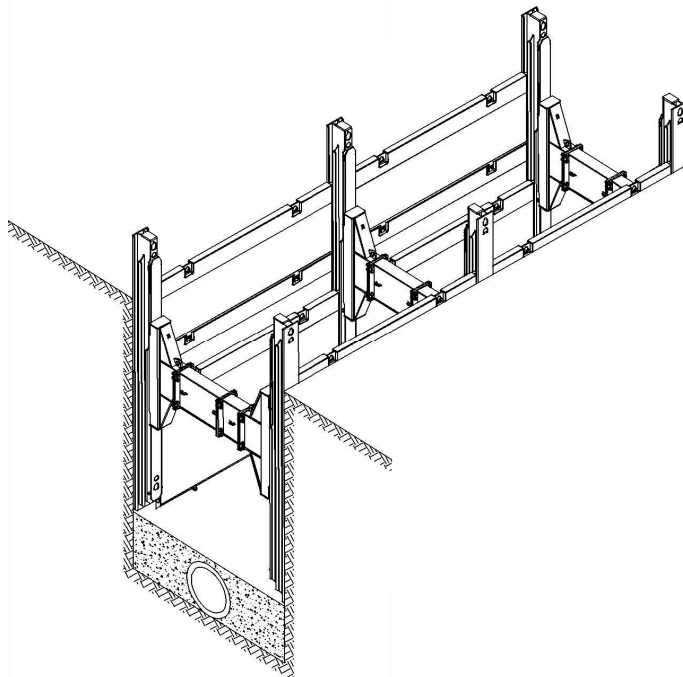
Re-installation



IV limit pin

At the beginning of the re-installation, remove the lower limit pins at the rolling strut.

According to compacting possibilities, fill in max. 50 cm backfill.



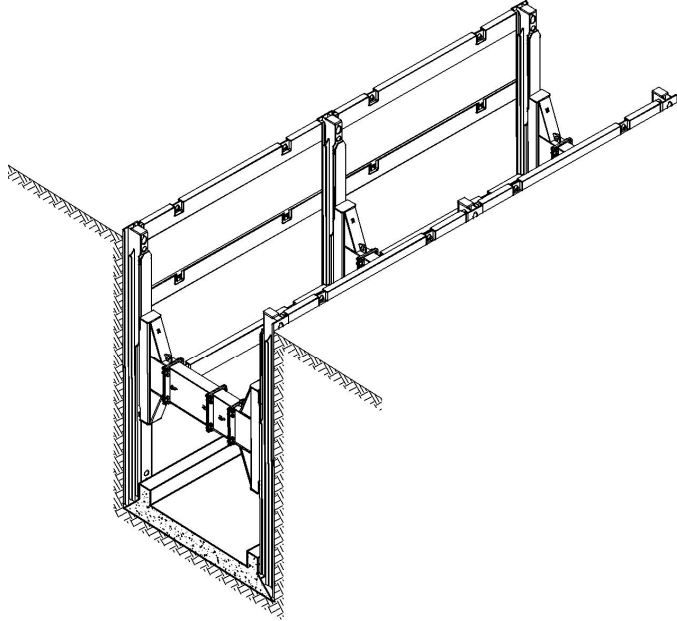
Lift the shoring components by the filled height. Finally compact the backfill.

Repeat this procedure as described until the shoring can be lifted out of the trench in consideration of the safety instructions.

Use the designated lifting eyes only for lifting the shoring components.

We advise expressly, that it forbidden to enter the danger area during the installation and also during the re-installation.

Bottom support



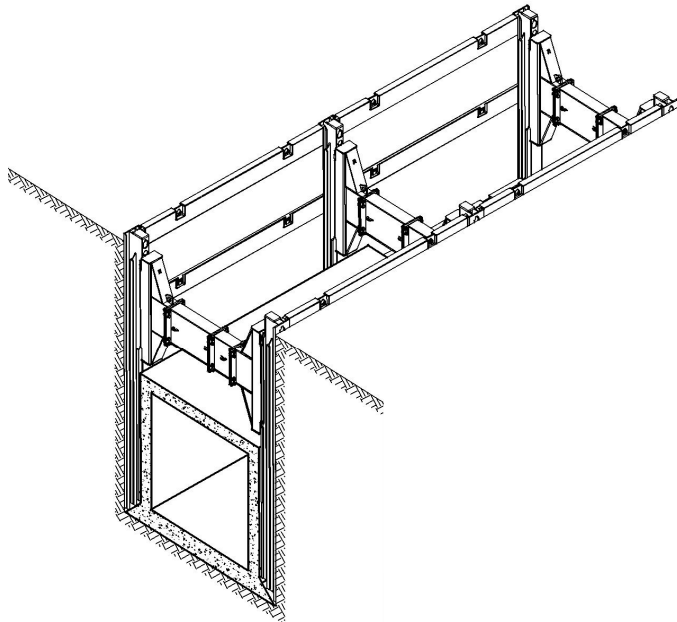
For great strut clearance heights and/or in-situ concrete projects it is often required for static reasons to brace the slide rail in the trench bottom.

In doing so, the shoring is installed up to the trench bottom according to the installation guidelines.

In this phase the rolling strut should be positioned centrally.

According to the static demands, a steel beam or a concrete slab is placed in the trench bottom.

Thereby it has to be paid attention that the steel beam is seated superficially between the guidances of the slide rail frame.



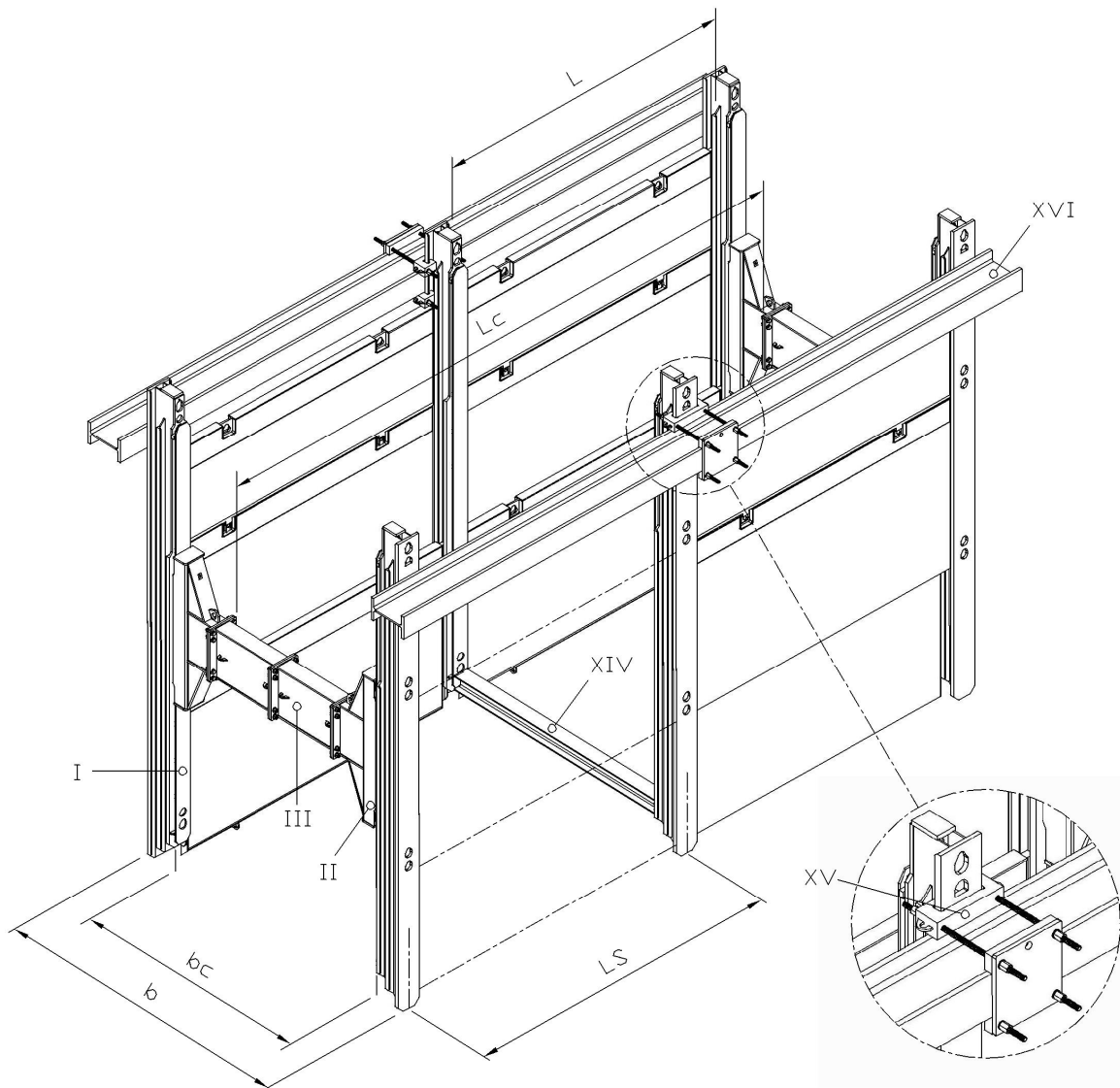
After placing the bottom support and respectively hardening the concrete slab, the rolling strut can be lifted up to the highest limit pin in the slide rail and fixed below by means of the limit pin.

DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



Adjustable clamping device

System drawing



I slide rail
II rolling strut (RS)
III distane piece
XIV bottom support

XV clamping device
XVI upper waler line
b trench width
bc working width

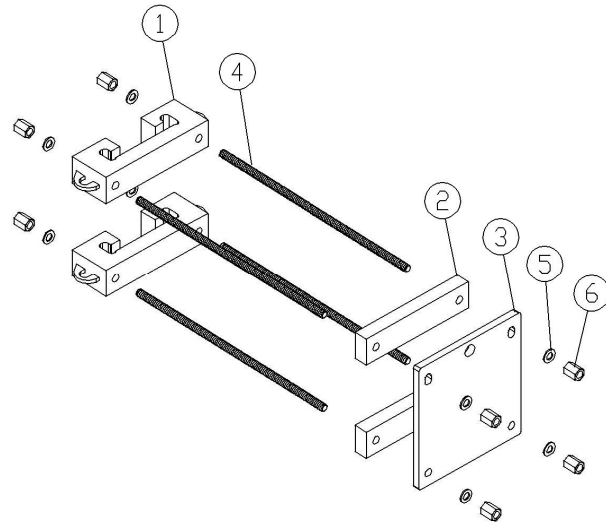
L plate length
L_s system length
L_c strut clearance length

DOUBLE SLIDE RAIL RS Series 750



Technical parameters

no.	description	dimensions [mm]	weight [kg]
1	socket	120*180*520	61,3
2	lug	60*120*520	29,4
3	flange plate	30*555*520	68,0
4	threaded rod	ø26,5 * 1000	4,50
5	washer	Di = 31	0,05
6	6-squared nut	26,5	0,54



Strut-free pits, e.g. for the laying of long pipes, for building a structure or for placing a press drilling machine can be realised with the adjustable clamping device.

After assembling the clamping device, one or several rolling struts can be dismantled. The slide rail frames which have to be strut-free afterwards, must be about 1,35 m longer than the required trench depth. This clearance is required for the bottom support at the slide rail end and for fixing the clamping device above the trench.

The clamping device engages behind the outer rail guidance and clamps the outside horizontal upper waler. The upper forces, passed in by the slide rail, are transfered over the outer waler to the corner slide rails.

Installation instructions

After installing the rolling strut shoring and bracing the slide rail frames in the trench bottom (bottom support), the clamping device can be assembled above the trench.

Therefor the lower socket which is pre-assembled with threaded rods, is moved over the rail guidance and put down on the top ground surface. The lower lug keeps the two threaded rods at bay and serves also as lining of the upper waler. More linings, distributed over the length of the waler, can be made up of square-shaped timber for example.

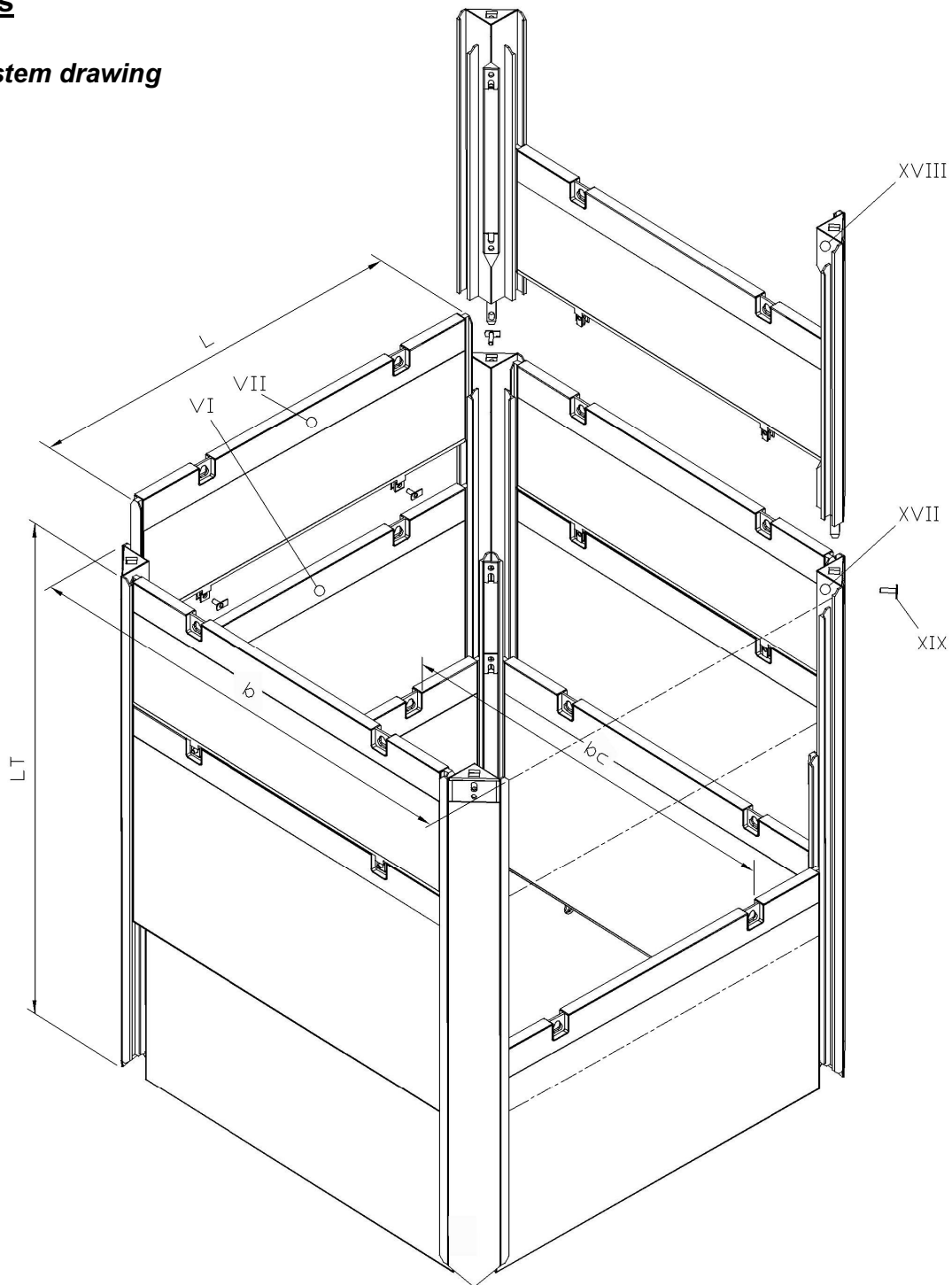
The dimensioning of the waler acts in accordance with the statical requirements, whereas also 2 walers can be placed back-to-back.

Behind the slide rail, the waler is put down on the socket and lug. The upper socket, pre-assembled with threaded rods, is also moved the slide rail guidance, fit with the lugs and put down on the waler. Move the flange plate over the 4 threaded rods and torque with the washers and nuts.

Now the upper limit pins in the slide rail frames can be removed and the rolling struts can be dismantled.

Pits

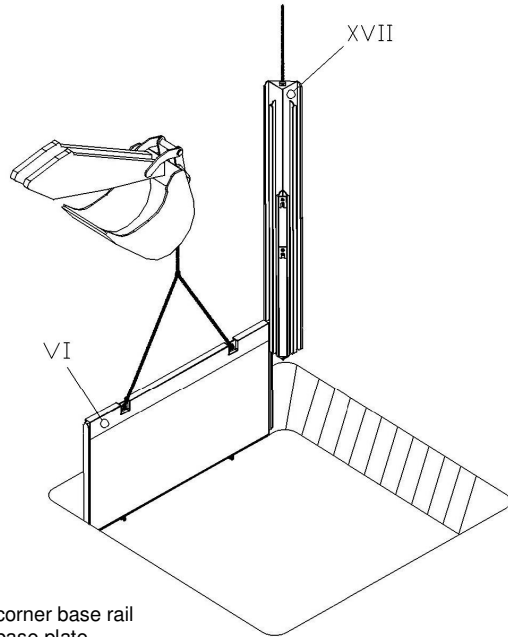
System drawing



XVII corner base rail
XVIII corner extension rail
XIX pin
VI+VII plate

b trench width
b_C working width
L plate length
L_T slide rail length

Installation instructions



XVII corner base rail
VI base plate

Pre-excavation of max. 1,25 m and approx. 10 cm wider than the pit will be.

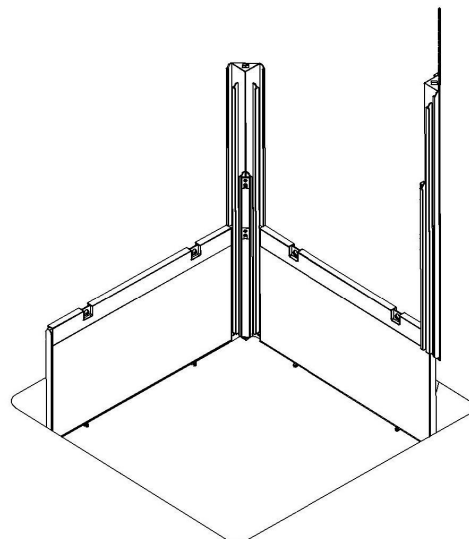
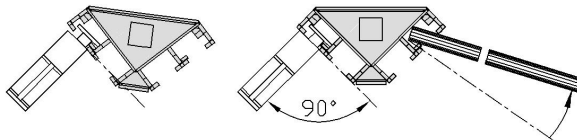
In principle the pre-excavation complies with the type of soil and safety regulations.

Place the first base plate in the pre-excavated trench, push in and secure against canting over.

The first corner slide rail is picked up by the excavator, which must have an appropriate lift, then swung over the plate, mounted in the outer guidance (side of ground) and lowered.

In this phase the trench may not be entered.

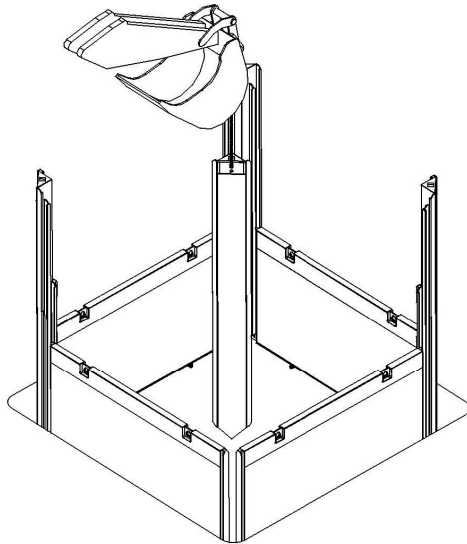
Align the corner slide rail and push in.



Mount the second plate in the free outer guidance of the rail and align rectangularly.

Now the second corner slide rail is moved over the plate guidance, aligned and pushed into the soil.

The further installation is effected as described before.



After installing the fourth plate, the free guidances of the first and of the last plate have to be aligned that way that the last corner slide rail can be mounted over both plate guidances.

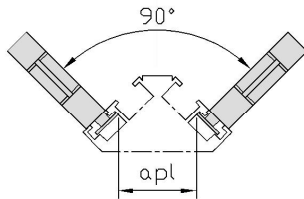
The perfect distance between the guidances (a_{pl}) is 35 cm.

The pit is now completely assembled with the outer plates and if required can be aligned diagonally.

Pre-excavate about another 50 cm and push in rails and plates by turns.

It has to be paid attention that the plates do not project the slide rails by more than 50 cm.

Fill in and compact the excavation between shoring and soil!



To protect the shoring plates and to ensure a long life cycle we recommend the use of protection rails. The single shoring components have to be pushed in and not battered.

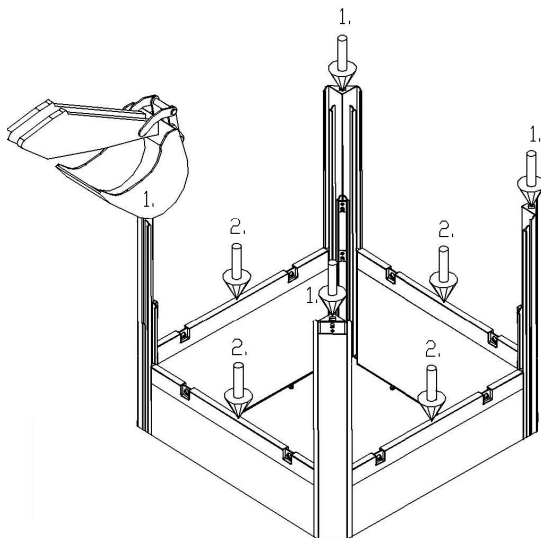
When the top edge of the plate reaches the top ground surface, the system can be extended if required by using a top plate or by mounting another base plate in the inner guidance of the slide rail.

When using top plates it has to be made sure that they will be connected with the base plates by means of pins.

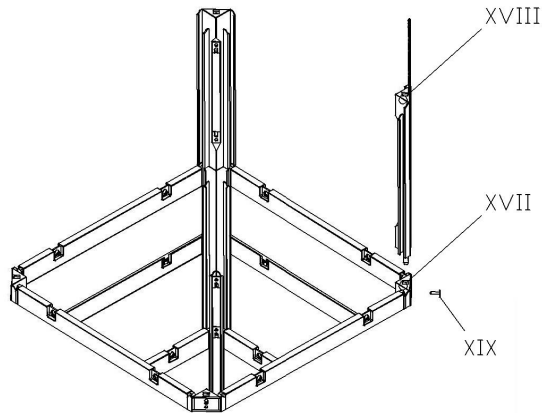
Lower the inner guided plate down to the excavation bottom.

The lowering step-by-step, whereupon slide rails, rolling struts and inner plates are pushed down, is repeated until reaching the final trench bottom.

The top edge of the shoring must overtop the surrounding terrain by at least 5 cm!



Installation of extension rails



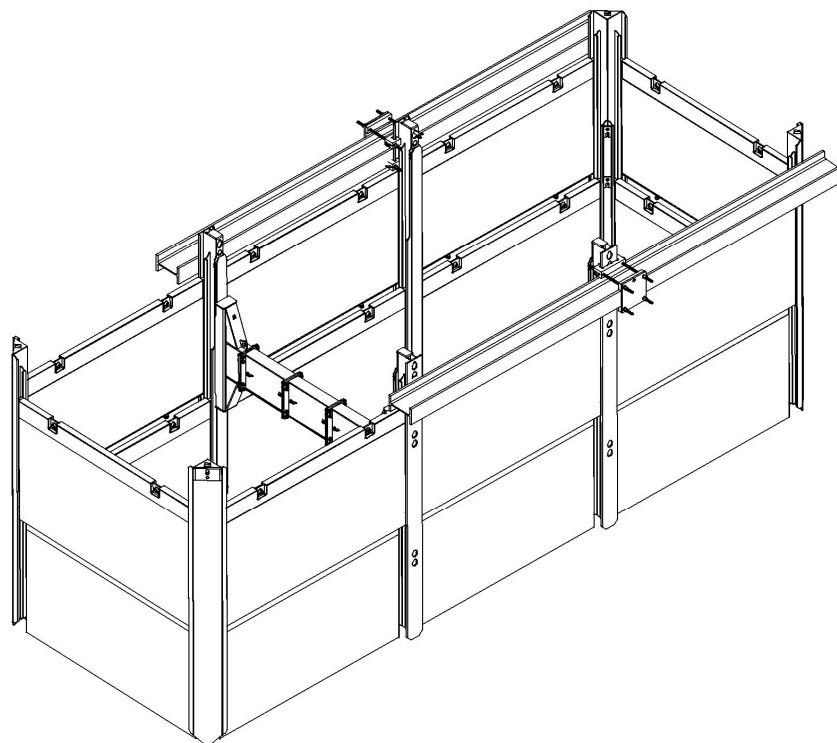
For trench depths greater than the length of the base rail, extension rails have to be used.

Put the extension rail with the connector guide onto the base rail and connect or join by means of connecting pins.

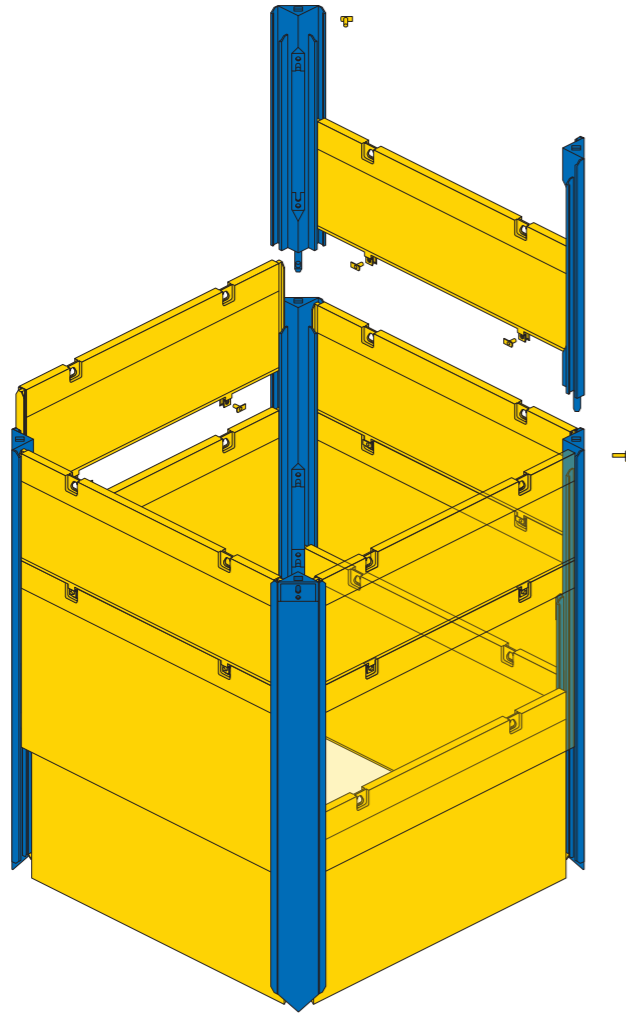
The further installation up to the trench bottom is effected as described before.

- XVII corner base rail
- XVIII corner extension rail
- XIX pin

By using corner rails in combination with slide rail frames the most different pit dimensions can be realised.



Pits



ROLLING STRUT SHORING

Series 750/790



Fast

Safe

Economical

Rugged



SBH Tiefbautechnik GmbH
 Ferdinand-Porsche Straße 8
 D - 52525 Heinsberg

Tel. +49 (0) 24 52/91 04 0
 Fax +49 (0) 24 52/91 04 50

info@sbh-tiefbautechnik.com
 www.sbh-tiefbautechnik.com



ROLLING STRUT SHORING

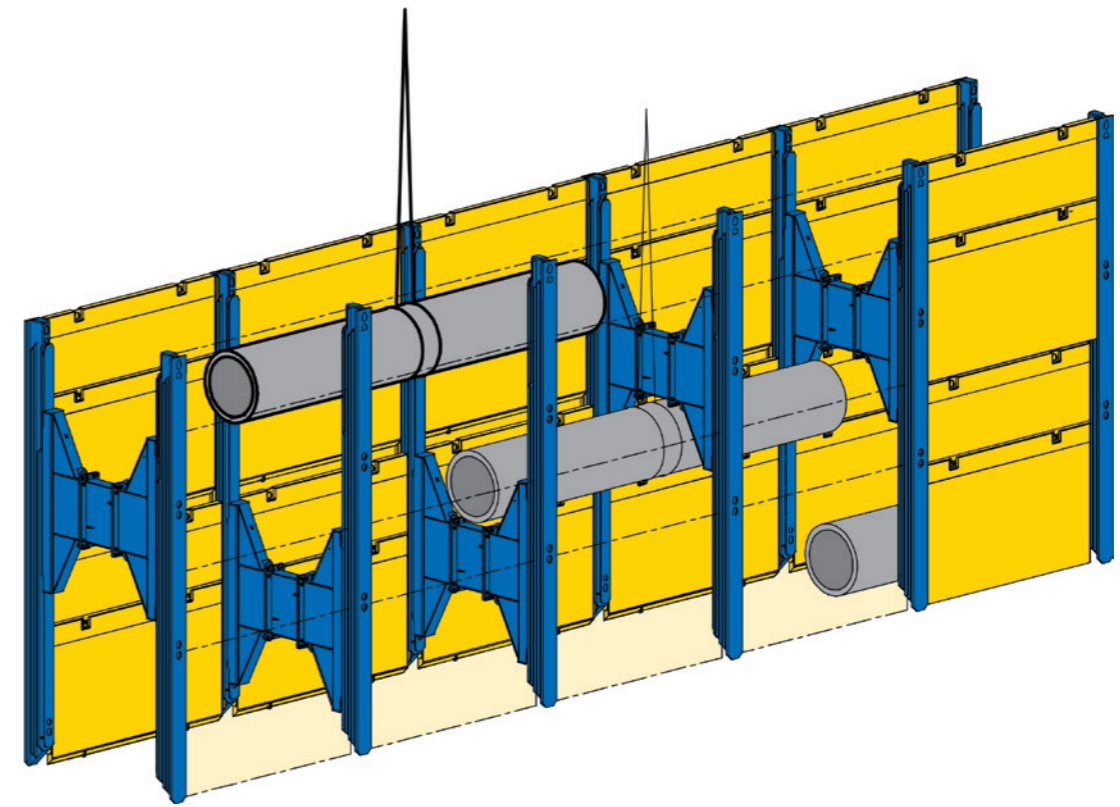
Series 750/790

The safe solution for hazardous jobs

The SBH Slide Rail System is perfect for projects with a combination of difficult conditions and can be used in most instances when conventional systems fail.

The SBH Slide Rail System is designed to handle deep trench excavations, close to existing buildings and adjacent to active roadways, without settlement.

The Inner Track of the Double Slide Rail System has been modified to accept the inner panels without loading them from the top as in older systems. This feature improves installation time.



The SBH Rolling strut shoring system allows a minimum pipe clearance of 3.00 metres and can be used for trench depths up to 9.00 metres which makes the system especially suited for typical inner city work.

If needed the Rolling Struts can be positioned in different heights and thus allow the laying of very long pipes.



Additional strength while providing more room for the excavator while digging or laying pipe

The compact size and center position of the "H" shaped rolling strut offers optimum working room during all operations. In every phase of the installation and removal process, the movable rolling strut is situated in such a low position that an excavator even with a short boom is always able to work free and unhindered. This feature makes this system much easier to use than any double strut slide rail system.

The unique rolling strut insures that opposing slide rails always remain parallel even when they are sliding past one another. Because of this, the slide rail panels can be installed easily even in deep cuts.

Soil movement outside the trench is minimized during the lining process. The horizontal soil movement which occurs when using conventional systems due to the shifting or tilting of slide rail panels during the lowering process is eliminated. The trench width remains constant during the entire excavation and back-fill operation.

The removal process is improved as well, and is just as problem-free as the installation. Much less pulling force is required to remove panels as compared to old style slide rail systems. There is no horizontal movement of the shoring and thus no pressure against the soil.

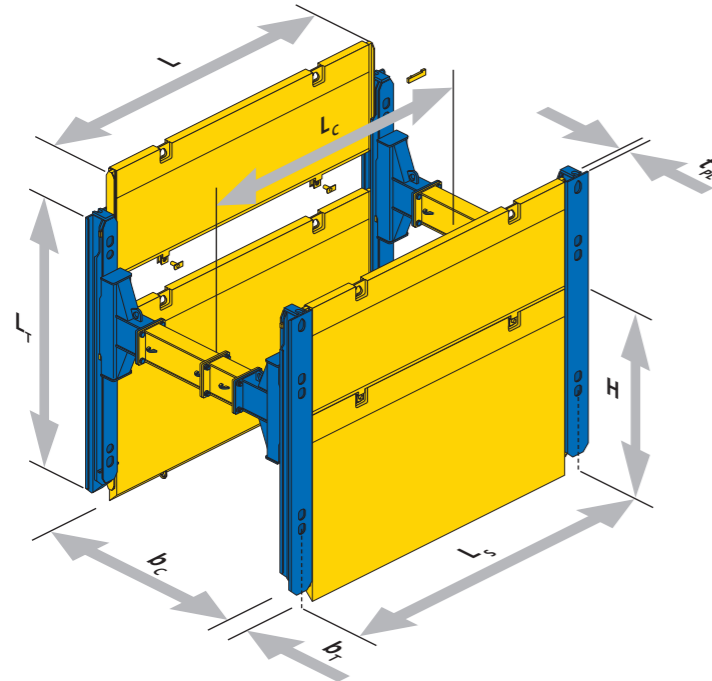
As you see - all along the line



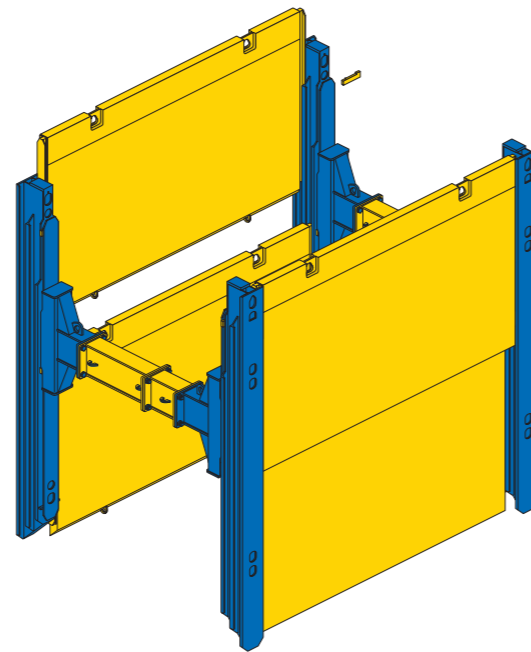
ROLLING STRUT SHORING

Series 750/790

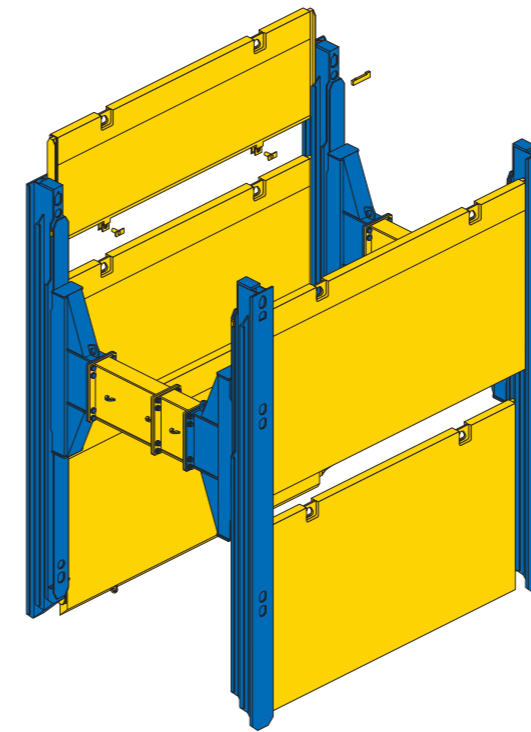
Single slide rail
Series 790



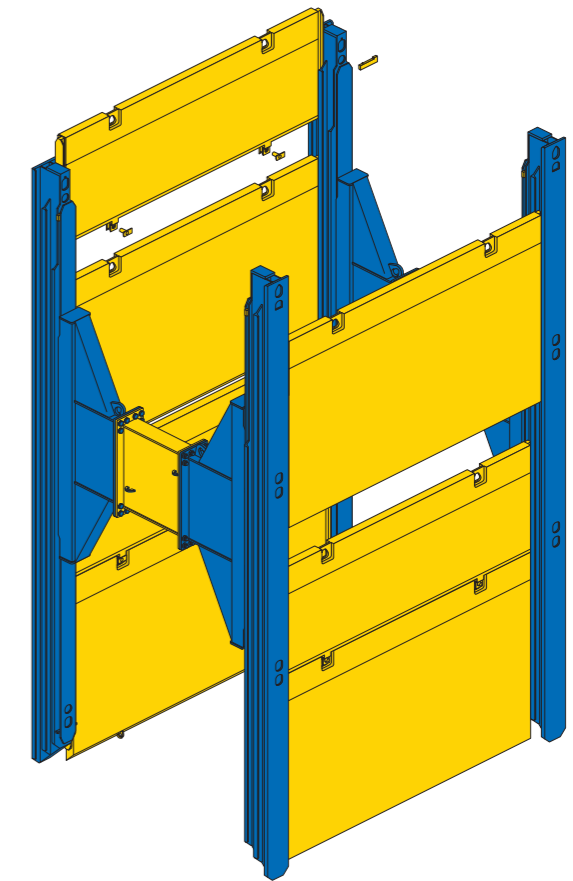
Mini double slide rail
Series 750/790



Standard double slide rail
Series 750



Mega double slide rail
Series 750



RS-Rail

Name	Rail length L_r [m]	Weight per rail [kg]	Rail height b_r [mm]	Permissible bending moment [kNm]
Single – Series 790	3.50	540	220	307
Standard – Series 750	4.50	960	375	672
Standard – Series 750	5.50	1170		
Top rail – Series 750	3.00	650	405	927
Mega – Series 750	6.50	1710		
Mega – Series 750	7.50	2000		
Top rail Mega – Series 750	3.00	760		

Corner slide rail

Name	Rail length L_r [m]	Weight per rail [kg]	Rail height b_r [mm]	Permissible bending moment [kNm]
Single – Series 790	3.50	390	275	132
Standard – Series 750	4.50	810	430	328
Standard – Series 750	5.50	950		
Standard – Series 750	6.50	1130		
Standard – Series 750	7.50	1305		
Corner top rail – Series 750	3.00	530		

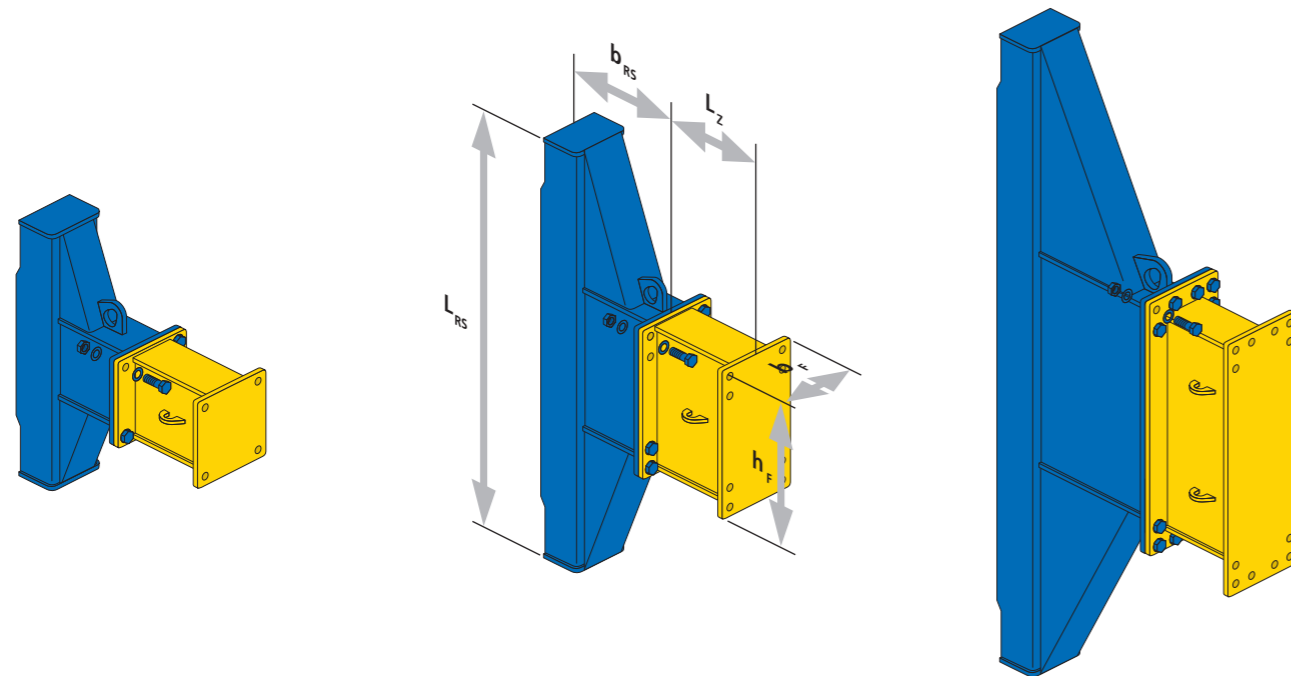
Slide rail plates

Plate length L [m]	Plate height H [m]	Thickness t_{PL} [m]	Pipe clearance length L_c [m]	Pipe clearance height h_c [m]	Permissible earth pressure [kN/m ²]	Weight [kg]
2.00	2.40	107	1.80	2.27	158.2	550
	1.40			355		
2.50	2.40		2.30	2.77	101.2	650
	1.40			420		
3.00	2.40		2.80	3.27	70.3	770
	1.40			495		
3.50	2.40		3.30	3.77	51.6	900
	1.40			580		
4.00	2.40		3.80	4.27	39.5	1010
	1.40			650		
4.00	2.40	130	3.80	4.27	82.1	1370
	1.40			880		
4.50	2.40		4.30	4.77	64.9	1530
	1.40			980		
5.00	2.40		4.80	5.27	52.6	1690
	1.40			1070		
5.50	2.40		5.30	5.77	43.4	1850
	1.40			1170		
6.00	2.40		5.80	6.27	36.5	2210
	1.40			1370		

ROLLING STRUT SHORING

Series 750/790

Rolling strut frame



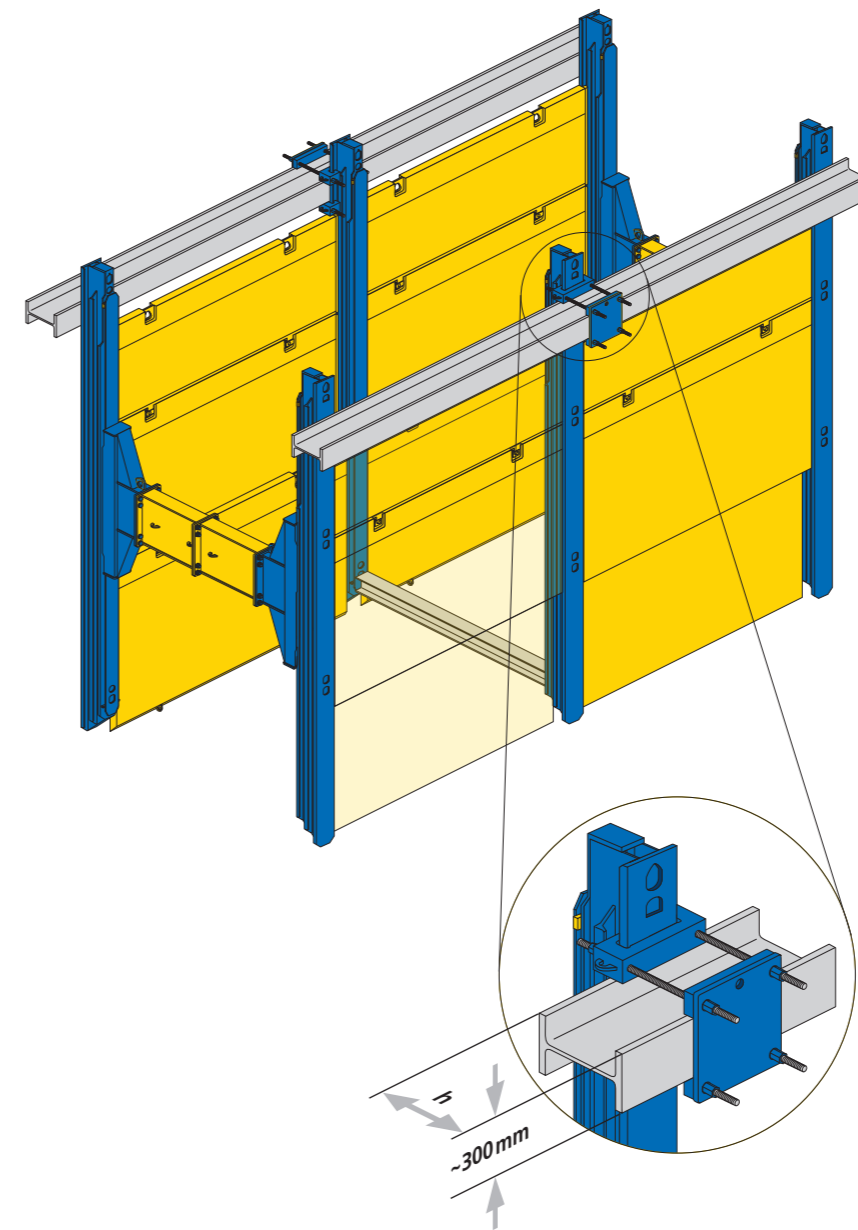
Rolling strut (RS)

Name	RS-length L_{RS} [m]	RS-width b_{RS} [m]	min. working width b_c [m]	Flange $b_F \times h_F$ [mm]	Permissible forces [kN]	Weight per RS-pair [kg]
Mini – RS	1.24	0.62	1.24	405 x 420	-100 bis 639	620
Standard – RS	2.04	0.62	1,24	405 x 720	-200 bis 780	980
Mega – RS	3.04	0.92	1.83	405 x 1220	-374 bis 973	1700
RS for top rail & SSR	1.24	0.62	1.24	405 x 420	-100 bis 639	620

Distance piece

Length L_z [m]	RS Mini / Top / SSR		Standard – RS		Mega – RS	
	Flange [mm]	Weight [kg]	Flange [mm]	Weight [kg]	Flange [mm]	Weight [kg]
0.25		99		163		306
0.50	405 x 420	128	405 x 720	201	405 x 1220	363
0.75		157		239		418
1.00		185		277		474
2.00	405 x 420	303	405 x 720	437	405 x 1220	714
3.00		421		597		960

Adjustable clamping device



Technical parameters

Name	Dimensions [mm]	Weight [kg]
Adjustable clamping device Width ~300mm, height adjustable	550 x 520 x h	275

