



Prefeitura Municipal de Belo
Horizonte – PBH

Secretaria Municipal de Obras
e Infraestrutura – SMOBI

Superintendência de
Desenvolvimento da Capital –
SUDECAP

Diretoria de Planejamento e
Controle de Empreendimentos
– DPLC-SD

Departamento de Informações
e Procedimentos Técnicos –
DPIT-SD

Gerência de Normas e
Padrões Técnicos – GENPA-
SD

CADERNO DE ENCARGOS SUDECAP

Este documento faz parte do
Caderno de Encargos SUDECAP
disponível no Portal PBH.

São reservados à Prefeitura
Municipal de Belo Horizonte todos
os direitos autorais. Desde que o
documento seja referenciado, é
permitida a reprodução do seu
conteúdo. A violação dos direitos
autorais sujeita os responsáveis às
sanções cíveis, administrativas e
criminais previstas da legislação.



CAPÍTULO 19

DRENAGEM

PUBLICAÇÃO 4ª EDIÇÃO: 10/09/2019

VERSÃO ATUALIZADA: 07/11/2022

SUMÁRIO

19	DRENAGEM URBANA.....	2
19.1	OBJETIVO	2
19.2	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES	2
19.3	CONDIÇÕES GERAIS.....	4
19.4	REDE TUBULAR DE CONCRETO	4
19.5	REDE TUBULAR DE CONCRETO COM JUNTA ELÁSTICA	10
19.6	REDE TUBULAR DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)	12
19.7	ALA DE REDE TUBULAR	16
19.8	BOCA DE LOBO.....	19
19.9	QUADRO, GRELHA E CANTONEIRA DAS BOCAS DE LOBO...33	
19.10	DEPRESSÃO DAS BOCAS DE LOBO	38
19.11	CAIXA DE PASSAGEM.....	41
19.12	POÇO DE VISITA.....	47
19.13	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA	56
19.14	TAMPÃO DE POÇO DE VISITA	57
19.15	ALTEAMENTO / REBAIXAMENTO DE TAMPÃO DE POÇO DE VISITA	63
19.16	DESCIDA D' ÁGUA	65
19.17	DRENOS	69
19.18	BARRAGEM	74
19.19	SARJETA.....	76
19.20	CANAleta DE ÁGUA PLUVIAL.....	79
19.21	ESCORAMENTO DESCONTÍNUO DE VALAS	84
19.22	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE VALAS.....	87
19.23	ESCORAMENTO BLINDADO	90
19.24	REFERÊNCIAS	91



19 DRENAGEM URBANA

19.1 OBJETIVO

O Caderno de Encargos SUDECAP apresenta a sistemática empregada na execução de dispositivos para drenagem urbana em Belo Horizonte, e todo o seu conjunto, além da definição dos padrões em vigor, os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços, as dimensões e os detalhes construtivos. Os dispositivos de drenagem urbana têm como objetivo captar, conduzir para local adequado, toda a água que sob qualquer forma venha a atingir as vias e o meio ambiente.

Em complementação a este documento, deverá ser observado o disposto na Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem, gerenciada pela Diretoria de Gestão de Águas Urbanas - DGAU (SMOBI/PBH), no que tange a Chuvas, Dimensionamento Hidráulico e Técnicas Compensatórias de Reservação.

19.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES

Álbum de Projetos Tipo de Drenagem - DNIT, 2018.

DNIT EM 093/16 - Tubo dreno corrugado de polietileno da alta densidade PEAD para drenagem rodoviária.

DNIT EM 094/14 - Tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) e poliolefinicos (PE e PP) para drenagem em rodovia - Especificação de material.

DNIT ES 015/06 - Drenagem - Drenos subterrâneos.

DNIT ES 016/06 - Drenagem - Drenos sub-superficiais.

DNIT ES 017/06 - Drenagem - Drenos sub-horizontais.

DNIT ES 018/06 - Drenagem - Sarjetas e valetas de drenagem.

DNIT ES 019/04 - Drenagem - Transposição de sarjetas e valetas.

DNIT ES 021/04 - Drenagem - Entradas e descidas d'água.

DNIT ES 022/06 - Drenagem - Dissipadores de energia.

DNIT ES 023/06 - Drenagem - Bueiros tubulares de concreto.

DNIT ES 024/06 - Drenagem - Bueiros metálicos executados sem interrupção do tráfego.

DNIT ES 025/04 - Drenagem - Bueiros celulares de concreto.

DNIT ES 026/04 - Drenagem - Caixas coletoras.

DNIT ES 027/04 - Drenagem - Demolição de dispositivos de concreto.

DNIT ES 029/04 - Drenagem - Restauração de dispositivos de drenagem danificados.

DNIT ES 030/04 - Drenagem - Dispositivos de drenagem pluvial urbana.

Manual de Drenagem de Rodovias - DNIT, 2006.

Manual Técnico de Drenagem e Esgoto Sanitário - ABTC 2008.

NBR ISO6892-1/13 - Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente.

NBR ISO7438/22 - Materiais metálicos - Ensaio de dobramento.

NBR NM14/12 - Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio.

NBR NM15/12 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel.

NBR NM16/12 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico.

NBR NM18/12 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo.

NBR NM26/09 - Agregados - Amostragem.

NBR NM46/21 - Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrômetro, por lavagem.

NBR NM49/01 - Agregado fino - Determinação de impurezas orgânicas.



- NBR NM51/21 - Agregado graúdo - Ensaio de abrasão "Los Angeles".
- NBR NM 248/03 - Agregados - Determinação da composição granulométrica.
- NBR 5645/90 - Tubo cerâmico para canalizações.
- NBR 5739/18 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.
- NBR 6118/14 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos.
- NBR 6136/16 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos.
- NBR 6323/16 - Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido.
- NBR 6598/15 - Peças brutas de ferro fundido cinzento - Afastamentos dimensionais.
- NBR 6916/18 - Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal.
- NBR 6927/15 - Peças brutas de ferro fundido nodular - afastamentos dimensionais.
- NBR 7190/97 - Projeto de estruturas de madeira.
- NBR 7211/21 - Agregado para concreto.
- NBR 7212/12 - Concreto dosado em Central - Preparo, fornecimento e controle.
- NBR 7215/19 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão.
- NBR 7218/10 - Agregados - Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis.
- NBR 7362-1/07 - Sistemas enterrados p/ condução de esgoto - Parte 1 - Requisitos p/ tubos de PVC com junta elástica.
- NBR 7398/15 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - verificação da aderência do revestimento - método de ensaio.
- NBR 7399/15 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - método de ensaio.
- NBR 7477/82 - Determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado.
- NBR 7478/21 - Método de ensaio de fadiga de barras de aço para concreto armado.
- NBR 7480/22 - Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado.
- NBR 7529/91 - Tubo e conexão cerâmicos para canalizações - Determinação da absorção de água.
- NBR 8890/20 - Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaio.
- NBR 9062/17 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.
- NBR ISO 9864/13 - Geossintéticos - Método de ensaio para determinação da massa por unidade de área de geotêxteis e produtos correlatos.
- NBR 10160/05 - Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil – requisitos e métodos de ensaios.
- NBR ISO 10319/13 - Geossintéticos - Ensaio de tração faixa larga.
- NBR 10844/89 - Instalações prediais de águas pluviais.
- NBR 12118/14 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio.
- NBR 12655/22 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento.
- NBR 13277/05 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água.
- NBR 15073/04 - Tubos corrugados de PVC e de polietileno para drenagem subterrânea agrícola.
- NBR 15270-1/17 - Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria - Parte 1: Requisitos.
- NBR 15961-2/20 - Alvenaria estrutural - Blocos de concreto - Parte 2: Execução e controle de obras.
- NBR 16372/15 - Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (método de Blaine).



NBR 16697/18 - Cimento Portland - Requisitos.

NBR 17015/22 - Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis.

NBR ISO 21138/16 - Sistemas de tubulações plásticas para drenagem e esgoto subterrâneos não pressurizados - Sistemas de tubos com paredes estruturadas de policloreto de vinila não plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) e polietileno (PE) / Partes 1, 2 e 3.

19.3 CONDIÇÕES GERAIS

As obras de implantação das redes de drenagem, executadas com tubos de concreto, deverão obedecer rigorosamente às NBR 8890 e NBR 17015, às recomendações específicas dos fabricantes dos materiais empregados e aos requisitos exigidos pela FISCALIZAÇÃO.

As obras de execução das redes de drenagem, executadas com tubos de polietileno de alta densidade – PEAD, com paredes estruturadas, deverão obedecer à NBR 21138 e demais normas aplicáveis citadas neste capítulo, às recomendações específicas dos fabricantes dos materiais empregados e aos requisitos exigidos pela FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA será responsável quanto ao uso obrigatório e correto pelos operários dos equipamentos de proteção individual, de acordo com as Normas de segurança, Higiene e Medicina do Trabalho.

A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da CONTRATADA.

A relação dos dispositivos aqui padronizados para a área urbana são as redes tubulares, escoramentos, as alas de entrada e saída, bocas de lobo, caixas de passagem, poços de visita, descidas d' água, sarjetas, drenos e canaletas.

A execução deverá:

- Ser acompanhada por equipe designada pela CONTRATADA e fiscalizada por profissional legalmente habilitado;
- Ter a demarcação e o acompanhamento realizados por equipe de topografia;
- Atender às determinações de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho;
- Evitar bloqueio, obstrução ou eliminação de cursos d'água e canalizações existentes durante a execução dos serviços, salvo nos casos em que o construtor apresentar projeto de análise do responsável pela interferência, que fornecerá aprovação, mediante termo oficial.

19.4 REDE TUBULAR DE CONCRETO

19.4.1 Objetivo

Classificar e estabelecer os formatos, dimensões e performances exigíveis nos tubos pré-fabricados de concreto a serem utilizados na construção das redes tubulares implantadas pela PBH.

19.4.2 Definições

Tubo de concreto é o elemento pré-fabricado de seção circular de concreto armado a ser utilizado nas redes de águas pluviais.

Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico deve considerar o desempenho da tubulação com velocidade de escoamento adequada, para evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no terreno natural, como na própria tubulação e dispositivos acessórios, assim como garantir uma velocidade mínima de escoamento que permita autolimpeza das redes.

19.4.3 Condições específicas

19.4.3.1 Equipamentos

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser adequados aos tipos de escavação e necessários para a execução satisfatória dos serviços, inclusive equipamentos de segurança. Esses equipamentos compreendem: guincho ou guindauto; caminhão de carroceria fixa ou basculante; betoneira ou caminhão; pá carregadeira; depósito de água; carrinho de concretagem; retroescavadeira, vibrador de placa ou de imersão; compactador mecânico; ferramentas manuais.

Para valas de profundidade até 4 m, com escavação mecânica, recomenda-se utilizar retroescavadeiras, podendo ser empregada escavação manual no acerto final da vala, fazendo o uso de escoramento adequando

conforme previsto na NR 18. Para escavação mecânica de valas com profundidade além de 4 m recomenda-se o uso de escavadeira hidráulica.

19.4.3.2 Materiais

19.4.3.2.1 Berço

O concreto do berço será constituído por cimento Portland comum (NBR 16697), agregados (NBR 7211) e água. A composição volumétrica da mistura deverá ser de 1:3:6, cimento, areia e brita, devendo ser alcançado o f_{ck} mínimo de 10 MPa.

19.4.3.2.2 Rejuntamento

Os tubos serão rejuntados com argamassa de cimento e areia, no traço volumétrico de 1:3. A argamassa de rejuntamento no encontro dos tubos deverá obedecer a mesma curvatura da bolsa. O rejuntamento deve ser feito de modo a atingir toda a circunferência da tubulação, a fim de garantir a sua estanqueidade.

19.4.3.2.3 Reaterro

O reaterro envolvendo os tubos será manual até a altura de 20 cm acima da sua geratriz superior.

A altura mínima de recobrimento acima da geratriz superior das redes tubulares deve ser acima de 60 cm ou a 1,5 vezes o diâmetro do tubo, o que for maior.

19.4.3.2.4 Tubos

Os tubos serão pré-fabricados de concreto armado, de encaixe tipo ponta e bolsa, ou macho e fêmea, obedecendo as exigências da NBR 8890, classes PA-1, PA-2 ou PA-3 (Classe de tubos de concreto armado), em função da altura máxima do aterro e conforme indicação de projeto, moldados em formas metálicas e ter o concreto adensado por vibração ou centrifugação.

O concreto usado para a fabricação dos tubos deve ser confeccionado de acordo com a NBR 12655 e dosado experimentalmente para a resistência a compressão (f_{ck} min) aos 28 dias de 15 MPa, ou superior se indicado no projeto específico.

19.4.3.3 Execução

19.4.3.3.1 Condições iniciais

O serviço deverá ser iniciado após a dispensa ou licenciamento/autorização ambiental expedido pelo órgão competente e após liberada a ordem de serviço.

Os serviços iniciais para a implantação da rede tubular, como a locação feita por instrumentação topográfica após desmatamento e regularização, deverão estar concluídos e liberados pela FISCALIZAÇÃO, antes da escavação da vala, que será executada em profundidade que comporte a execução do berço.

Quando a declividade longitudinal da rede de drenagem for superior a 5 %, o berço deve ser provido de dentes, fundidos simultaneamente, e espaçados de acordo com o previsto no projeto.

A largura da cava deve ser superior à do berço em no máximo 50 cm para cada lado, de modo a garantir a implantação de formas nas dimensões exigidas e adequada segurança no trabalho.

19.4.3.3.2 Preparo da vala

As valas deverão estar devidamente escoradas de acordo com os critérios deste Caderno, garantindo a segurança. Para melhor orientação da profundidade e declividade da canalização recomenda-se a utilização de gabaritos para a execução dos berços e assentamento através de cruzetas.

Somente serão permitidas valas sem escoramento para profundidades até 1,25 m, onde a largura da vala será no mínimo igual ao diâmetro do tubo coletor, acrescido de 0,5 m para tubos com diâmetro até 500 mm e 0,6 m para tubos de diâmetros iguais ou superiores a 500 mm.

Deverá ser utilizado escoramento sempre que as paredes laterais da vala, poços e cavas forem constituídas de solo passível de desmoronamento, bem como nos casos em que, devido aos serviços de escavação, seja constatada a possibilidade de alteração da estabilidade do que estiver próximo à região dos serviços.

Para a execução do escoramento deve-se seguir as orientações do respectivo item deste capítulo.

19.4.3.3.3 Instalação do tubo

- O terreno deverá estar compactado mecanicamente por compactadores manuais, placa vibratória ou compactador de impacto para garantir o grau de compactação satisfatório e a uniformidade de apoio na execução do berço;

- A execução da porção inferior do berço deve ser feita até se atingir a linha correspondente à geratriz inferior dos tubos vibrando o concreto mecanicamente. Quando existir solo com baixa capacidade de suporte no terreno de fundação o berço será executado visando atender à solução especificada no projeto;
- Será feita a instalação dos tubos sobre a porção superior do berço, tão logo o concreto utilizado apresente resistência suficiente. Se necessário, utilizar guias ou calços de madeira ou de concreto pré-fabricado para fixar os tubos na posição correta. Os tubos devem ser limpos antes de sua aplicação;
- Inclinação dos dispositivos deve seguir as especificações de projeto;
- A complementação da concretagem do berço, após a instalação dos tubos deverá ser executada vibrando o concreto mecanicamente;
- Opcionalmente, o berço pode ser fundido em apenas uma etapa, com o tubo assentado sobre guias transversais de concreto pré-fabricado (2 guias por tubo);
- Retirar as formas laterais ao berço, após a cura do concreto e proceder o rejuntamento dos tubos internamente (porção inferior) e externamente (porção superior);
- Quando a rede tubular tiver sua saída em descida d'água ou dissipador de energia, cuidados especiais devem ser tomados na execução da conexão com estes dispositivos, no sentido de manter a continuidade do conjunto;
- A soleira da boca da rede tubular deve ter sempre seu nível coincidente com o nível do terreno;
- A execução do reaterro deverá ser executada, preferencialmente, com o próprio material escavado, desde que este seja de boa qualidade, seguindo as determinações indicadas em projeto. A compactação do material de reaterro pode ser executada em camadas individuais de no 15 cm de espessura, por meio de "sapos mecânicos", placas vibratórias ou soquetes manuais;
- Especial atenção deve ser dada à compactação junto às paredes dos tubos. O reaterro deve prosseguir até se atingir uma espessura de, no mínimo, 60 cm acima da geratriz superior externa do corpo da rede tubular, seguindo as tabelas a seguir. A Figura 1 ilustra uma rede tubular de concreto.

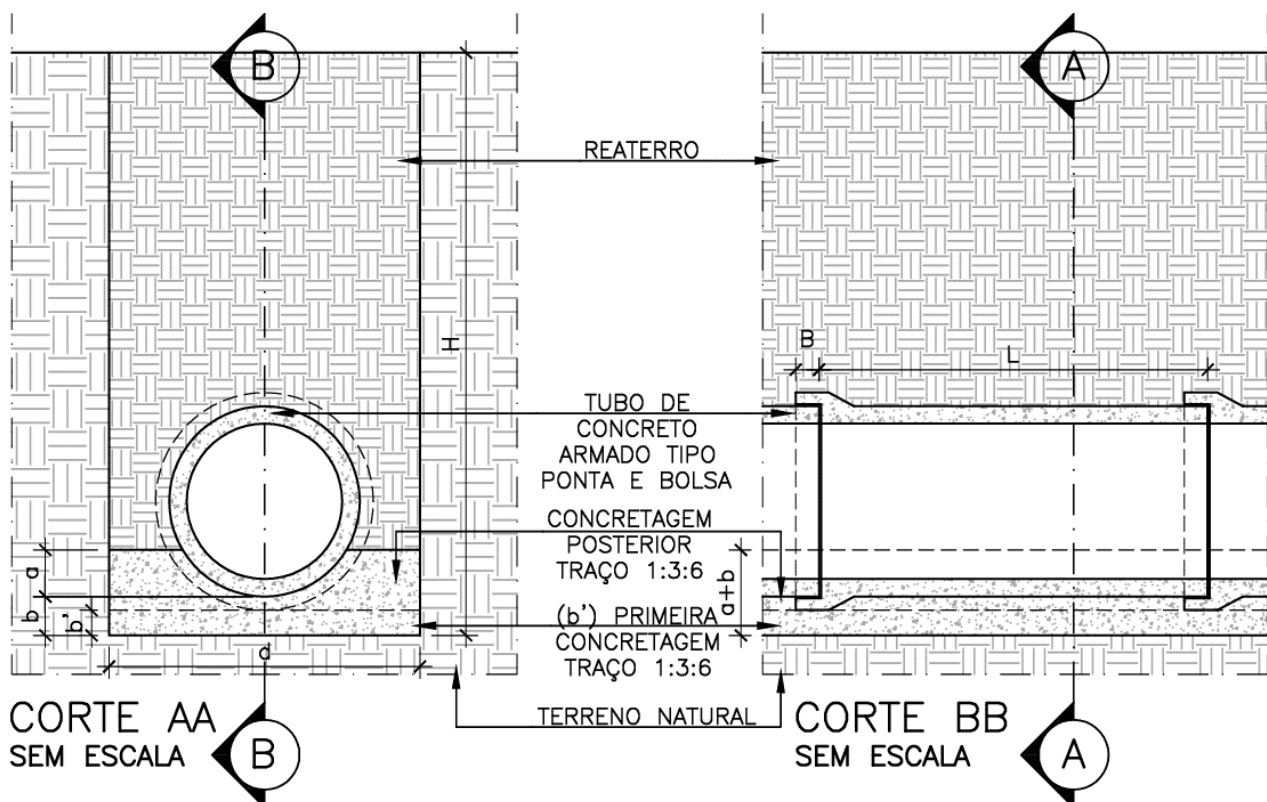


Figura 1 - Rede tubular de concreto. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

As Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, e 6 apresentam, respectivamente: Dimensionamento do berço para redes tubulares de concreto (Tabela 1); Compressão diametral de tubos de concreto armado ou armado com reforço

secundário de fibra (Tabela 2); Empilhamento horizontal máximo recomendado dos tubos de concreto (Tabela 3); Largura da vala para obra de água (Tabela 4); Largura da vala para tubos maiores que 900 mm; (Tabela 5) e Altura de aterro sobre a geratriz superior (Tabela 6).

Tabela 1 - Referência para o dimensionamento do berço para redes tubulares. Fonte: Elaboração própria.

Referência para o berço das redes tubulares					
DN (mm)	a (cm)	b (cm)	b' (cm)	Concreto 1:3:6 (m³/m)	Forma (m²/m) para valas com H>1,5m
400	12	10	6,5	0,13	0,44
500	15	13	9,0	0,21	0,56
600	18	15	10,5	0,25	0,66
700	21	18	12,5	0,32	0,78
800	24	20	12,5	0,43	0,88
900	27	23	15,5	0,52	1,00
1000	30	25	15,5	0,66	1,10
1100	33	28	18,5	0,77	1,22
1200	36	30	20,0	0,94	1,32
1300	39	33	23,0	1,07	1,44
1500	45	38	27,0	1,50	1,66

Nota: As formas somente serão executadas quando a altura de vala for superior a 1,5 m, caso em que a largura da vala é superior à do berço.

Tabela 2 - Compressão diametral de tubos de concreto armado ou armado com reforço secundário de fibras apresentado na NBR 8890. Fonte: ABNT (2020).

DN (mm)	Água pluvial								Esgoto sanitário					
	Força mínima isenta de fissura (kN/m)				Força mínima de ruptura (kN/m)				Força mínima isenta de fissura (kN/m)			Força mínima de ruptura (kN/m)		
Classe	PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4	EA2	EA3	EA4	EA2	EA3	EA4
300	12	18	27	36	18	27	41	54	18	27	36	27	41	54
400	16	27	36	48	24	36	54	72	24	36	48	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90	30	45	60	45	68	90
600	24	36	54	72	36	54	81	108	36	54	72	54	81	108
700	28	42	63	84	42	63	95	126	42	63	84	63	95	126
800	32	48	72	96	48	72	108	144	48	72	96	72	108	144
900	36	54	81	108	54	81	122	162	54	81	108	81	122	162
1000	40	60	90	120	60	90	135	180	60	90	120	90	135	180
1100	44	66	99	132	66	99	149	198	66	99	132	99	149	198
1200	48	72	108	144	72	108	162	216	72	108	144	108	162	216
1500	60	90	135	180	90	135	203	270	90	135	180	135	203	270
1750	70	105	158	210	105	158	237	315	105	158	210	158	237	315
2000	80	120	180	240	120	180	270	360	120	180	240	180	270	360
Força diametral isenta de fissura/ruptura kN/m														
Qd	40	60	90	120	60	90	135	180	60	90	120	90	135	180
Outras classes podem ser admitidas mediante acordo entre fabricante e comprador, devendo atender aos demais requisitos desta Norma para tubos de classe normal. Para tubo armado e tubo armado com reforço secundário de fibras, a força de ruptura mínima deve corresponder a 1,5 da força mínima isenta de fissura.														
NOTA Força diametral isenta de fissura ou ruptura é a relação entre a força isenta de fissura ou ruptura e o diâmetro nominal do tubo.														

Nomenclatura: PS = Tubo de concreto simples para águas pluviais; ES = Tubo de concreto simples para esgoto sanitário; PA = Tubo de concreto armado para águas pluviais; EA = tubo de concreto armado para esgoto sanitário.

Tabela 3 - Empilhamento horizontal máximo recomendado dos tubos de concreto apresentado na NBR 8890. Fonte: Adaptado de ABNT (2020).

Diâmetro Nominal (mm)	Número máximo de pilhas
200 a 400	4
500 a 600	3
700 a 1000	2
> 1000	1

Tabela 4 - Largura da vala para obra de água apresentado na NBR 17015. Fonte: Adaptado de ABNT (2022).

Diâmetro (mm)	Profundidade (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e profundidade (m)			
		Pontaletes	Descontínuo e contínuo	Estaca Prancha	Metálico-madeira
50-75 100-150	0 - 2	0,65	0,70	0,80	1,30
	> 2	0,75	0,85	0,95	
200	0 - 2	0,70	0,75	0,85	1,35
	> 2	0,80	0,90	1,00	
250	0 - 2	0,75	0,80	0,90	1,40
	> 2	0,85	0,95	1,15	
300 350	0 - 2	0,80	0,85	0,95	1,45
	> 2	0,90	1,10	1,20	
400 450	0 - 2	0,90	1,00	1,10	1,60
	> 2	1,00	1,20	1,30	
500	0 - 2	1,00	1,15	1,25	1,75
	> 2	1,20	1,30	1,45	
600	0 - 2	1,15	1,25	1,35	1,85
	> 2	1,30	1,45	1,65	
700	0 - 2	1,30	1,50	1,60	2,05
	> 2	1,40	1,70	1,90	
800	0 - 2	1,40	1,60	1,70	2,15
	> 2	1,50	1,80	2,00	
900	> 2	1,60	1,90	2,05	2,25

Nota: As características das valas devem ser estudadas individualmente, no caso da necessidade de utilização de tubulações com diâmetros diversos dos descritos na Tabela.

Tabela 5 - Largura da vala para tubos maiores que 900 mm. Fonte: Elaboração própria.

REFERÊNCIA P/ O DIMENSIONAMENTO DE VALAS		
DN (mm) Diâmetro nominal da rede tubular	H (m) Profundidade da vala	B (m) Largura da vala
1000	> 2	1,90
1100	> 2	2,00
1200	> 2	2,20
1300	> 2	2,30
1500	> 2	2,70

Tabela 6 - Altura recomendada de aterro sobre a geratriz superior. Fonte: Elaboração própria.

Utilização	Classe do tubo		
	PA-1	PA-2	PA-3
1º CASO: Valas escavadas em caixão, ou berços assentados sobre enrocamento de pedra	$3,50 < h \leq 4,50$	$4,60 < h \leq 5,75$	$6,00 < h \leq 11,00$
2º CASO: Valas escavadas em talude ou redes salientes	$2,60 < h \leq 3,70$	$3,30 < h \leq 4,60$	$6,00 < h \leq 9,00$

19.4.3.4 Controle

Compete à CONTRATADA a realização de testes e ensaios que demonstrem as características físicas e mecânicas do material empregado e a realização do serviço de boa qualidade, e em conformidade com esta especificação de serviço.

19.4.3.4.1 Controle do material

As peças serão inspecionadas segundo prevê a especificação NBR 8890, sendo imprescindível que apresentem, na face externa, em caracteres legíveis, o nome do fabricante, a data de fabricação, diâmetro interno nominal e a classe a que pertencem.

Os lotes de tubos devidamente inspecionados e amostrados deverão ser submetidos aos ensaios previstos na NBR 8890.

A resistência do concreto utilizado na execução do berço deve ser feita através de ensaios de corpos de prova cilíndricos normais, de acordo com a NBR 5739.

19.4.3.4.2 Controle de execução

Deve ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos de prova de concreto, satisfazendo-se as referidas especificações; no mínimo dois corpos de prova por dispositivo implantado. O controle geométrico da execução das redes tubulares de concreto deve ser feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para verificação das canalizações e acessórios.

19.4.3.4.3 Aceitação

O serviço será aceito quando atendidas as condições descritas a seguir:

- Inclinação dos dispositivos está conforme o projeto;
- Todos os ensaios dos materiais solicitados atendem aos requisitos especificados;
- Acabamento julgado satisfatório;
- Os serviços estão em perfeitas condições de conservação e funcionamento;
- Alinhamento dos tubos não tem variação maior do que 2° (dois graus);
- Encaixe dos tubos que não apresenta variação maior do que 2% (dois por cento) do seu diâmetro;
- Tubos que não apresentam variações em quaisquer dimensões maiores do que 2 cm/m de comprimento e 0,2 cm de espessura;
- No caso de o serviço não apresentar bom desempenho dos ensaios, será rejeitado, devendo ser removido e substituído por material de boa qualidade e/ou de geometria dentro dos limites especificados;
- No caso de o serviço não atender a uma ou mais condições de acabamento e desnível, deverá ser providenciada a correção do serviço, complementando-se a sua espessura e/ou largura;
- No caso de não atendimento do disposto quanto à variação de encaixe, a CONTRATADA deverá refazer ou melhorar o acabamento e/ou conferir ao dispositivo as condições satisfatórias.

19.4.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.4.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

19.4.4.1.1 Regularização e apiloamento de fundo de vala

Será executado em todo o comprimento da vala, na largura padrão. Não será objeto de levantamento à parte.

19.4.4.1.2 Forma lateral para berço

Serão levantadas pela área, em metros quadrados (m²), a serem executadas de acordo com as dimensões estabelecidas no projeto. Caso as larguras da vala e do berço sejam coincidentes, as formas laterais serão desnecessárias, não sendo, portanto, objeto de levantamento.

19.4.4.1.3 Berço de concreto

Será levantado pelo volume, em metros cúbicos (m³), a ser executado de acordo com os dados deste Caderno de Encargos.

19.4.4.1.4 Rede tubular de concreto

Será levantada pelo comprimento a ser executado, em metros (m), medido no perfil, considerando-se a classe, o diâmetro nominal do tubo e a inclinação da rede. Descontar os segmentos ocupados por poços de visita e caixas de passagem.

19.4.4.1.5 Reaterro manual

Deverá ser executado até a altura de 20 cm acima da geratriz superior do tubo e não será objeto de levantamento à parte.

19.4.4.2 Medição

Serão adotados para medição os critérios de levantamento descritos anteriormente.

19.4.4.3 Pagamento

Os serviços serão pagos aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios de medição definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os materiais, equipamentos, mão de obra e encargos necessários à execução, envolvendo ainda:

19.4.4.3.1 Berço de concreto

No preço está incluso o lançamento de concreto, a concretagem em duas etapas e demais serviços e materiais atinentes.

19.4.4.3.2 Forma lateral

No preço está incluso a montagem e fixação das formas, a desforma e demais serviços e materiais atinentes.

19.4.4.3.3 Rede tubular de concreto

No preço estão inclusos a regularização e o apiloamento de fundo de vala, o assentamento e rejuntamento de tubos, o reaterro manual até 20 cm acima da geratriz superior e demais serviços e materiais atinentes.

19.5 REDE TUBULAR DE CONCRETO COM JUNTA ELÁSTICA**19.5.1 Objetivo**

Estabelecer as especificações a serem aplicadas na execução de redes de drenagem pluvial em tubos de concreto com junta elástica abrangendo desde a estocagem das peças até os procedimentos de assentamento e reaterro.

19.5.2 Definições

Os tubos de concreto com junta elástica são especialmente indicados para uso em terrenos com baixa capacidade de suporte e em situações convencionais, principalmente naquelas que exijam uma rápida execução e reaterro da rede tubular.

19.5.3 Condições específicas**19.5.3.1 Equipamentos**

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para a execução satisfatória dos serviços, inclusive de segurança. Os equipamentos compreendem: guincho ou caminhão com grua ou guindauto; caminhão de carroceria fixa ou basculante; betoneira ou caminhão; betoneira; pá carregadeira; depósito de água; carrinho de concretagem; retroescavadeira, vibradora de placa ou de imersão; compactador manual ou mecânico; ferramentas manuais.

19.5.3.2 Materiais

Observar as mesmas condições para rede tubular de concreto simples e armado inclusive quanto ao empilhamento horizontal máximo recomendado.

19.5.3.3 Execução

Observar as mesmas condições para rede tubular de concreto simples e armado.

19.5.3.3.1 Fundação

O terreno da vala deve apresentar resistência suficiente para suportar um aterro de altura correspondente à profundidade da vala sem apresentar recalque excessivo ou diferencial. Se houver ocorrência de águas nascentes no fundo da vala, proceder com execução de dreno convencional especificado para redes tubulares, seguindo diretrizes de projeto.

A ocorrência de solo mole e/ou orgânico na cota abaixo do assentamento, pode ser isolada com uso de manta geotêxtil evitando-se a contaminação do material de reaterro ou com a substituição do solo por material granular. Neste caso a decisão caberá ao engenheiro geotécnico responsável pelo projeto ou pelo FISCAL da obra.

19.5.3.3.2 Assentamento

O assentamento da tubulação deverá ser feito diretamente sobre o fundo da vala após regularização e compactação. No fundo da vala deverão ser executadas escavações para acomodar as bolsas de forma a permitir que o corpo do tubo fique totalmente apoiado.

O assentamento deve ser executado de jusante para montante e o tubo seguinte deverá ser descido para assentamento, com o anel de vedação montado na ponta mesmo. O assentamento deve começar pelo encaixe da ponta do tubo com o anel na bolsa do tubo assentado. Inclinação dos dispositivos deve conforme o projeto.

O material que completa o envolvimento da tubulação poderá ser o mesmo retirado da vala, desde que apresente condições de compactação conforme especificado em projeto (mínima de 85% PN). Caso contrário, deverá ser utilizado material apropriado.

A largura da vala depende da profundidade e da necessidade ou não de escoramento. Usualmente adota-se a largura da vala sem escoramento igual ao diâmetro externo da bolsa acrescido de 10 cm.

19.5.3.4 Controle

19.5.3.4.1 Ensaios

Compete à CONTRATADA verificar junto aos fornecedores de junta elástica a realização de testes e ensaios que demonstrem as características físicas e mecânicas do material empregado, a partir de serviço de boa qualidade e em conformidade com a especificação.

As peças serão inspecionadas segundo prevê a especificação NBR 8890, sendo imprescindível que apresentem na face externa, em caracteres bem legíveis, o nome do fabricante, a data de fabricação, diâmetro interno nominal e a classe a que pertencem.

Controle de execução: deve ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos de prova de concreto, satisfazendo-se as referidas especificações, no mínimo dois corpos de prova por dispositivo implantado. O controle geométrico da execução das redes tubulares de concreto deve ser feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para verificação das canalizações e acessórios.

19.5.3.4.2 Aceitação

O serviço será aceito quando atendidas as condições descritas a seguir:

- Inclinação dos dispositivos está conforme o projeto;
- Todos os ensaios dos materiais solicitados atendem aos requisitos especificados;
- Acabamento julgado satisfatório;
- Os serviços estão em perfeitas condições de conservação e funcionamento;
- Alinhamento dos tubos não tem variação maior do que 2° (dois graus);
- Encaixe dos tubos não apresenta variação maior do que 2 % (dois por cento) do seu diâmetro;
- Os tubos não apresentam variações em quaisquer dimensões maiores do que 2 cm/m de comprimento e 0,2 cm de espessura;
- No caso de o serviço não apresentar bom desempenho dos ensaios, será rejeitado, devendo ser removido e substituído por material de boa qualidade e/ou de geometria dentro dos limites especificados;

- No caso de o serviço não atender a uma ou mais condições de acabamento e desnível, deverá ser providenciada a correção do serviço, complementando-se a sua espessura e/ou largura;
- No caso de não atendimento do disposto quanto à variação de encaixe, a CONTRATADA deverá refazer ou melhorar o acabamento e/ou conferir ao dispositivo as condições satisfatórias.

19.5.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.5.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

19.5.4.1.1 Regularização e apiloamento de fundo de vala

Será executado em todo o comprimento da vala, na largura padrão. Não será objeto de levantamento à parte, devendo seu custo estar incluído na remuneração do serviço de rede tubular de concreto.

19.5.4.1.2 Rede tubular de concreto com junta elástica

Serão levantadas pelo comprimento a ser executado, em metros (m), medido no perfil, considerando-se a classe, o diâmetro nominal do tubo e a inclinação da rede. Descontar os segmentos ocupados por poços de visita e caixas de passagem.

19.5.4.1.3 Reaterro manual

Deverá ser executado até a altura de 20 cm acima da geratriz superior do tubo e não será objeto de levantamento à parte, devendo seu custo estar incluído na remuneração do serviço de rede tubular de concreto.

19.5.4.2 Medição

As redes serão medidas pelo comprimento em metros efetivamente executadas, de acordo com o projeto, considerando-se a classe e o diâmetro nominal do tubo, devendo ser descontados os segmentos ocupados por poços de visita e caixas de passagem.

19.5.4.3 Pagamento

Os serviços serão pagos aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios de medição definidos no item anterior, os quais remuneram fornecimento, transporte e aplicação de todos os materiais, equipamentos, mão de obra e encargos necessários à execução, envolvendo ainda:

19.5.4.3.1 Rede tubular de concreto com junta elástica

No preço estão inclusos a regularização e o apiloamento de fundo de vala, o assentamento e rejuntamento de tubos, o reaterro manual até 20 cm acima da geratriz superior e demais serviços e materiais atinentes.

19.6 REDE TUBULAR DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)

19.6.1 Objetivo

Estabelecer as especificações básicas a serem aplicadas na execução de redes tubulares de PEAD de dupla parede, sendo a parede interna lisa e a parte externa corrugada com junção, ponta, bolsa e anel de vedação, para condução de água pluvial em regime de conduto livre (Figura 2).



Figura 2 - Rede tubular de PEAD apresentado na norma 094/2014. Fonte: DNIT (2014).

19.6.2 Definições

O tubo estruturado de PEAD de dupla parede ponta e bolsa e anel de vedação é particularmente adequado para aplicação em sistemas onde a tubulação opera sob a ação da gravidade, sem pressão interna, com temperatura máxima de 40° C, seja em rodovias ou em redes urbanas de águas pluviais.

19.6.3 Condições gerais

19.6.3.1 Transporte e manuseio

Os equipamentos necessários à execução dos serviços previstos, inclusive equipamentos de segurança,

devem estar disponíveis na obra, em condições de trabalho, de acordo com as especificações do fabricante e normas vigentes.

Ao receber tubos e conexões no local da obra é importante revisar se as quantidades anotadas na guia de despacho coincidem com os produtos entregues, conferir se todos os tubos levam sua embalagem (quando solicitado) e se as tubulações, assim como seus componentes, se encontram sem danos ocasionados pelo transporte. Qualquer anormalidade ou dano deverá ser especificado na recepção de entrega e notificado ao fornecedor, imediatamente (se possível fotografado). Grande parte das entregas são realizadas em caminhões de plataforma aberta ou baú.

Os tubos devem ser adequados a suportar o manejo normal da obra e serem facilmente descarregados a mão (diâmetros até 500 mm) ou com equipamentos (600 mm até 1500 mm), tais como escavadeiras, retroescavadeiras, guindauto ou empilhadeira, utilizando-se de cintas de nylon de 50 mm ou 76 mm, ou cintas de poliéster. O uso de qualquer material metálico, como correntes ou cabos de aço, não é recomendado, pois poderá danificar as tubulações. Para evitar danos, recomenda-se nunca deixar cair a tubulação ou descarregá-la abrindo a lateral do caminhão. Adicionalmente, as faixas ou cintas de amarração não devem ser removidas até que a tubulação tenha sido segurada para prevenir seu deslizamento ou queda.

O descarregamento sempre deverá ser supervisionado quando houver uso de pinças de elevação ou bandas de nylon. No caso de uso de bandas de nylon recomenda-se segurar a tubulação em dois pontos de apoio.

19.6.3.2 Tubo de dupla parede em PEAD

Não há necessidade de soldas ou luva especial. Cada tubo deve ser do tipo ponta, bolsa e anel de vedação, necessitando apenas de um guincho de alavanca para cabo linear e pasta lubrificante.

19.6.3.2.1 Controle

- Os tubos devem ser entregues em barras, montados como segue: tubos ponta/bolsa/anel de vedação com o anel elástico montado na ponta;
- Juntamente com os tubos e conexões, deve ser fornecida a pasta lubrificante, quimicamente compatível com o material utilizado na fabricação dos tubos, conexões e anéis de vedação;
- Durante o transporte os tubos devem ser acondicionados adequadamente, para evitar sua queda e preservar sua integridade; deve-se ainda evitar sua exposição a fontes de calor ou a agentes químicos agressivos;
- Os tubos devem ser estocados a partir da data de sua fabricação, protegidos da exposição de raios solares e/ou intempéries;
- Durante o transporte os acessórios e as conexões devem ser acondicionados adequadamente de maneira a preservar sua integridade, sendo vedada sua exposição às fontes de calor e a agentes químicos agressivos;
- As superfícies dos tubos, interna e externa, devem apresentar-se com cor e aspecto uniformes e serem isentas de corpos estranhos, bolhas, fraturas do fundido, rachaduras ou outros defeitos visuais que indiquem descontinuidade do composto que comprometa o desempenho e a durabilidade do tubo;
- O interior do tubo deve ser submetido a um exame visual para conferir a distribuição homogênea da massa do composto ao longo da parede. Regiões que apresentam translucidez diferenciada são indicativas de anormalidade no processo de fabricação, devendo obrigatoriamente este tubo ser selecionado para posterior exame dimensional, de acordo com a norma referenciada, entre as citadas no item 19.2 deste Caderno de Encargos.

19.6.3.2.2 Junção de tubos

Na Figura 3 é ilustrado um dos tipos de junção ponta, bolsa e anel de vedação, em um tubo de dupla parede PEAD.

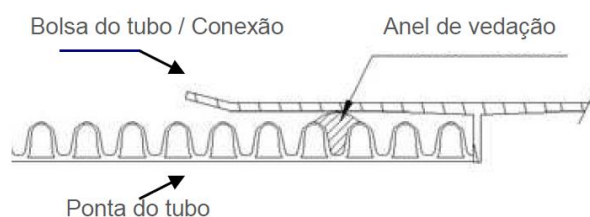


Figura 3 - Junção ponta, bolsa e anel de vedação - Tubo PEAD de dupla parede apresentado na norma 094/2014. Fonte: DNIT (2014).

Dependendo do diâmetro recomendam-se diferentes métodos de conexão, os quais são detalhados a seguir:

19.6.3.2.2.1 Método de Instalação de Alavanca ou Barra de ferro - Recomendado para instalação de tubulações de até 500 mm

- Colocar um tampão de instalação feito através dos tubos em PEAD ou elemento executado no campo por fora da ponta ou bolsa, para não empurrar diretamente sobre o tubo a inserir e evitar danificar as extremidades do tubo;
- Colocar um bloco de madeira verticalmente contra o tampão, após lubrificar as extremidades a serem juntadas;
- Com uma barra ou alavanca de ferro e empurrar contra o bloco de madeira para alavancar de forma a empurrar o tubo até que a inserção ponta-bolsa se realize de maneira adequada.

19.6.3.2.2.2 Método de Instalação com Escavadeira/Retroescavadeira - Recomendado para instalação de tubulações com diâmetro a partir de 600 mm

- Colocar um tampão de instalação feito através dos tubos em PEAD ou similar dentro da bolsa, para não empurrar diretamente sobre o tubo a inserir e evitar danificar o bocal;
- Colocar um bloco de madeira verticalmente contra o tampão;
- Com cuidado empurrar a pá da escavadeira contra o bloco de madeira até que a ponta da tubulação fique inserida adequadamente dentro da bolsa.

19.6.3.2.2.3 Método de Instalação com Escavadeira/Retroescavadeira e Cinta - Recomendado para instalação de tubulações com diâmetro a partir 600 mm

- Colocar a corda ou cinta ao redor da tubulação. A cinta deverá estar amarrada à pá da escavadeira;
- O operador do equipamento deverá jogar cuidadosamente a cinta em direção à bolsa onde será inserido o tubo, até que a ponta fique inserida adequadamente dentro da bolsa, e lubrificar as extremidades dos tubos a serem juntadas.

19.6.3.2.2.4 Método de Instalação com guincho de alavanca para cabo linear - Recomendado para instalação de tubulações com diâmetro a partir 500 mm

- Colocar de encontro a ponta e a bolsa dos tubos a conectar, após lubrificar as extremidades dos tubos;
- Abraçar ambos os tubos com cordas, faixas de nylon ou cinta com uma “orelha” na altura de cada corrugado da tubulação;
- Colocar um grampo tensor por cada lado da tubulação ancorando-o a cada “orelha” instalada, e começar a exercer força com eles em forma paralela, até conseguir o encaixe adequado da junção.

19.6.3.2.3 Lançamento do tubo na vala

Os tubos devem ser colocados no centro da vala obedecendo o espaçamento mínimo para ambos os lados. A descida do tubo até o fundo da vala pode ser efetuada manualmente ou com auxílio de cordas e vigas de madeira, formando rampas, por onde os tubos poderão ser rolados vagarosamente. Na utilização de equipamentos mecânicos, a tubulação deverá ser suspensa por cordas amarradas em no mínimo 2 pontos de apoio. Estacas ou piquetes presentes no fundo da vala deverão ser removidos para evitar tensões localizadas na parede do tubo.

19.6.3.2.4 Tubulações paralelas

O espaçamento entre tubulações paralelas, assentadas simultaneamente, deve ser suficiente para garantir que o material de envoltório alcance a compactação requerida. A mínima distância (M) entre dois tubos deve ser de $M = \frac{1}{2} \times \text{Diâmetro externo do tubo}$.

19.6.3.2.5 Elastômero do anel de vedação

A qualificação técnica do elastômero, a partir do qual será produzido o anel de vedação, deverá ser feita em conformidade com realizando-se todos os ensaios previstos nas normas de fabricação dos tubos, citadas no item 19.2 deste Caderno de Encargos.

19.6.3.2.6 Preparo da vala

A escavação da vala deverá obedecer a largura e a profundidade indicadas em projeto e seguir o procedimento adequado com a especificação deste caderno para minimizar o impacto ambiental.

Deverão ser verificados o tipo do solo e as condições do local da escavação e definida a necessidade de escoramento. A fundação deve apresentar resistência suficiente para suportar solicitações dos esforços sem recalque excessivo ou diferencial. Se houver ocorrência de águas nascentes no fundo da vala, executar dreno convencional, especificado em projeto, para redes tubulares. Em locais onde possa ocorrer a migração de finos entre o solo nativo e o envoltório do tubo, deve-se utilizar manta geotêxtil de modo a garantir a integridade do envoltório na lateral do tubo.

O fundo da vala deverá ser regular e uniforme, obedecendo a declividade prevista no projeto, isento de saliências e reentrâncias. Em terreno com capacidade de suporte a tubulação deverá ser apoiada sobre berço de material granular sem coesão (ex.: areia, pedra britada, cascalho, outros) não compactado com 10 cm de espessura para tubos até DN 400 e 15 cm de espessura para tubos de DN 500 a 1500 ou conforme projeto.

19.6.3.2.7 Material envoltório

Os materiais de preenchimento são aqueles usados para berço, envelopamento e preenchimento inicial tal como é apresentado na Figura 4:

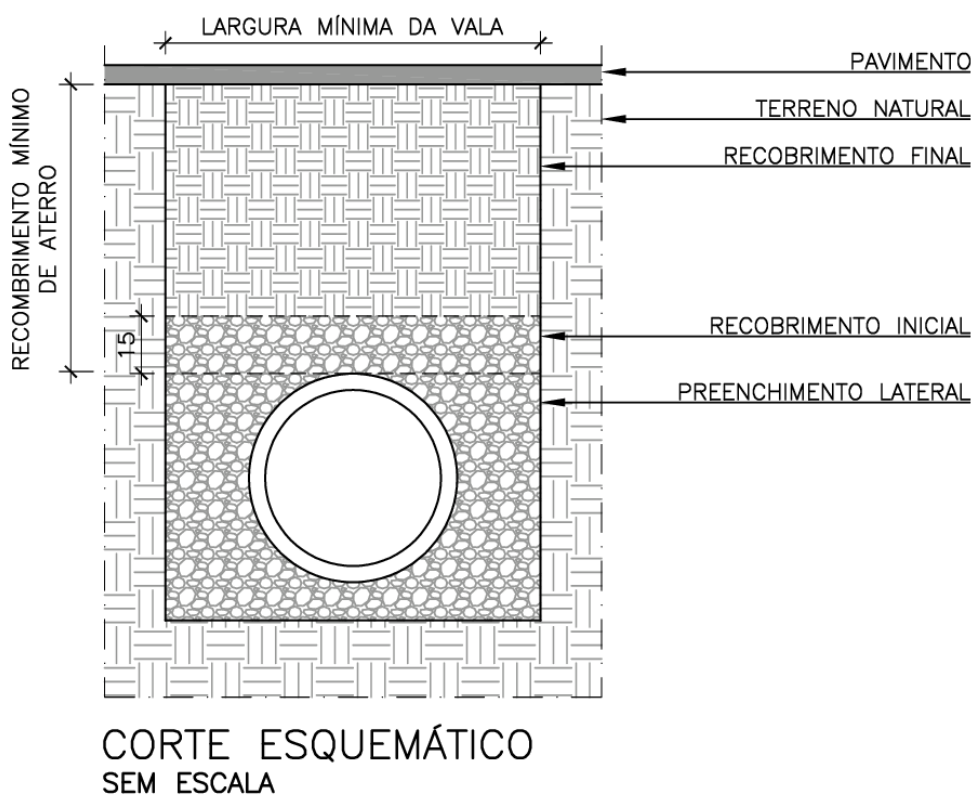


Figura 4 - Seção da Vala para tubos PEAD. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

O material de envoltória dos tubos deve ser granular, não orgânico, livre de contaminação por pedregulhos, de modo a que possa preencher os espaços de corrugação em todo o entorno dos tubos, para oferecer o suporte adequado de forma a evitar a deflexão vertical excessiva dos mesmos. Poderão ser utilizados materiais granulares não coesivos ou coesivos, neste último caso somente na situação quando não houver presença de água/risco de lençol freático acima do fundo de vala. Materiais coesivos como argila/outras em presença de água excessiva podem atingir níveis de plasticidade inadequados para garantir a integridade da instalação sob condições de carga de solo de recobrimento a passagem de tráfego na superfície.

Utiliza-se compactadores manuais, placas vibratórias de superfície, rolo vibratório ou vibradores de imersão, que serão corretamente dimensionados e compatíveis às exigências do projeto.

O material de envoltório deve ser lançado em camadas de 20 cm, adensado e compactado com soquete manual e/ou compactador mecânico para o preenchimento total dos vazios entre o tubo e a parede da vala.

19.6.3.3 Recobrimento mínimo e máximo

As alturas de recobrimento mínimo e máximo, acima da geratriz dos tubos em vala, sob condições de aterro

ou não acima da vala são, respectivamente, de acordo com os dados de validação da curva de projeto da NBR ISO 21138, 0,80 m e 6,00 m.

Os tubos poderão ser instalados em profundidades maiores ou menores, desde que efetuados os cálculos de deflexão vertical, com base nos dados de fabricantes, para estabelecer as condições de largura de vala, Classe de Rigidez SN do tubo, tipo de material de envoltória, carga de tráfego e índice de compactação Proctor nas camadas de preenchimento da vala.

Isto assume um preenchimento adequado bem compactado e inclui o material da sub-base para instalações sob pavimento, devendo ser atendidas as orientações abaixo:

- Durante a construção, evite cargas de equipamentos pesados (> 90 toneladas por eixo) sobre o tubo sobre a última camada de compactação acima da geratriz superior do tubo;
- Evite golpes diretos na tubulação com os equipamentos de compactação;
- As zonas expostas ao tráfego de veículos de construção pesados entre 30 e 60 toneladas, precisam de pelos menos 80 cm de recobrimento sobre a geratriz superior do tubo;
- Se o recobrimento for insuficiente, amontoe e compacte o material sobre a tubulação para proporcionar a cobertura mínima necessária para as cargas durante o processo construtivo;
- Na primeira camada de aterro acima da camada berço, proceder a compactação mecânica somente na lateral entre o tubo e a parede da vala. Se houver escoramento na vala, este deve ser retirado progressivamente, preenchendo-se todos os vazios. Para o reaterro acima da camada de envoltório do tubo, poderá ser utilizado o material proveniente da escavação ou outro material especificado pelo projetista.

19.7 ALA DE REDE TUBULAR

19.7.1 Objetivo

Estabelecer as especificações básicas a serem aplicadas na execução de ala de rede tubular.

19.7.2 Definições

Ala de rede tubular é o dispositivo a ser executado na entrada e/ou saída das redes para conduzir o fluxo no sentido de escoamento, mudanças bruscas no escoamento e processos erosivos a montante e a jusante.

A ala de rede tubular apresentada na Figura 5 se aplica às redes de águas pluviais. Por sua vez as Figuras 6 e 7 ilustram, respectivamente, o detalhamento de armação para referência.

19.7.3 Condições específicas

19.7.3.1 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços previstos, inclusive equipamentos de segurança, devem estar disponíveis na obra, em condições de trabalho, de acordo com as especificações do fabricante e normas vigentes.

19.7.3.2 Materiais

19.7.3.2.1 Concreto

As paredes e o piso da ala serão em concreto estrutural com resistência $f_{ck} \geq 25$ Mpa e o concreto deve obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 – Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

19.7.3.2.2 Formas

As formas devem obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

19.7.3.2.3 Armação

As armaduras devem obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos. Utilizar aço CA 50 ou 60.

19.7.3.3 Controle

Os materiais e as misturas deverão ser submetidos aos ensaios previstos nas normas da ABNT e caracterizados nas especificações próprias citadas no item anterior.

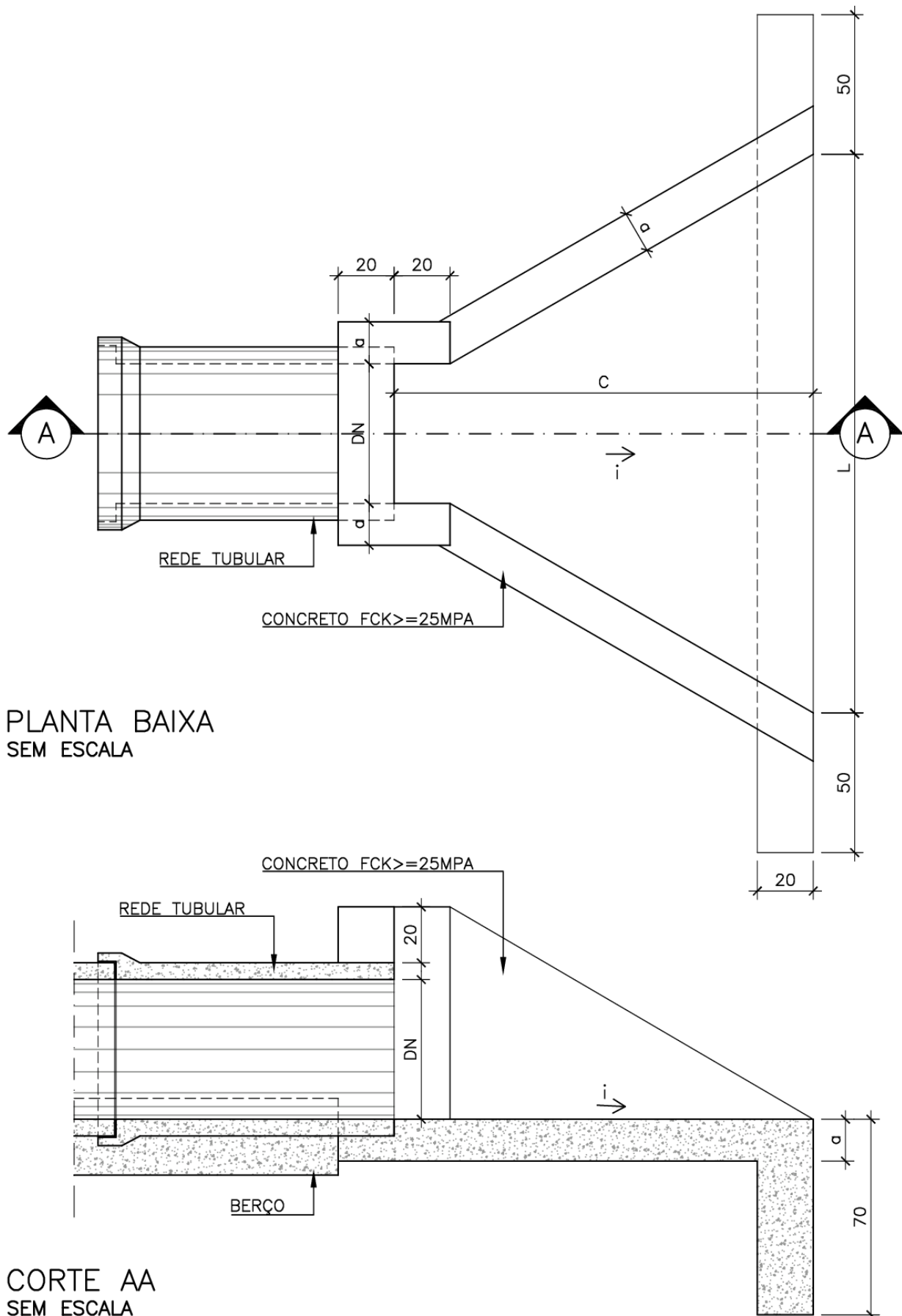
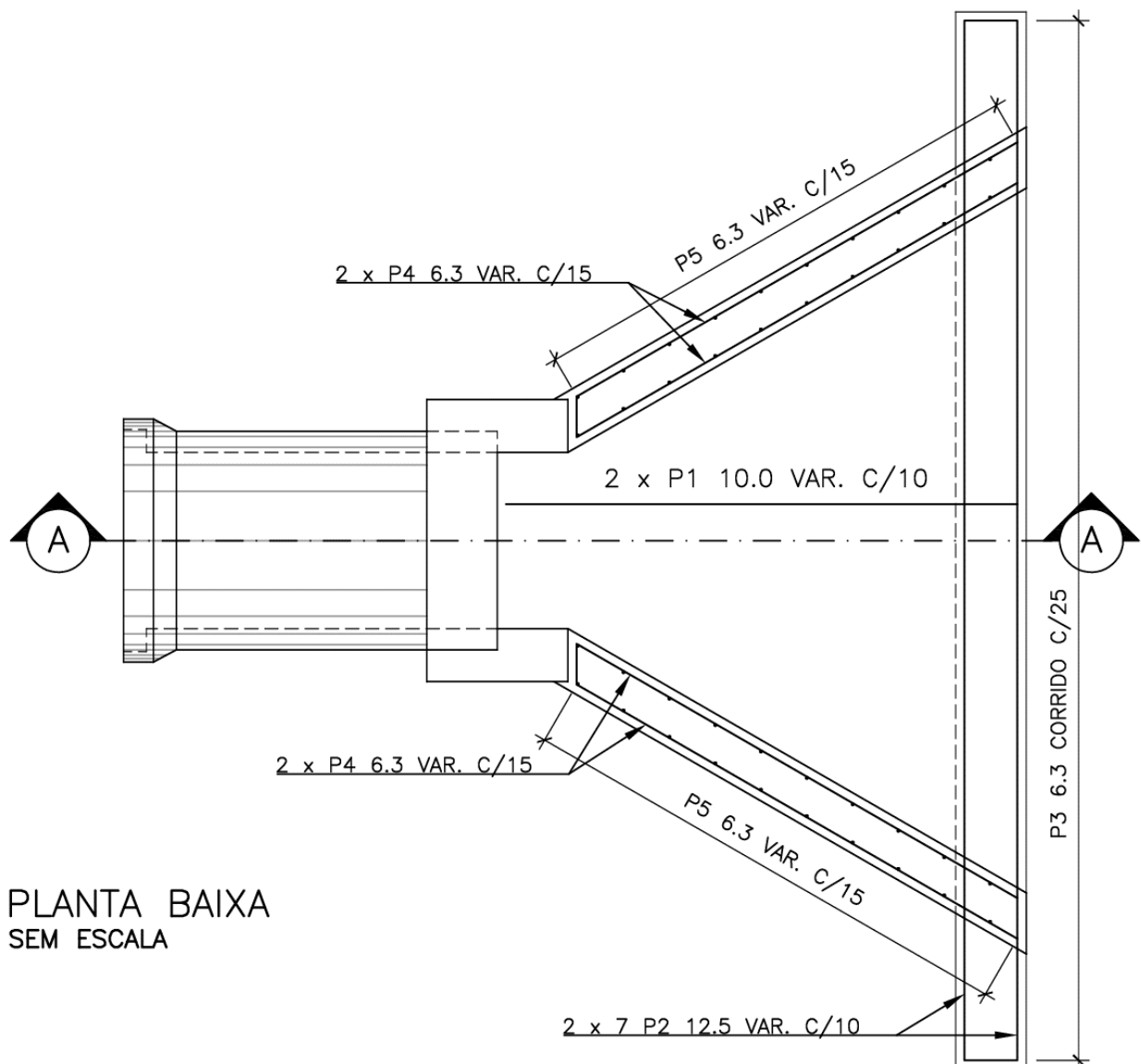
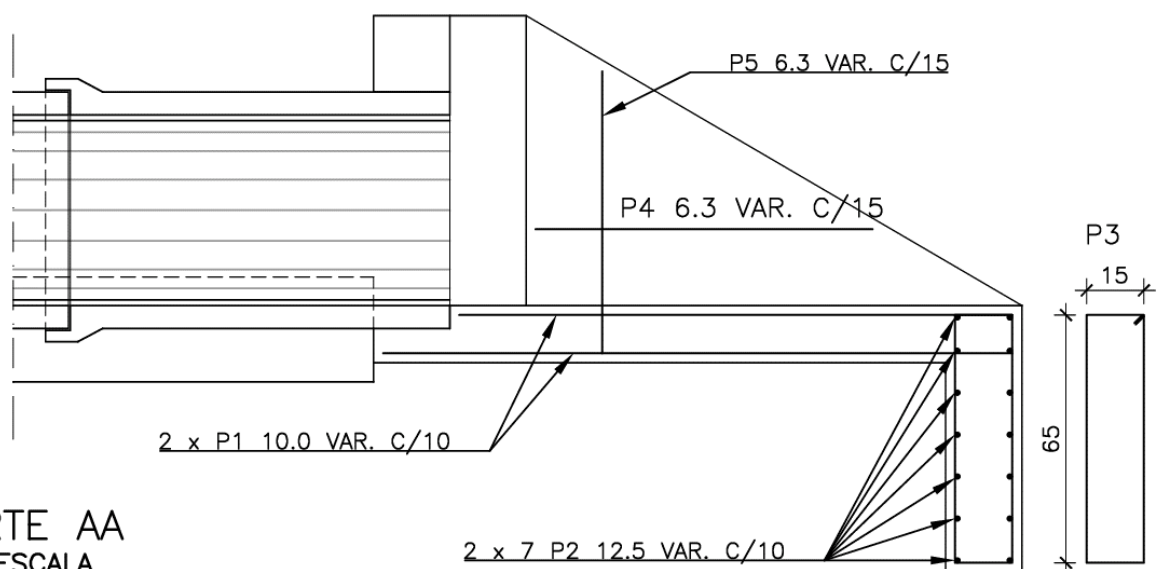


Figura 5 - Ala de rede tubular. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.



PLANTA BAIXA
SEM ESCALA



CORTE AA
SEM ESCALA

Figura 6 - Ala de rede tubular, armação. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

A Tabela 7 a seguir complementa a Figura 6, apresentada anteriormente.

Tabela 7 - Referência para o dimensionamento por ala. Fonte: Elaboração própria.

ALA DE REDE TUBULAR	REFERÊNCIA		
DN (mm)	C (cm)	L (cm)	a (cm)
500	150	200	15
600	150	210	15
700	150	220	15
800	150	230	15
900	150	240	15
1000	150	250	15
1100	200	320	15
1200	200	330	15
1300	200	340	20
1500	200	360	20

Legenda: DN = Diâmetro nominal da rede tubular; C = Comprimento da ala; L = Largura maior da ala; a = Espessura das paredes

19.7.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.7.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

As alas de redes tubulares serão levantadas de acordo com o projeto, em unidades a serem executadas, respeitando-se o projeto tipo padronizado e considerando-se o diâmetro nominal do tubo.

19.7.4.2 Medição

Será adotado o mesmo critério de levantamento sendo considerado as unidades efetivamente executadas.

19.7.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: concreto; formas (inclusive desforma); armaduras e pequenas escavações e reaterros necessários à conformação do terreno de fundação e demais serviços e materiais atinentes.

19.8 BOCA DE LOBO

19.8.1 Objetivo

Classificar e estabelecer formatos e dimensões a serem aplicados às bocas de lobo destinadas à PBH.

19.8.2 Definições

Caixa dotada de grelha, às vezes instalada com uma cantoneira, com finalidade de coletar águas superficiais e encaminhá-las aos poços de visita ou caixas de passagem.

A boca de lobo pode ser instalada em pontos intermediários ou em pontos baixos das sarjetas. Não deverá ser permitida a instalação da boca de lobo em rua sem sarjeta.

As bocas de lobo podem ser divididas em 3 tipos, representadas na figura 7, com as seguintes variações:

		Sem Cantoneira	Com Cantoneira
Tipo de Grelha	Tipo A- ferro fundido		
	Tipo B- concreto		
	Tipo C- concreto		

Figura 7 - Combinação de grelhas e cantoneiras. Fonte: DGAU (2022).

- A boca de lobo com grelha tipo A, possui o conjunto quadro, grelha e cantoneira em ferro fundido dúctil e pode ser: simples, simples com cantoneira, dupla e dupla com cantoneira;
- A boca de lobo com grelha tipo B, possui o conjunto quadro, grelha e cantoneira em concreto e pode ser: simples, simples com cantoneira, dupla e dupla com cantoneira;
- A boca de lobo com grelha tipo C, possui as mesmas características da boca de lobo com grelha tipo B, com exceção da grelha. A grelha tipo C é intercambiável com a grelha tipo B, que possui as mesmas dimensões externas e cabem no mesmo quadro. Mas seu dimensionamento hidráulico é diferente dos demais tipos de grelha. Para grelha Tipo C, com abertura da grelha perpendicular ao escoamento, deve-se aplicar um fator de redução de 50%, em relação a capacidade de engolimento para a boca de lobo Tipo B.

O dimensionamento do sistema hidráulico deve ser elaborado pelo Responsável Técnico do Projeto. A capacidade de engolimento estimada para as bocas de lobo em ponto baixo, para os três tipos de grelhas existentes neste Caderno de Encargos, são as apresentadas na Instrução Técnica Para Elaboração De Estudos e Projetos de Drenagem da DGAU - Diretoria de Gestão de Águas Urbanas/SMOBI-PBH.

As Figuras 8 a 19 apresentam detalhes dos diferentes tipos de bocas de lobo com grelhas tipo A e B.

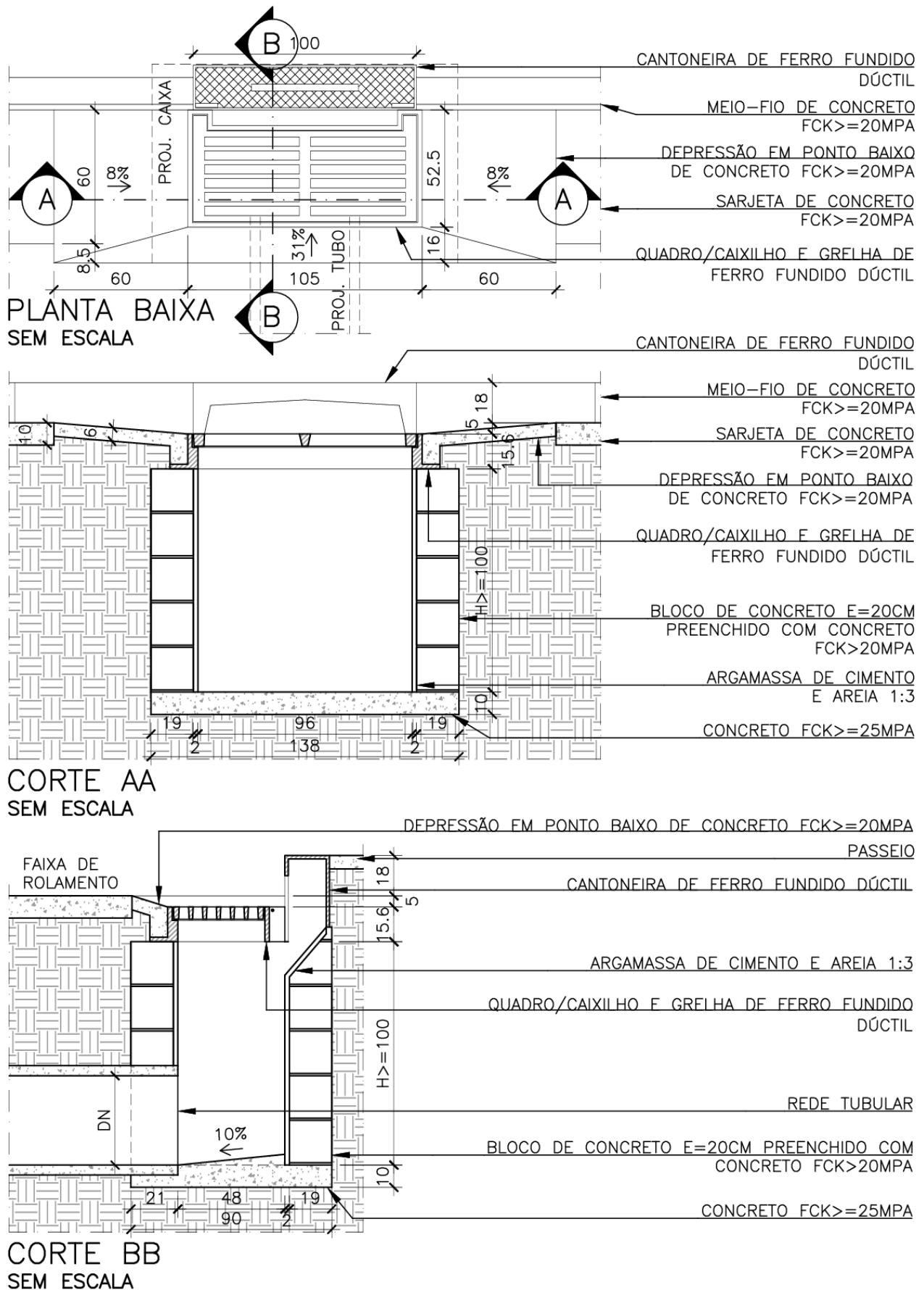
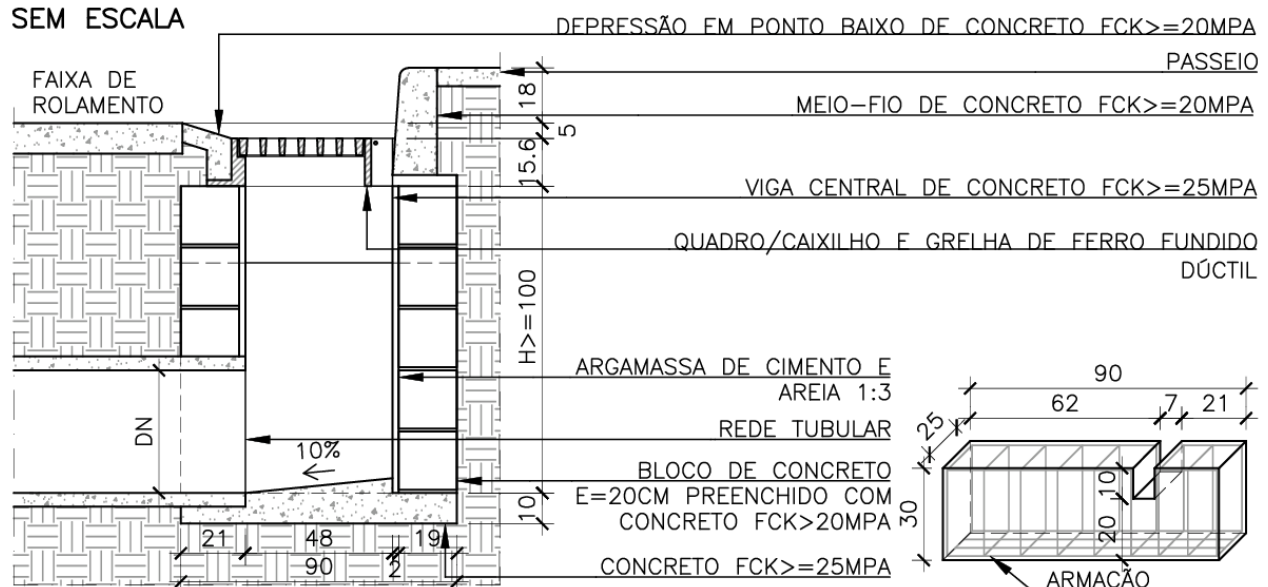
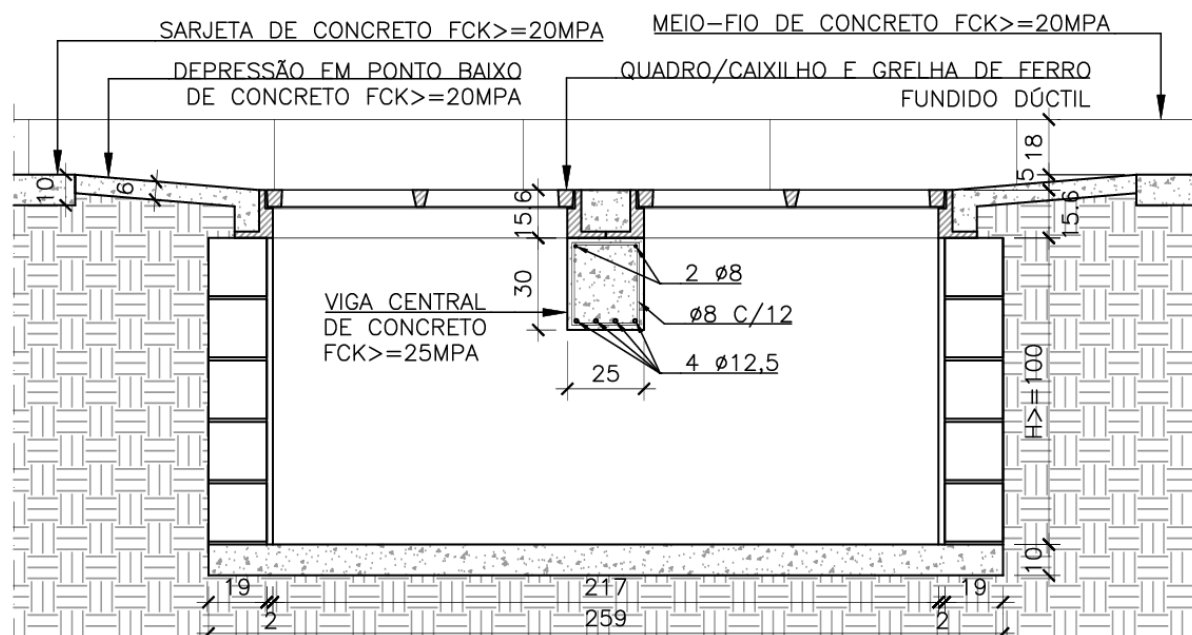
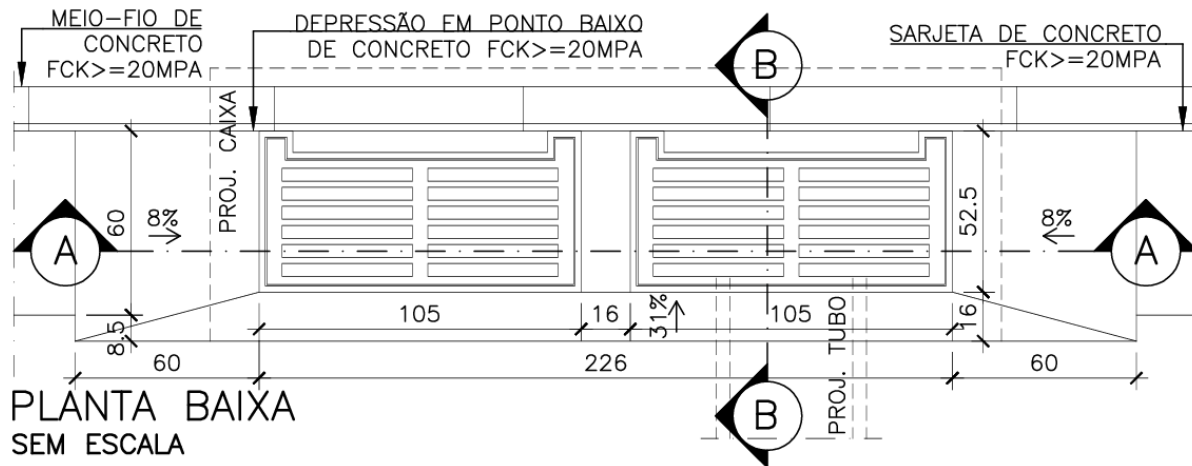
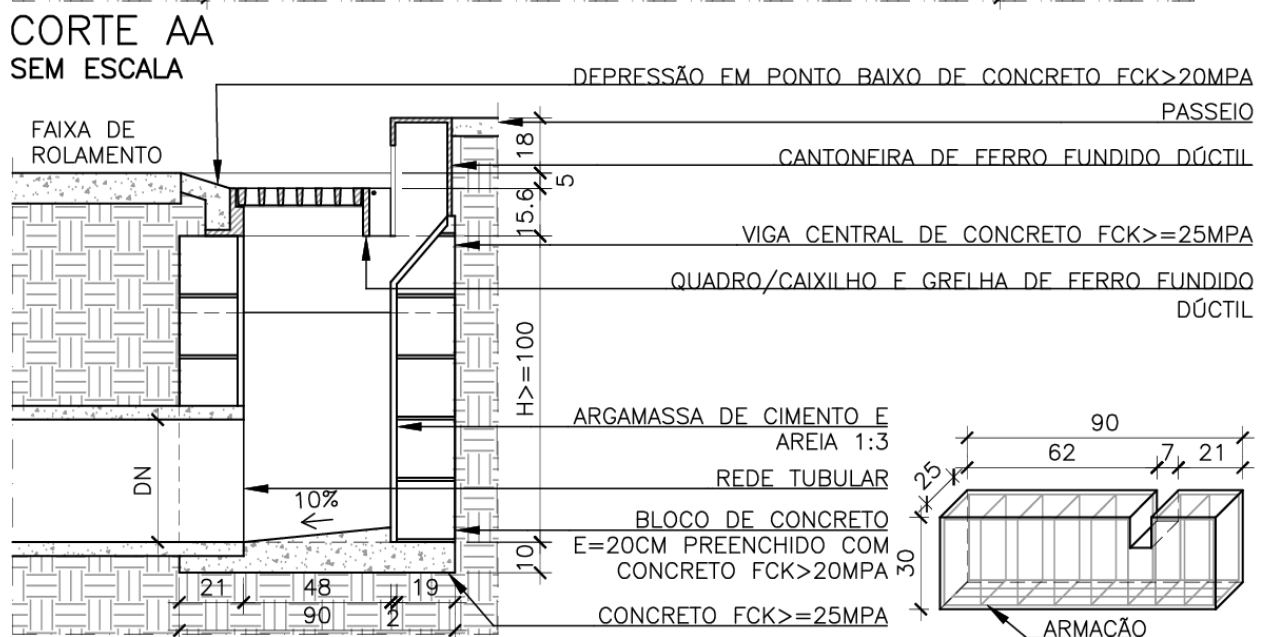
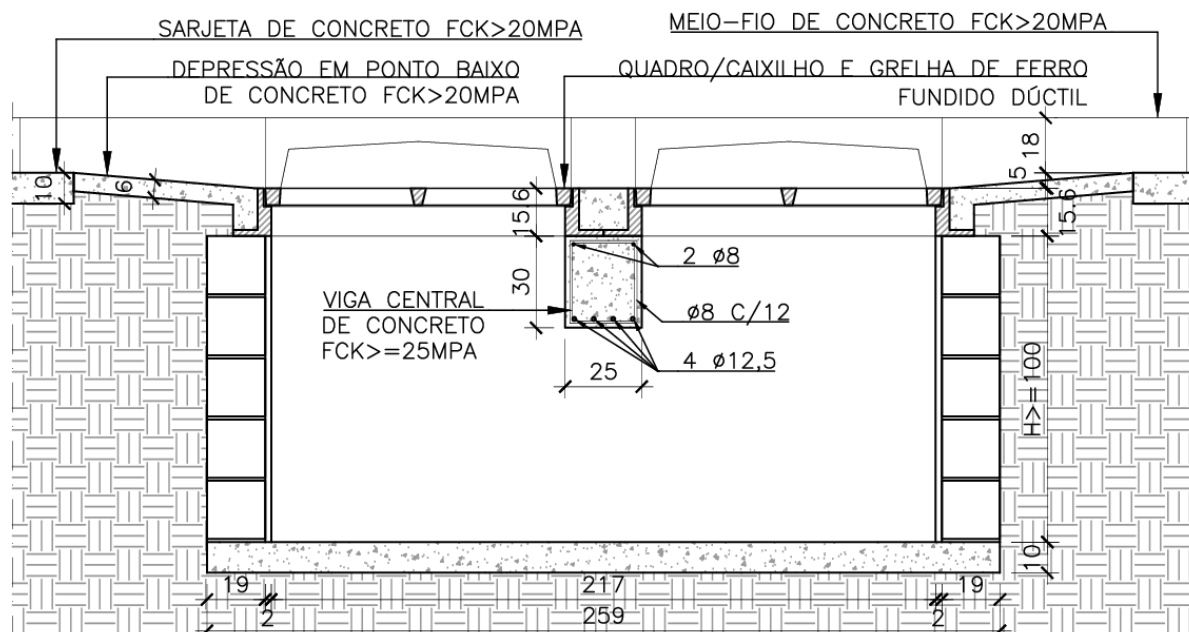
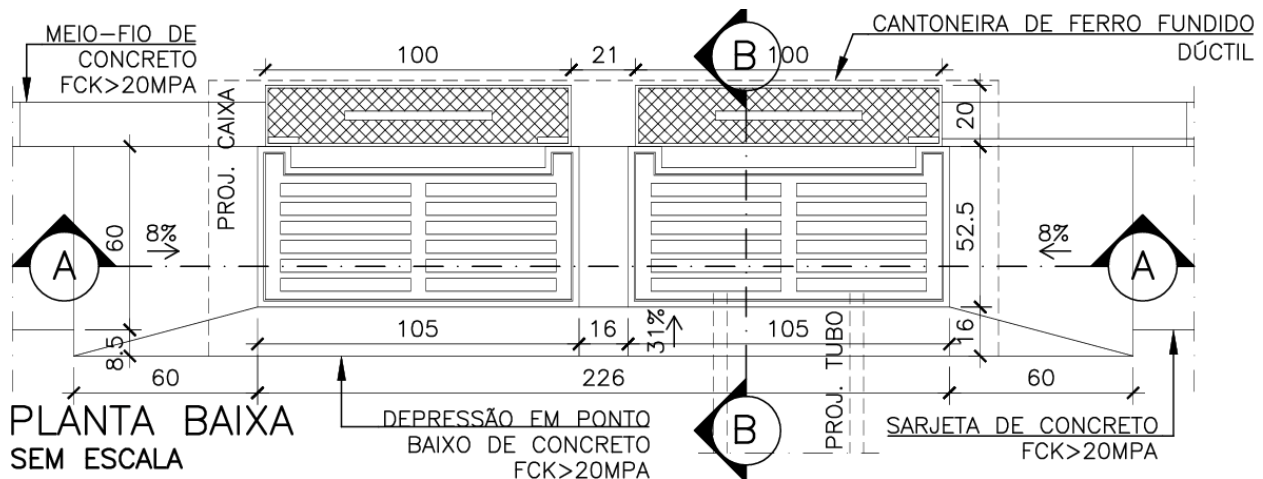


Figura 9 - Boca de lobo - Tipo A simples com cantoneira. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.



**DET. - VIGA C. CONCRETO
SEM ESCALA**

Figura 10 - Boca de lobo - Tipo A dupla sem cantoneira. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.



DET. - VIGA C. CONCRETO SEM ESCALA

Figura 11 - Boca de lobo - Tipo A dupla com cantoneira. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

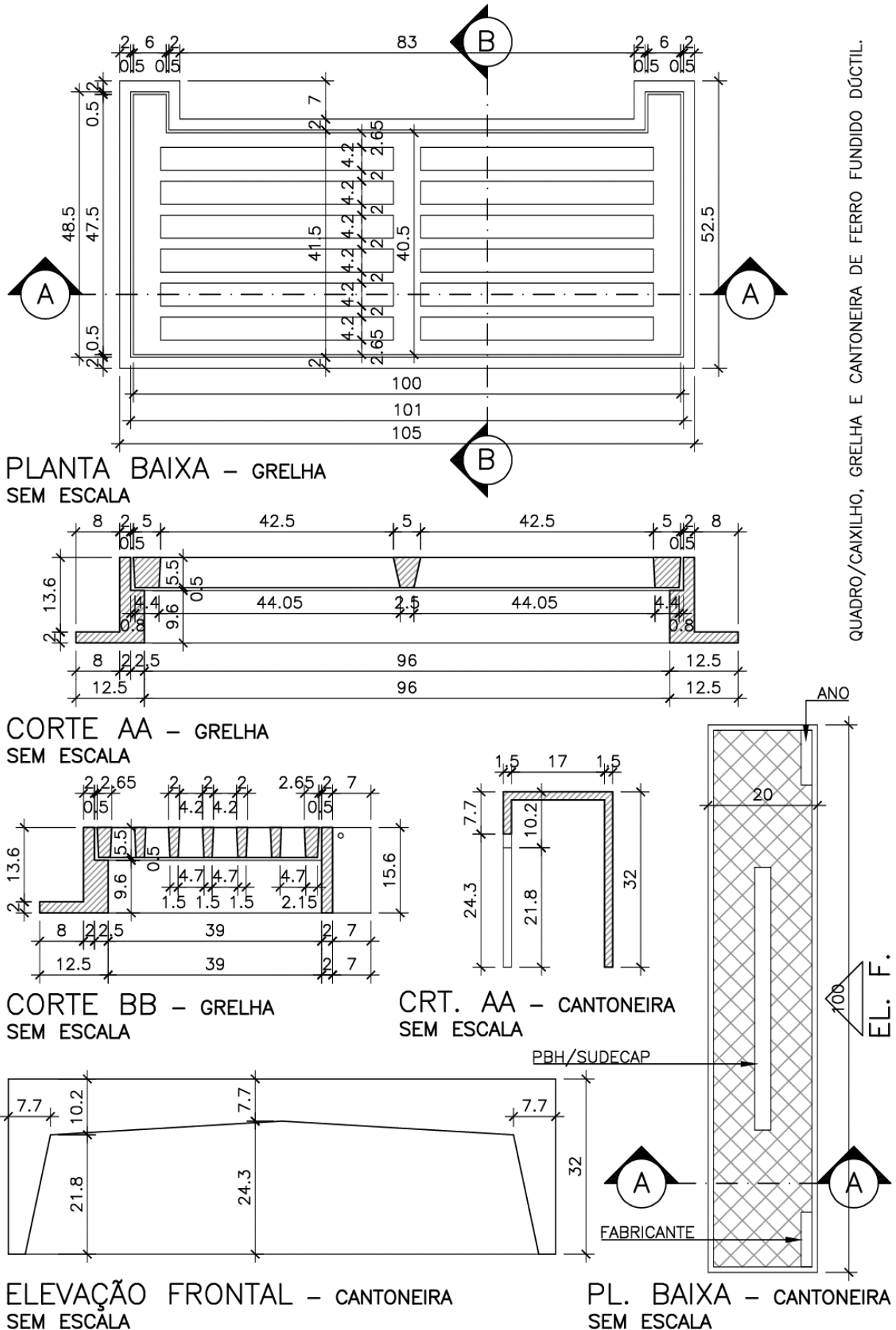


Figura 12 - Quadro, Grelha e Cantoneira - Tipo A. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

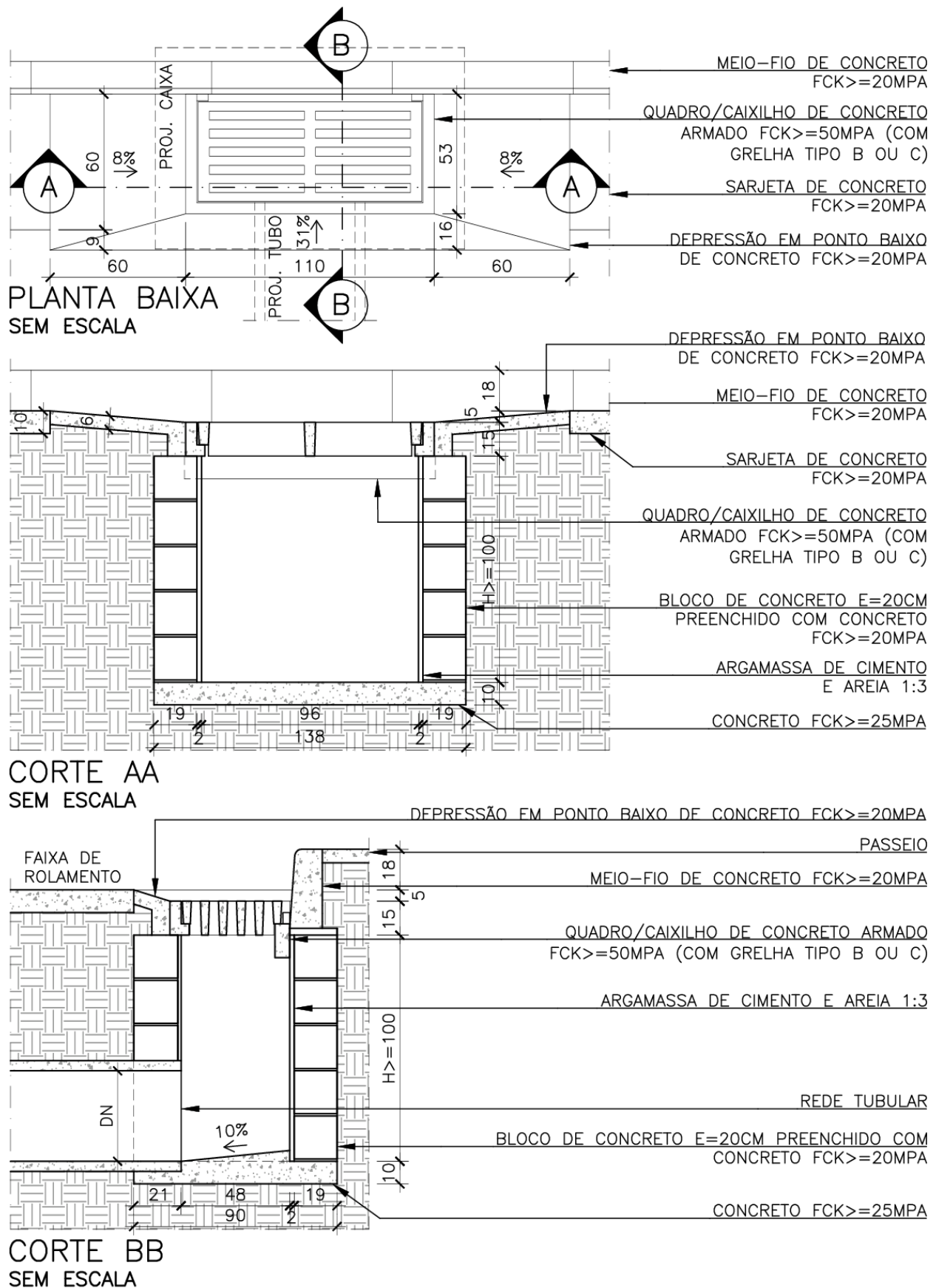


Figura 13 - Boca de lobo - Tipo B simples. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022

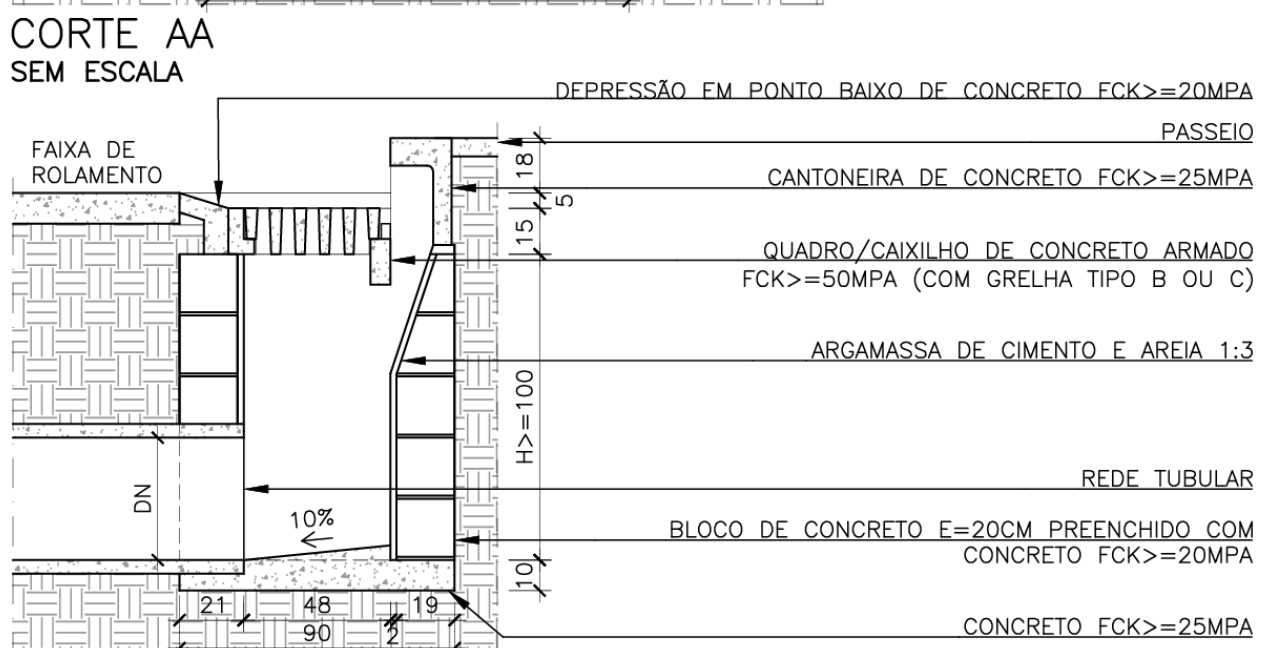
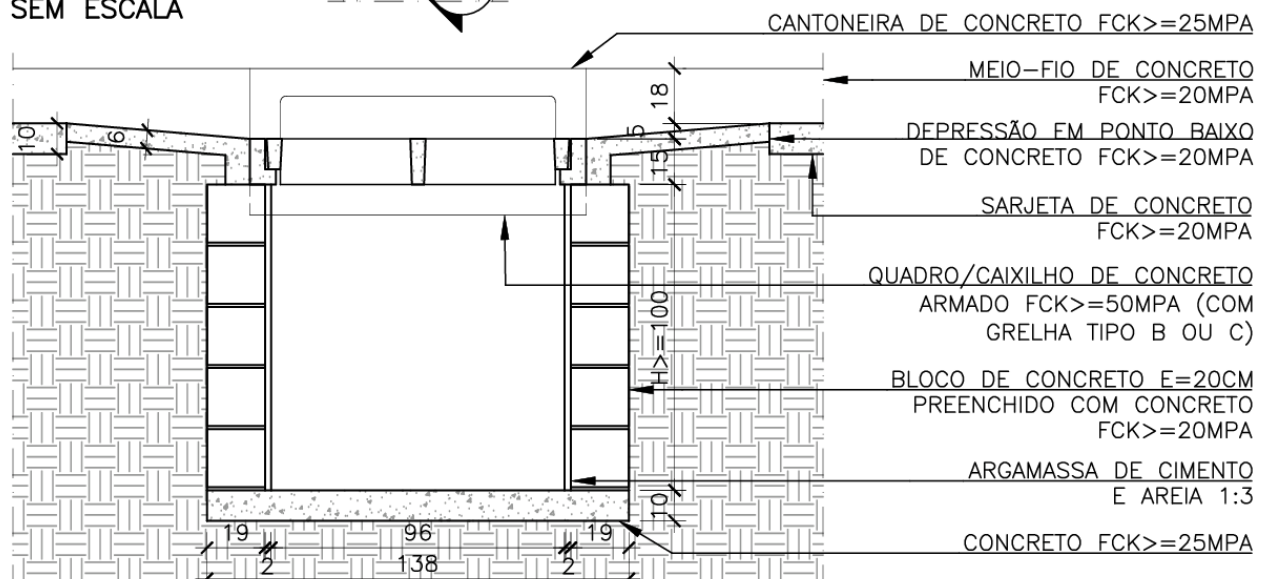
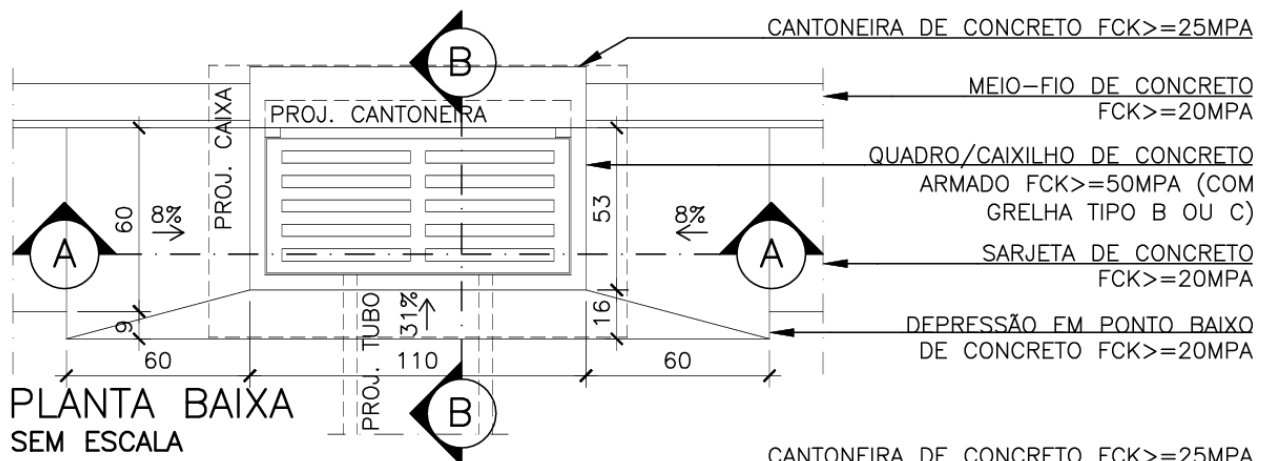
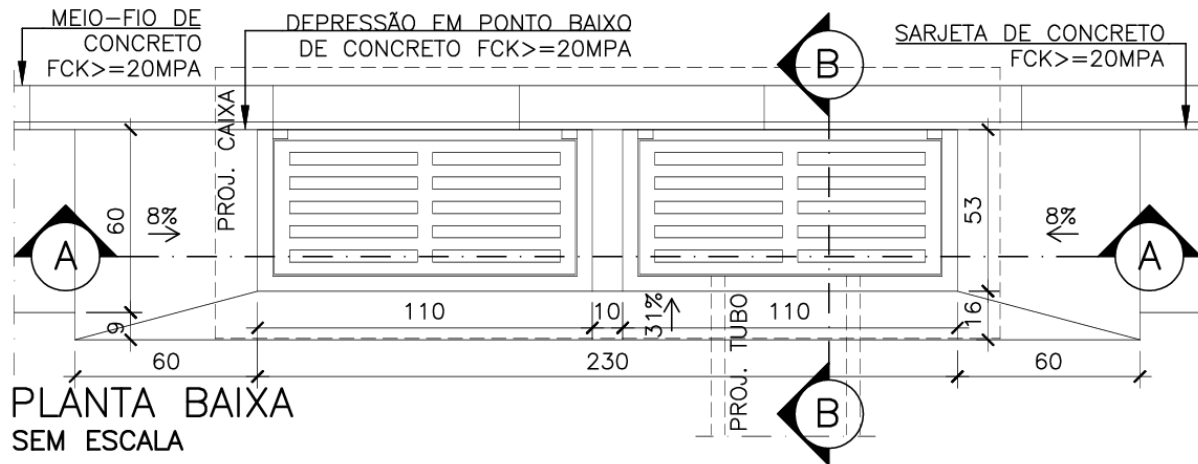
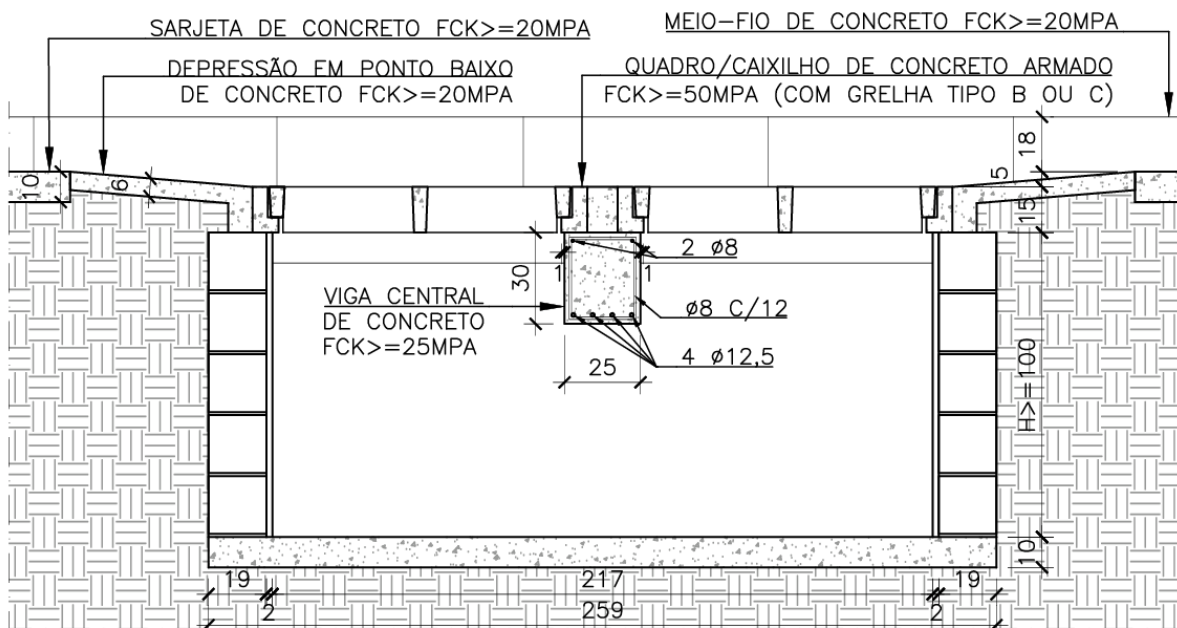


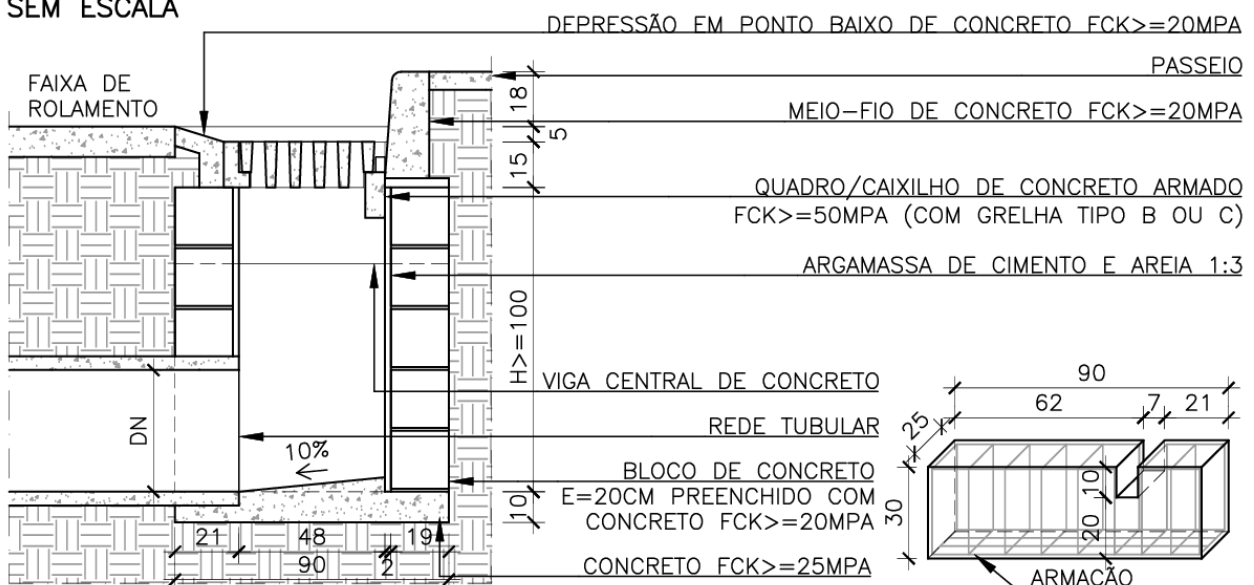
Figura 14 - Boca de lobo - Tipo B simples com cantoneira. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.



PLANTA BAIXA
SEM ESCALA



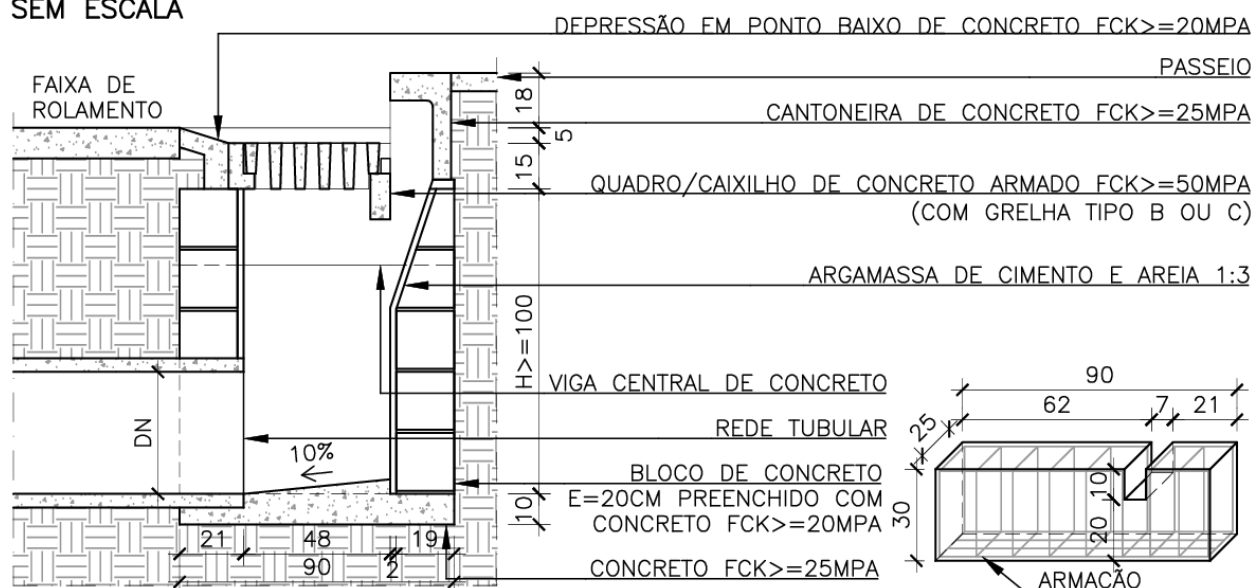
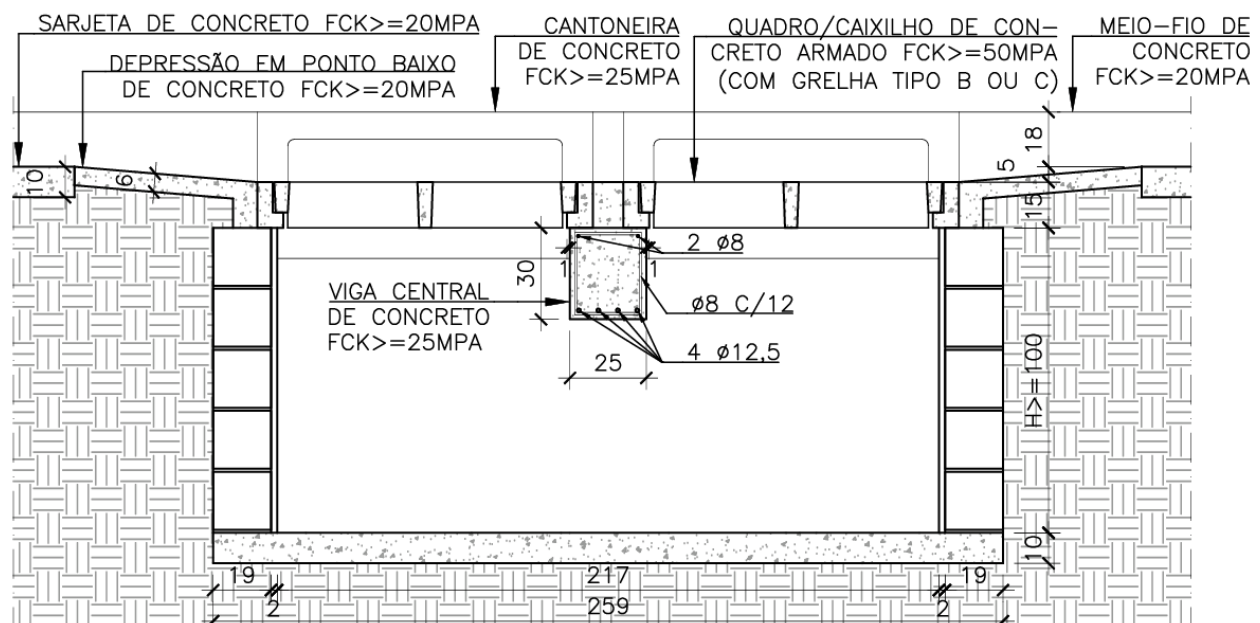
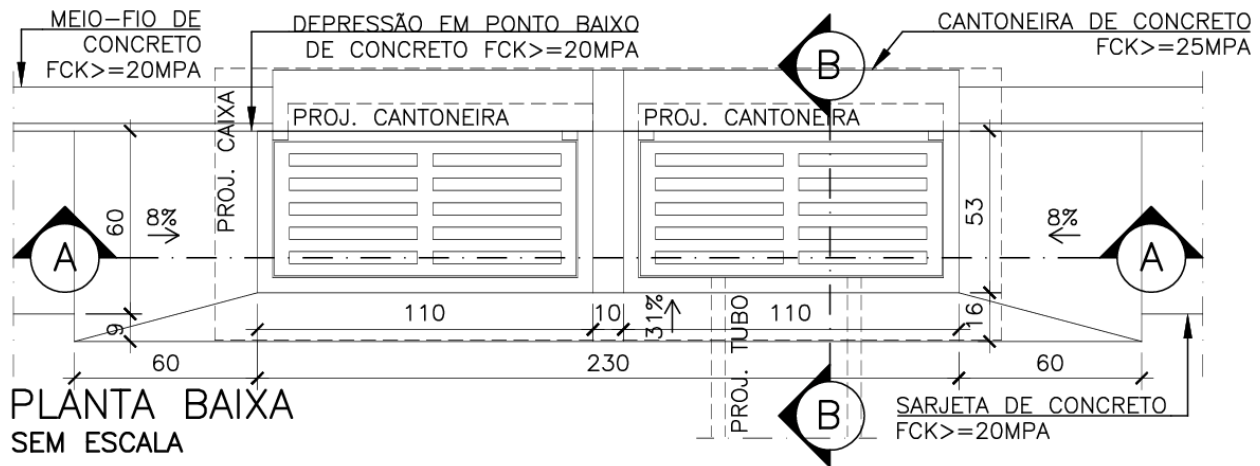
CORTE AA
SEM ESCALA



CORTE BB
SEM ESCALA

DET. - VIGA C. CONCRETO
SEM ESCALA

Figura 15 - Boca de lobo - Tipo B dupla. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.



**DET. - VIGA C. CONCRETO
SEM ESCALA**

90
62
7
21
25
30
20
10
ARMAÇÃO

Figura 16 - Boca de lobo - Tipo B dupla com cantoneira. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

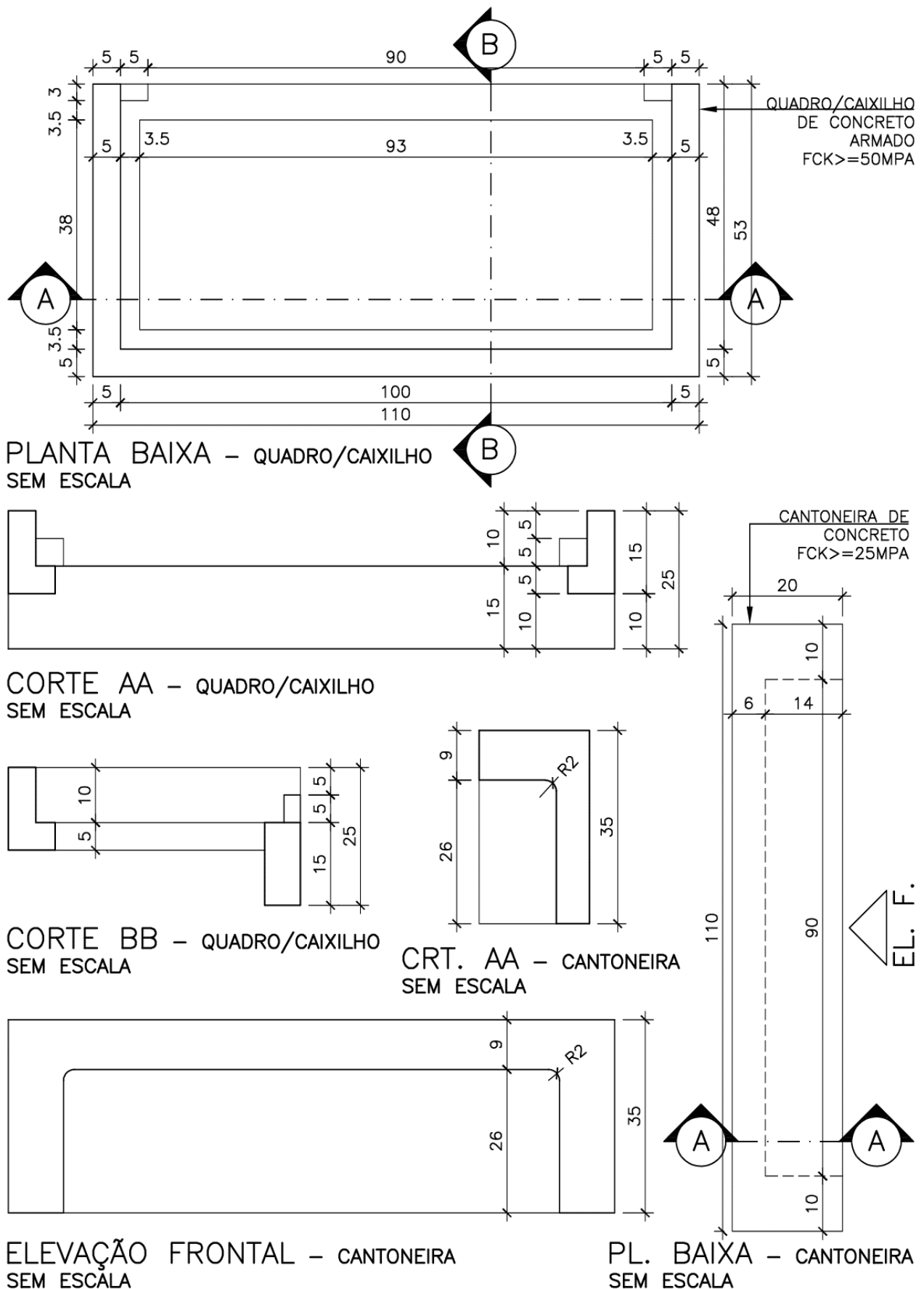


Figura 17 - Quadro/caixilho e cantoneira de boca de lobo - Tipo B. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

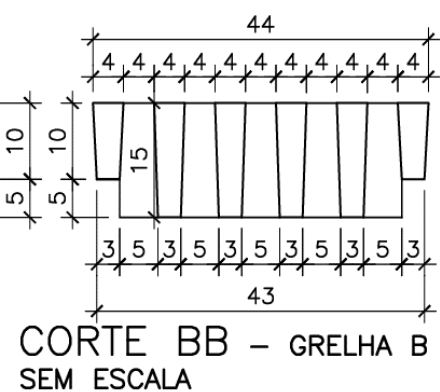
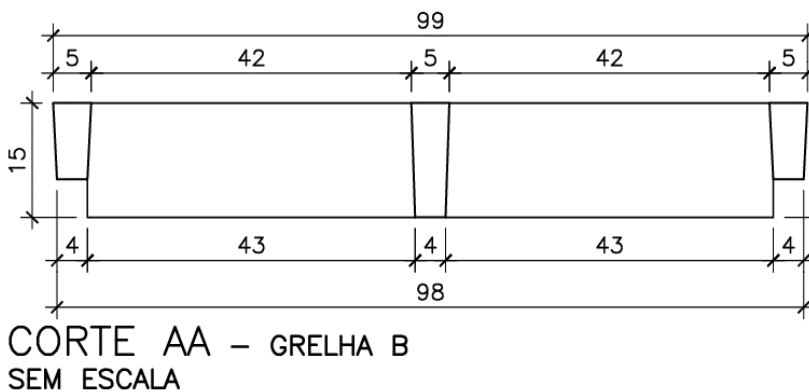
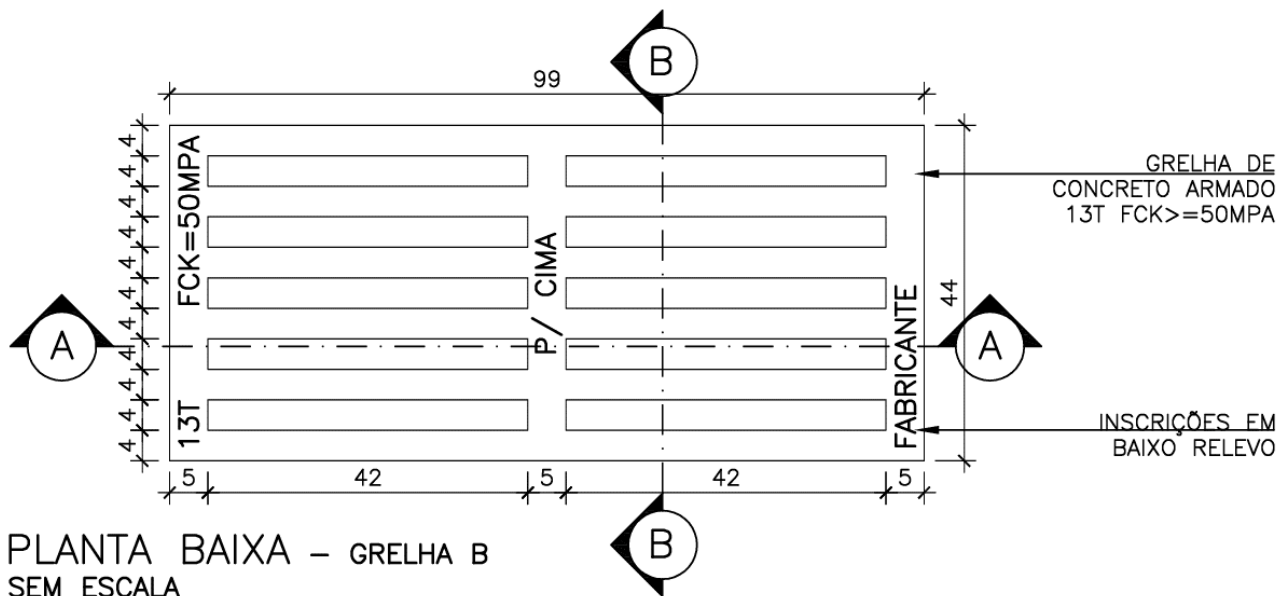
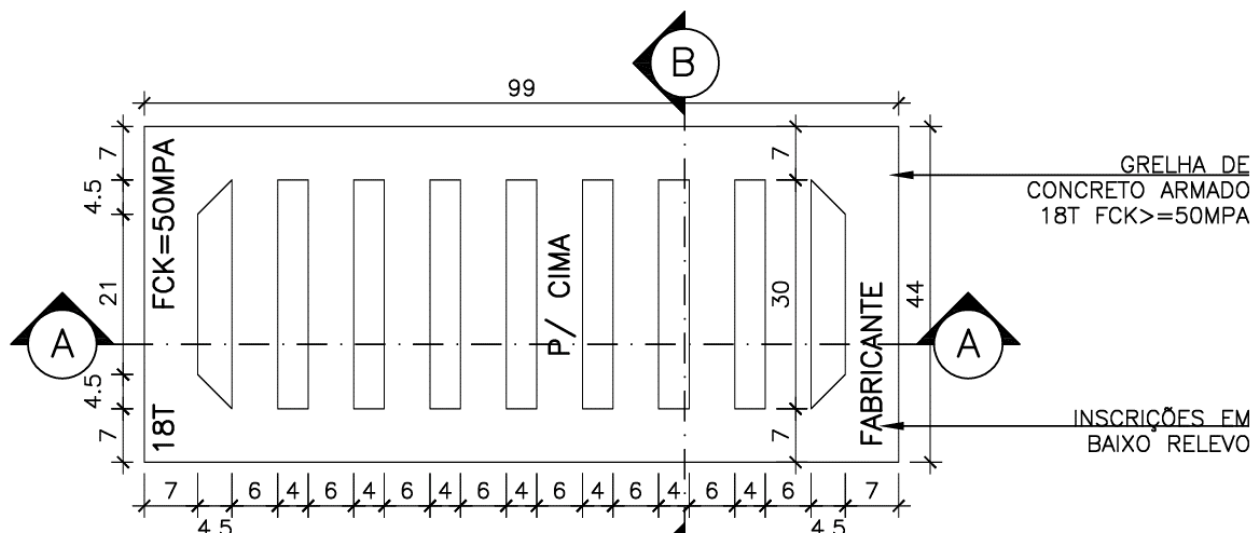
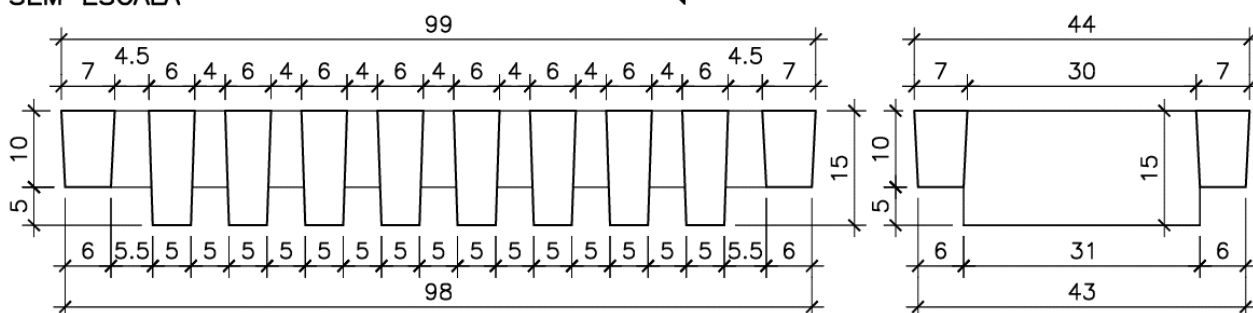


Figura 18 - Grelha de boca de lobo - Tipo B. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.



PLANTA BAIXA – GRELHA C
SEM ESCALA



CORTE AA – GRELHA C
SEM ESCALA

CORTE BB – GRELHA C
SEM ESCALA

Figura 19 - Grelha de boca de lobo - Tipo C. Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

19.8.2.1.1 Caixa para boca de lobo

19.8.2.1.1.1 *Materials*

A caixa para boca de lobo pode ser pré-fabricada, desde que atenda às capacidades volumétricas e f_{ck} dos padrões citados neste Caderno de Encargos. Espessura mínima da parede deve ser 8 cm.

Para as caixas convencionais deverão ser observados os seguintes parâmetros:

- Concreto

Obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos, e apresentar as seguintes resistências:

- Laje de fundo e viga intermediária: $f_{ck} \geq 25$ MPa;

- Formas

A execução das formas seguirá às recomendações da CONTRATANTE, descritas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

- Armaduras

As armaduras devem ser de aço CA-50, que deverá satisfazer a NBR 7480. O recobrimento mínimo da armadura será, em qualquer ponto, de 1 cm e deverá seguir as orientações capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

- Blocos de concreto

As caixas serão construídas em alvenaria estrutural de blocos de concreto com 0,19 m de largura, assentados em argamassa de cimento com areia, traço 1:3 e revestidos internamente com argamassa também de traço 1:3. Deverão ser empregados blocos de 1ª categoria conforme NBR 6136 e NBR 12118, sendo os vazios dos

mesmos preenchidos com concreto, traço mínimo de 20 MPa.

- Argamassa

Será composta de cimento e areia no traço volumétrico 1:3. Cimento e areia deverão obedecer às especificações e serem submetidos aos ensaios previstos na ABNT.

19.8.2.2 Controle

O controle da execução dos serviços, bem como a garantia da qualidade será de responsabilidade da CONTRATADA, seguindo aos critérios das normas mencionadas para cada tipo de material empregado.

19.8.3 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.8.3.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

- Caixas para boca de lobo

Serão levantadas em unidades a serem executadas, de acordo com o projeto padrão, considerando-se apenas se simples ou duplas.

- Alçamento de boca de lobo

Será considerado sempre que a altura da alvenaria das caixas exceder a 1 m, do definido nos padrões. O serviço será levantado em metros, pela altura excedente a 1 m previsto no padrão, considerando se a caixa é simples ou dupla.

19.8.3.2 Medição

Serão adotados os mesmos critérios de levantamento, observando-se para o que foi efetivamente executado e/ou fornecido.

19.8.3.3 Pagamento

Os serviços serão pagos aos preços unitários contratuais, de acordo com a medição definida no item anterior, que remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos materiais, equipamentos, mão de obra e encargos necessários à execução dos serviços, envolvendo:

- Caixas para boca de lobo

Escavação manual ou mecânica com remoção do material do corpo da obra, nivelamento e apiloamento do fundo da vala, reaterro do espaço externo da caixa entre a parede e o corte de terra, forma, desforma, armadura e concretos, alvenaria de 20 cm e revestimento com argamassa 1:3, pequenos reaterros; viga intermediária para apoio do quadro e grelha (boca de lobo dupla) e demais serviços e materiais necessários.

- Alçamento de bocas de lobo simples ou dupla

Escavação adicional com remoção do material, alvenaria de 20 cm e revestimento com argamassa, pequenos reaterros e demais serviços e materiais atinentes.

19.9 QUADRO, GRELHA E CANTONEIRA DAS BOCAS DE LOBO

19.9.1 Objetivo

Classificar e estabelecer os formatos, dimensões e performances mínimos exigíveis dos quadros, grelhas e cantoneiras a serem utilizados nos serviços de captação de águas pluviais pela PBH.

19.9.2 Definições

- Quadro ou Caixilho: dispositivo destinado a receber a grelha;
- Grelha: peça móvel colocada em cima de um sumidouro ou caixa de captação, que permite o escoamento de águas pluviais, constituída por barras transversais e longitudinais espaçadas entre si, para possibilitar a captação de água;
- Cantoneira: elemento dotado de abertura vertical junto ao meio-fio, que permite a entrada de água. A abertura na cantoneira somente influencia na capacidade de vazão quando houver obstrução na grelha;
- Carga de controle: carga aplicada aos tampões ou grelhas para verificar sua resistência às cargas eventuais.

19.9.3 Condições específicas

As espessuras das peças devem atender as dimensões estabelecidas nas tabelas apresentadas abaixo e

devem trazer em caracteres legíveis na face externa, a marca do fabricante e a data da fabricação, f_{ck} mínimo do concreto e carga de controle.

O conjunto grelha, quadro e cantoneira devem atender as dimensões estabelecidas nos projetos específicos admitindo-se as tolerâncias indicadas nas tabelas a seguir:

Tabela 8 - Dimensões e tolerâncias para cantoneira. Fonte: Elaboração própria.

Discriminação da cantoneira	Dimensões (cm)		Tolerâncias (cm)	
	Tipo A (Ferro Fundido)	Tipo B (Concreto)	Tipo A (Ferro Fundido)	Tipo B (Concreto)
Altura	32,0	35,0	+ 0,5	+ 0,5
Largura	20,0	15,0	+ 0,5	+ 0,5
Abertura	17,0	14,0	+ 0,5	0
Espessura superior	7,7	9,0	- 0,5	- 0,5
Espessura inferior	1,5	6,0	- 0,5	0

Tabela 9 - Dimensões e tolerâncias para o quadro ou caixilho. Fonte: Elaboração própria.

Discriminação do quadro	Dimensões (cm)		Tolerâncias (cm)
	Tipo A (Ferro Fundido)	Tipo B (Concreto)	Tipo A / B
Largura interna	41,5	45,0	+0,5
Comprimento interno	101,0	100,0	+0,5
Altura total	15,6	15,0	0
Largura do apoio	2,5	3,5	+0,5
Altura do apoio	6,0	5,0	0 -0,5

Tabela 10 - Dimensões e tolerâncias da grelha. Fonte: Elaboração própria.

Discriminação da grelha		Dimensões (cm)			Tolerâncias (cm)		
		Tipo A (Ferro Fundido)	Tipo B (Concreto Longitudinal)	Tipo C (Concreto Transversal)	Tipo A (Ferro Fundido)	Tipo B (Concreto Longitudinal)	Tipo C (Concreto Transversal)
Comprimento total		100,0	99,0	99,0	-0,5	-0,5	-0,5
Altura das barras		5,5	15,0	15,0	0	+0,5	+0,5
Altura das barras das extremidades		5,5	10,0	10,0	0	+0,5	+0,5
Largura total		47,5	44,0	44,0	-0,5	-0,5	-0,5
Espessuras das barras longitudinais	Superior	2,0	4,0	-	-0,5	-0,5	-0,5
	Inferior	1,5	3,0	-	0	0	0
Espessuras das barras transversais	Superior	5,0	5,0	6,0	-0,5	-0,5	-0,5
	Inferior	2,5	4,0	5,0	-0,5	-0,5	-0,5
Abertura das barras	Superior	4,2	4,0	4,0	0	0	0
	Inferior	4,7	5,0	5,0	0	0	0
Número de barras	Longitudinais	7 un	6 un	2 un	0	0	0
	Transversais	3 un	3 un	10 un	0	0	0

Tabela 11 - Peso dos componentes. Fonte: Elaboração própria.

Discriminação	Pesos (kg)			Tolerâncias (kg)		
	Tipo A (Ferro Fundido)	Tipo B (Concreto Longitudinal)	Tipo C (Concreto Transversal)	Tipo A (Ferro Fundido)	Tipo B (Concreto Longitudinal)	Tipo C (Concreto Transversal)
Cantoneira	69,0	90,0	-	±3	±5,0	-
Quadro ou Caixilho	132,0	68,0	-	±7	±3,0	-
Grelha	67,0	77,0	80,0	±3	±3,0	±3,0

Tabela 12 - Valores do f_{ck} mínimo dos componentes. Fonte: Elaboração própria.

Discriminação	f_{ck} (MPa)	
	Tipo B (Concreto longitudinal)	Tipo C (Concreto transversal)
Cantoneira	25	25
Quadro ou Caixilho	50	50
Grelha	50	50

Tabela 13 - Carga de trinca e ruptura mínima. Fonte: Elaboração própria.

Discriminação	Carga de trincas (toneladas)		Carga de ruptura (toneladas)	
	Tipo B (Concreto Longitudinal)	Tipo C (Concreto Transversal)	Tipo B (Concreto Longitudinal)	Tipo C (Concreto Transversal)
Cantoneira	4	4	6	6
Quadro ou	6	6	9	9
Grelha	6	6	13	18

19.9.3.1 Conjunto quadro, grelha e cantoneira Tipo A (ferro fundido dúctil)

Esta especificação fixa as características exigíveis no recebimento das grelhas e quadros de ferro fundido dúctil e cantoneiras de captação de águas pluviais constituindo as bocas de lobo tipo A.

19.9.3.1.1 Materiais

As grelhas para boca de lobo serão em ferro fundido dúctil classe C 250 kN, articuladas até 110° e com travamento automático, seguindo aos requisitos de classificação e métodos de ensaio, prescritos na NBR 10160.

Estão classificadas no Grupo 3 Classe C250 da NBR 10160, abrangendo os dispositivos recomendados para uso em sarjetas e locais, que se estendem desde a guia ou meio-fio até 0,5 m na via de circulação de veículos e até 0,2 m na calçada.

Todas as peças devem ser isentas de defeitos que afetem seu desempenho, sem reparos posteriores à sua fabricação e devem conter o nome do fabricante, a classe do ferro fundido e o ano de fabricação em tamanho suficiente e posição tal que não interfira na sua aplicação.

As peças deverão satisfazer às dimensões, pesos e ensaios de compressão previstos nos padrões da PBH. As peças em ferro fundido dúctil deverão ser garantidas pelo fabricante até 6 meses contra defeitos não detectados quando da aceitação.

19.9.3.1.2 Controle

19.9.3.1.2.1 Marcação

Somente serão aceitas grelhas e telares com as seguintes marcações visíveis e indelévels:

- Ano da instalação;
- Material empregado na fabricação;
- Nome do fabricante.

19.9.3.1.2.2 Controle tecnológico na fábrica

A fabricação das grelhas em ferro fundido dúctil deverá obedecer às exigências da CONTRATANTE, no que se refere a dimensões, resistência e a deformação e estar em conformidade com a NBR 10160, seguindo as mesmas orientações e ensaios descritos no controle tecnológico para tampões em ferro fundido dúctil.

19.9.3.2 Conjunto quadro, grelha e cantoneira Tipo B (concreto com abertura longitudinal)

A grelha Tipo B deve suportar 13 toneladas.

19.9.3.2.1 Materiais**19.9.3.2.1.1 Concreto**

- Grelha: $f_{ck} \geq 50$ MPa;
- Quadro ou caixilho: $f_{ck} \geq 50$ MPa;
- Cantoneira: $f_{ck} \geq 25$ MPa.

19.9.3.2.1.2 Armaduras

As armaduras devem ser de aço CA-50 para satisfazer a NBR 7480. O recobrimento mínimo da armadura deverá ser em qualquer ponto de 1 cm.

19.9.3.2.1.3 Marcação

Somente serão aceitos cantoneira, quadros e grelhas com as seguintes marcações visíveis e indeléveis:

- Nome do fabricante;
- Identificar o lado certo em baixo relevo com inscrição: P/CIMA;
- Identificar o f_{ck} do concreto em baixo relevo com a inscrição: FCK 50 MPa;
- Identificar a Carga de Ruptura em baixo relevo com a inscrição: 13 T.

19.9.3.3 Conjunto quadro e grelha Tipo C (concreto com abertura transversal)

A grelha Tipo C deve suportar 18 toneladas.

19.9.3.3.1 Materiais

A Grelha Tipo C tem a mesma dimensão externa que a Tipo B, portanto não necessita de quadro e cantoneiras diferenciados. Deve ser instalada nos locais definido pelo projeto tendo em vista sua capacidade hidráulica inferior à do Tipo B. Abaixo seguem as indicações de uso:

- Ciclovias;
- Pontos de parada do Sistema MOVE BH;
- Esquinas com grande trânsito de ônibus.

19.9.3.3.1.1 Concreto

- Grelha tipo C: $f_{ck} \geq 50$ MPa;
- Quadro ou caixilho: $f_{ck} \geq 50$ MPa;
- Cantoneira: $f_{ck} \geq 25$ MPa.

19.9.3.3.1.2 Armaduras

As armaduras da grelha de 18 toneladas devem ser soldadas com solda MIG. É necessário reforço nos quatro cantos.

As armaduras devem ser de aço CA-50 para satisfazer a NBR 7480. O recobrimento mínimo da armadura deverá ser em qualquer ponto de 1 cm.

19.9.3.3.1.3 Marcação

Somente serão aceitas cantoneiras, quadros e grelhas com as seguintes marcações visíveis e indeléveis:

- Nome do fabricante;
- Identificar o lado certo em baixo relevo com inscrição: P/CIMA;
- Identificar o f_{ck} do concreto em baixo relevo com a inscrição: FCK 50 MPa;
- Identificar a Carga de Ruptura em baixo relevo com a inscrição: 18 T.

19.9.3.4 Controle

As peças pré-fabricadas de concreto serão fabricadas e curadas por processos que assegurem a obtenção de concreto homogêneo e compacto de bom acabamento, não sendo permitida qualquer pintura ou retoque e deverão atender a ação do trem tipo Brasileiro Rodoviário TB - 36 da ABNT.

Deverá obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste

Caderno de Encargos e apresentar resistências conforme descrito na Tabela 13. Os aditivos para as modificações de pega, endurecimento e permeabilidade do concreto, poderão ser utilizados desde que sejam garantidas as propriedades físicas exigidas nesta especificação.

Todos os materiais deverão satisfazer as normas e serem submetidos aos ensaios previstos pela ABNT. Para a execução deverão ser observadas as figuras deste capítulo.

As peças antes de submetidas aos ensaios de compressão deverão ser inspecionadas.

As peças que apresentarem defeitos prejudiciais posteriormente à sua aceitação, atribuíveis à sua fabricação e não detectáveis na inspeção de recebimento podem ser rejeitadas até 6 (seis) meses após sua aquisição. As peças defeituosas serão substituídas pelo fabricante sem ônus para a PBH.

19.9.3.4.1.1 Inspeção e retirada de amostras

Antes de cada fornecimento a CONTRATANTE verificará se a quantidade a ser fornecida corresponde ao estipulado quanto às dimensões e pesos e se atendem as condições estabelecidas nesta especificação.

Caso os resultados dessa inspeção conduzirem à recusa de 10 % ou mais das peças apresentadas, toda a partida será recusada. Somente as peças aprovadas na inspeção serão submetidas aos ensaios respectivos.

Aprovadas as peças na inspeção, a CONTRATANTE formará lotes iguais de 100 unidades no mínimo, ou segundo as seguintes condições:

- Lotes de 100 unidades - para encomendas até 1000 unidades;
- Lotes de 200 unidades - para encomendas de 2000 unidades;
- Lotes de 300 unidades - para encomendas de 3000 unidades.

O número de unidades poderá ser alterado pela CONTRATANTE, não devendo ultrapassar a 10 % do total encomendado.

Para encomendas superiores a 3000 unidades deve-se dividir a compra em grupos de até 3000 unidades. Para cada lote assim formado deverá ser retirada uma amostra de 4 (quatro) conjuntos de peças que serão submetidos depois devidamente autenticados, aos ensaios prescritos nesta especificação.

19.9.3.4.1.2 Ensaios

As peças a serem ensaiadas deverão ter todas as suas dimensões conferidas e anotadas antes do ensaio.

O ensaio de compressão tem o objetivo de determinar a resistência à compressão da grelha e do quadro de concreto armado.

19.9.3.4.1.3 Aparelhagem

A máquina a qual se executará o ensaio poderá ser de qualquer tipo, desde que satisfaça às seguintes condições:

- Ser provida de dispositivo que assegure a distribuição concentrada dos esforços sobre a grelha;
- Permitir a elevação das cargas de modo contínuo, sem golpes, com velocidade constante de 600 kg, por minuto;
- Ser munida de dispositivo que permita a leitura direta da carga com erro não superior a ± 2 % para cargas iguais ou superiores a 6 t, para a velocidade de aplicação de carga especificada. É aconselhável que a escolha da escala se faça de modo que o valor de carga mínima na especificação esteja compreendido entre um décimo e nove décimos da carga máxima registrada na escala;
- Ter o dispositivo de medida de cargas com um mínimo de inércia, de atritos e de jogos, de modo que tais fatores não influenciem sensivelmente nas indicações da máquina.

A resistência à compressão será a média dos resultados para os corpos de prova representativos de um mesmo lote e deverá ser no mínimo a indicada.

Nenhuma peça deverá trincar ou romper com carga inferior a estabelecida na Tabela 13.

Os ensaios de compressão e tração para o concreto e o aço respectivamente serão estabelecidos pela NBR 7480.

Os ensaios deverão ser executados obedecendo ao seguinte roteiro:

- Mede-se a grelha, o quadro e cantoneira em todas as dimensões (aberturas, barras), interna e externamente;

- Pesa-se a grelha o quadro e a cantoneira;
- Quadro será assentado horizontalmente sobre uma mesa plana, rígida, nivelada e indeformável;
- Coloca-se em seguida a grelha assentada devidamente no quadro, de forma idêntica ao que ocorrerá durante o período de utilização;
- Dispõe-se o conjunto de modo que o ponto de aplicação da carga seja no meio da grelha;
- Eleva-se gradualmente a carga de modo constante e aproximadamente igual a velocidade de 6000 kg por minuto;
- A carga será aplicada no centro da grelha por intermédio de um bloco de aço de 200 x 300 mm, colocado transversalmente à velocidade especificada no ensaio;
- Aumenta-se o esforço até atingir a carga de trinca que será anotada, em seguida, eleva-se o ensaio até a carga de ruptura. A carga de trinca é definida neste ensaio como correspondente ao momento em que, em virtude do aumento da carga, forem verificadas, em qualquer ponto da grelha ou do quadro, trinca ou trincas com 0,2 mm de espessura, afiladas na ponta com 1,6 mm de largura. Considera-se a trinca de 0,2 mm de abertura quando a ponta do calço penetrar, sem dificuldade, 1,6 mm, com pequenos intervalos, na distância de 5 cm.

19.9.3.4.1.4 Resultados

O certificado deve consignar as cargas de trinca e de ruptura de cada ensaio, bem como as respectivas médias aritméticas por cada lote. Deverá também considerar todas as dimensões e pesos das peças.

- Aceitação e rejeição

Se os resultados de verificação das especificações apresentarem rejeição superior a 10 % o lote será recusado.

Se todos os resultados dos ensaios de concreto, aço e compressão das peças individualizadas satisfizerem as exigências o lote será aceito.

Caso um ou mais desses resultados não satisfaçam as referidas exigências os ensaios que apresentarem resultados insatisfatórios devem ser repetidos com o dobro da amostra prevista nesta especificação.

Caso um dos resultados obtidos na repetição dos ensaios não satisfaça ainda as referidas exigências o lote será rejeitado.

19.9.3.4.1.5 Amostra

A coleta da amostra será efetuada ao acaso, normalmente pela CONTRATANTE através de seu representante, na presença do fabricante. A quantidade da amostra é fixada na Tabela 14 abaixo, com as condições para aceitação do lote.

Tabela 14 - Condições para aceitação do lote. Fonte: Elaboração própria.

	Tamanho do lote	Número de amostra	1ª amostragem		2ª amostragem	
			Resultado negativo	Resultado positivo	Resultado negativo	Resultado positivo
Até 100	50	2	0	2	0	2
100 a 500	100	2	0	2	0	2
500 a 1000	100	4	0	4	0	4
1000 a 2000	200	4	Máximo 1	3	0	4
2000 a 3000	300	4	Máximo 1	3	0	4

19.9.3.4.1.6 Aprovação e liberação

As peças consideradas aprovadas nos ensaios e, conseqüentemente, dentro das especificações serão liberadas pelo FISCAL para uso.

Somente as peças autenticadas serão aceitas nas obras.

19.10 DEPRESSÃO DAS BOCAS DE LOBO

19.10.1 Objetivo

Oferecer detalhes adicionais visando o correto posicionamento das bocas de lobo em pontos baixos e em greides contínuos.

19.10.2 Definições

A depressão é o rebaixo em concreto que visa maximizar as condições de engolimento das bocas de lobo, pelo melhor encaminhamento das águas pluviais das sarjetas.

Todas as bocas de lobo a serem implantadas em obras da PBH, em pontos baixos, ou em greide contínuo, deverão ser instaladas de acordo com os detalhes apresentados nesta especificação.

As depressões de boca de lobo serão consideradas parte integrante das sarjetas tipo B ou C, padrão SUDECAP e deverão obedecer às especificações contidas nos padrões. A Figura 20 apresenta um exemplo de depressão de boca de lobo em ponto baixo e a Figura 21 em greide contínuo.

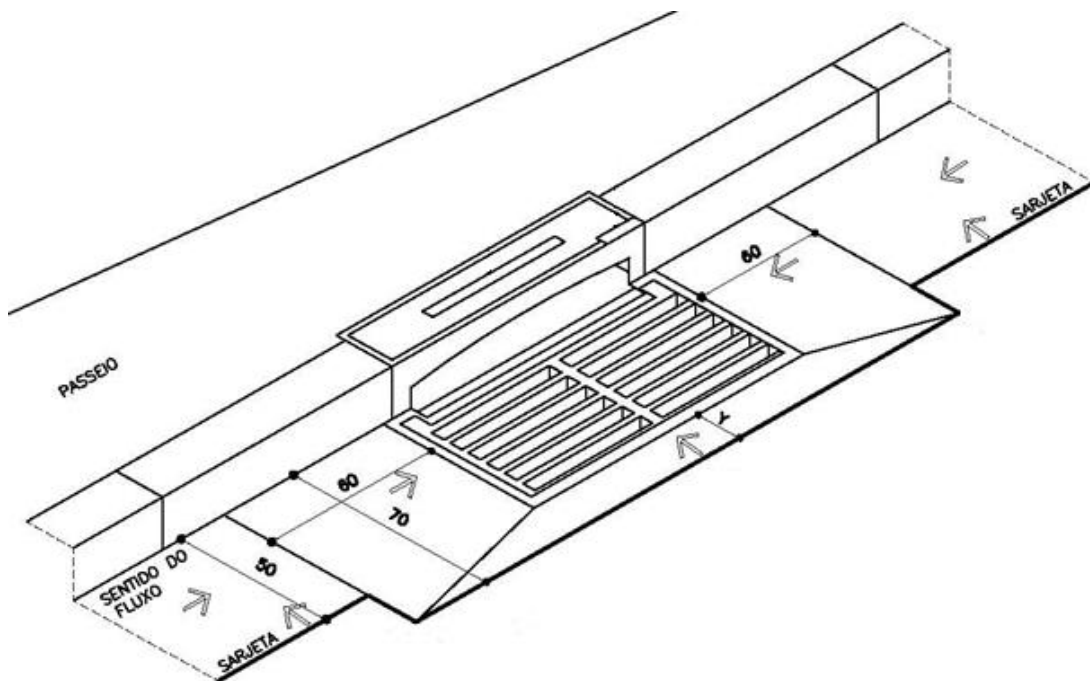


Figura 20 - Depressão de boca de lobo em ponto baixo. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

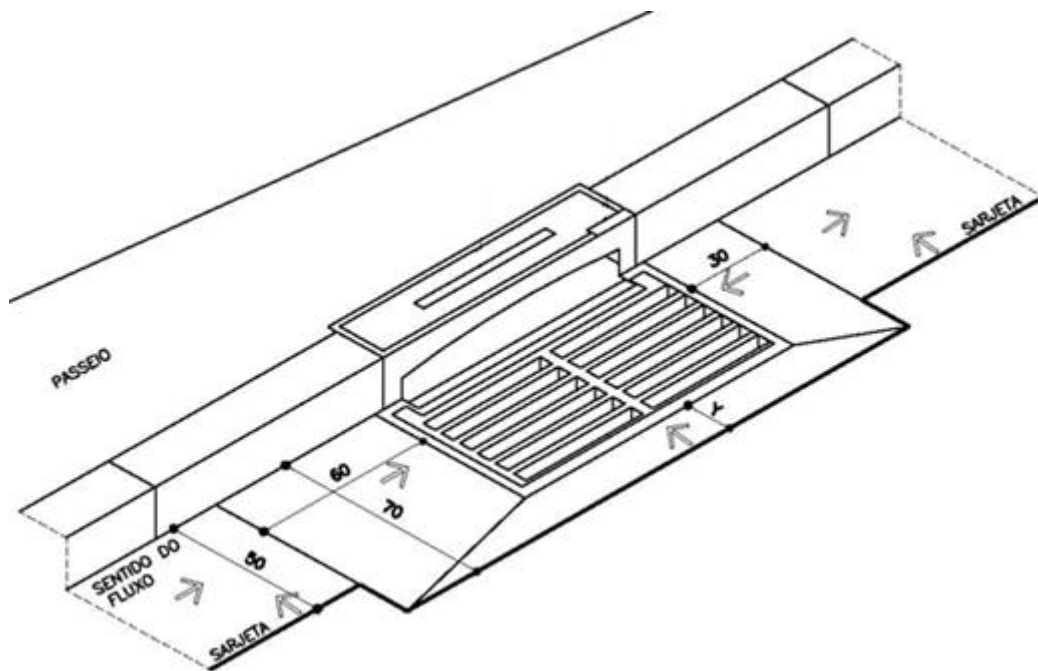


Figura 21 - Depressão de boca de lobo em greide contínuo. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.



19.10.3 Condições específicas

19.10.3.1 Materiais

Serão utilizados os mesmos materiais empregados na confecção das sarjetas.

19.10.3.2 Controle

Serão realizados os mesmos ensaios solicitados para as sarjetas B e C.

19.10.4 Passeio de proteção lateral à boca de lobo

19.10.4.1 a. Objetivo

Com o objetivo de proteção, o passeio deverá ser executado atrás da boca de lobo um passeio de proteção na largura total do CP (cadastro de parcelamento da Prefeitura), ou seja, até o alinhamento das edificações/lotos.

19.10.4.2 Condições específicas

19.10.4.2.1 Materiais

- Será em concreto $f_{ck} \geq 20$ Mpa, com espessura 6 cm;
- Para boca de lobo simples: 1,5 m para cada lado do eixo da Boca de lobo. Total 3 m;
- Para boca de lobo dupla: 2,25 m para cada lado do eixo do conjunto das bocas de lobo. Total 4,5 m.

19.10.4.2.2 Controle

O controle executivo e da qualidade deverá obedecer aos mesmos critérios exigidos para o item "Passeio", do Capítulo 15 - Pisos e peitoris, deste Caderno de Encargos.

19.10.5 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.10.5.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

19.10.5.1.1 Conjunto quadro/grelha

Serão levantadas em unidades a serem fornecidas e assentadas de acordo com o projeto padrão, considerando-se o tipo, A, B ou C.

19.10.5.1.2 Cantoneiras

Serão levantadas, caso seja a boca de lobo com cantoneira, em unidades a serem fornecidas e assentadas de acordo com o projeto padrão, considerando-se o tipo, A ou B.

19.10.5.1.3 Depressão de boca de lobo

Serão levantadas como sarjetas tipo B ou tipo C.

19.10.5.1.4 Passeio de proteção lateral à boca de lobo

Será levantado por m² de área de passeio a executar.

19.10.5.2 Medição

Serão adotados os mesmos critérios de levantamento, observando-se para o que foi efetivamente executado e/ou fornecido.

19.10.5.3 Pagamento

Os serviços serão pagos aos preços unitários contratuais, de acordo com a medição definida no item anterior, que remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos materiais, equipamentos, mão de obra e encargos necessários à execução dos serviços, envolvendo:

19.10.5.3.1 Conjunto quadro, grelha e cantoneira

Assentamento das peças; fabricação e fornecimento das peças, pequenas escavações e/ou reaterros, demais serviços e materiais necessários.

19.10.5.3.2 Depressão de Boca de lobo

Corte da capa asfáltica, escavação manual, remoção de material escavado do corpo da obra, nivelamento e apiloamento, forma, desforma e concreto, demais serviços e materiais necessários.

19.10.5.3.3 Passeio de proteção lateral à boca de lobo

Será pago pelo item referente a passeio de concreto (m²) no capítulo 15 - Pisos e peitoris, deste Caderno de Encargos.

19.11 CAIXA DE PASSAGEM**19.11.1 Objetivo**

Estabelecer as bases para a construção adequada das Caixas de Passagem, bem como seus formatos, dimensões e especificações técnicas.

19.11.2 Definições

Dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de águas pluviais, com o fim de possibilitar a ligação das bocas de lobo e as mudanças de declividade das redes pluviais, nos locais onde for inconveniente a instalação de poços de visita e ainda houver mudança de direção da rede tubular.

Para atender às diversas situações encontradas durante a elaboração do projeto, foram padronizados 3 (três) tipos de caixas de passagem:

- Tipo A: são caixas de passagem que não possuem dispositivo de queda interno (rampa);
- Tipo B: são caixas de passagem que possuem dispositivo de queda interno (rampa em calha) com altura máxima de 50 cm;
- Tipo C: são caixas de passagem que possuem dispositivo de queda interno (rampa em calha) com altura máxima de 100 cm.

As caixas de passagem aqui padronizadas se aplicam a todas as redes tubulares de águas pluviais a serem construídas pela PBH, não se permitindo qualquer dispositivo de características diferentes.

19.11.3 Condições específicas

As caixas de passagem serão sempre padronizadas, obedecendo ao desenho tipo constante desta especificação. As Tabelas 15, 16, 17, 18 e 19, a seguir, apresentam os tipos de caixa de passagem (A, B e C), com suas respectivas dimensões e armadura. Por sua vez, as Figuras 22, 23 e 24 apresentam os desenhos dos tipos de caixas de passagem A, B e C.

19.11.3.1 Caixa de passagem tipo A

Tabela 15 - Caixa de passagem tipo A - Dimensões. Fonte: Elaboração própria.

Caixa Tipo A	Dimensões (cm)		
	a	H	L
DN (cm)			
50	15	70	50
60	15	80	60
70	15	90	70
80	20	100	80
90	20	120	90
100	20	130	100
110	25	140	110
120	25	150	120
130	25	160	130
150	25	180	150

Legenda: a - Espessura da parede; H - Altura maior da caixa; L - Largura da caixa.

Tabela 16 - Caixa de passagem tipo A - Armadura. Fonte: Elaboração própria.

Armadura da tampa da Caixa Tipo A									
DN (cm)	Z (cm)	P1				P2			
		Quant	Diam.(ϕ)	Comp. Unit.	Esp.	Quant	Diam.(ϕ)	Comp. unit	Esp.
50	80	11	6,3	75	20,0	7	5,0	185	15,0
60	90	11	6,3	85	20,0	7	5,0	185	15,0
70	100	11	6,3	95	20,0	11	5,0	185	10,0
80	120	11	6,3	115	20,0	13	5,0	185	10,0
90	130	12	6,3	125	17,5	14	5,0	185	10,0
100	140	14	6,3	135	15,0	15	5,0	185	10,0
110	160	14	6,3	155	15,0	17	5,0	185	10,0
120	170	17	6,3	165	12,5	10	6,3	185	20,0
130	180	17	6,3	175	12,5	12	6,3	185	17,5
150	200	17	6,3	195	12,5	17	6,3	185	12,5

19.11.3.2 Caixa de passagem tipo B

Tabela 17 - Caixa de passagem tipo B - Dimensões. Fonte: Elaboração própria.

Caixa Tipo B	Dimensões (cm)			
DN (cm)	a	h	H	L
50	15	70	120	50
60	20	80	130	60
70	20	90	140	70
80	20	100	150	80
90	25	120	170	90
100	25	130	180	100
110	25	140	190	110
120	25	150	200	120
130	25	160	210	130
150	25	180	230	150

Legenda: a - Espessura da parede; h - Altura menor da caixa; H - Altura maior da caixa; L - Largura da caixa.

Tabela 18 - Caixa de passagem tipo B - Armação. Fonte: Elaboração própria.

Armadura da tampa da Caixa Tipo B									
DN (cm)	Z (cm)	P1				P2			
		Quant	Diam(ϕ)	Comp. Unit.	Esp.	Quant	Diam(ϕ)	Comp .	Esp.
50	80	11	6,3	75	20,0	7	5,0	185	15,0
60	100	11	6,3	95	20,0	8	5,0	185	15,0
70	110	11	6,3	105	20,0	12	5,0	185	10,0
80	120	11	6,3	115	20,0	13	5,0	185	10,0
90	140	12	6,3	135	17,5	15	5,0	185	10,0
100	150	14	6,3	145	15,0	16	5,0	185	10,0
110	160	14	6,3	155	15,0	17	5,0	185	10,0
120	170	17	6,3	165	12,5	10	6,3	185	20,0
130	180	17	6,3	175	12,5	12	6,3	185	17,5
150	200	17	6,3	195	12,5	17	6,3	185	12,5

19.11.3.3 Caixa de passagem tipo C*Tabela 19 - Caixa de passagem tipo C - Dimensões. Fonte: Elaboração própria.*

Caixa Tipo C	Dimensões (cm)			
DN (cm)	a	h	H	L
50	20	70	170	50
60	20	80	180	60
70	20	90	190	70
80	25	100	200	80
90	25	120	220	90
100	25	130	230	100
110	25	140	240	110
120	25	150	250	120
130	25	160	260	130
150	25	180	280	150

Legenda: a - Espessura da parede; h - Altura menor da caixa; H - Altura maior da caixa; L - Largura da caixa.

Tabela 20 - Caixa de passagem tipo C - Armadura. Fonte: Elaboração própria.

Armadura da tampa da Caixa Tipo C									
DN	Z	P1				P2			
(cm)	(cm)	Quant.	Diam.	Comp. Unit.	Esp.	Quant.	Diam.	Comp. Unit.	Esp.
50	90	11	6,3	85	20,0	7	5,0	185	15,0
60	100	11	6,3	95	20,0	8	5,0	185	15,0
70	110	11	6,3	105	20,0	12	5,0	185	10,0
80	130	11	6,3	125	20,0	14	5,0	185	10,0
90	140	12	6,3	135	17,5	15	5,0	185	10,0
100	150	14	6,3	145	15,0	16	5,0	185	10,0
110	160	14	6,3	155	15,0	17	5,0	185	10,0
120	170	17	6,3	165	12,5	10	6,3	185	20,0
130	180	17	6,3	175	12,5	12	6,3	185	17,5
150	200	17	6,3	195	12,5	17	6,3	185	12,5

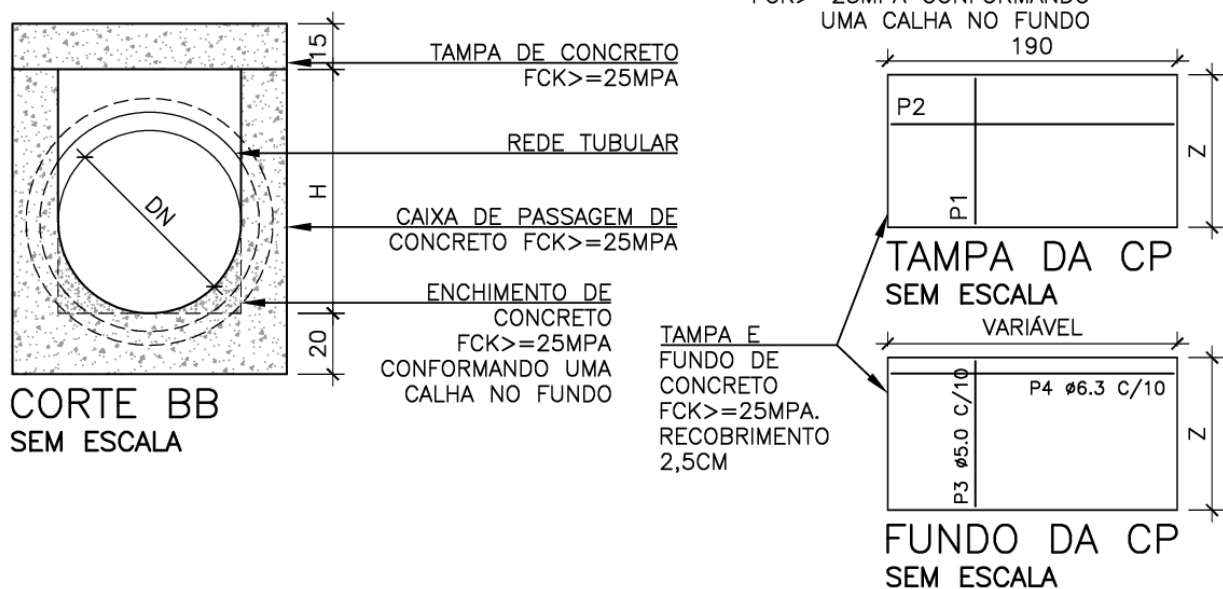
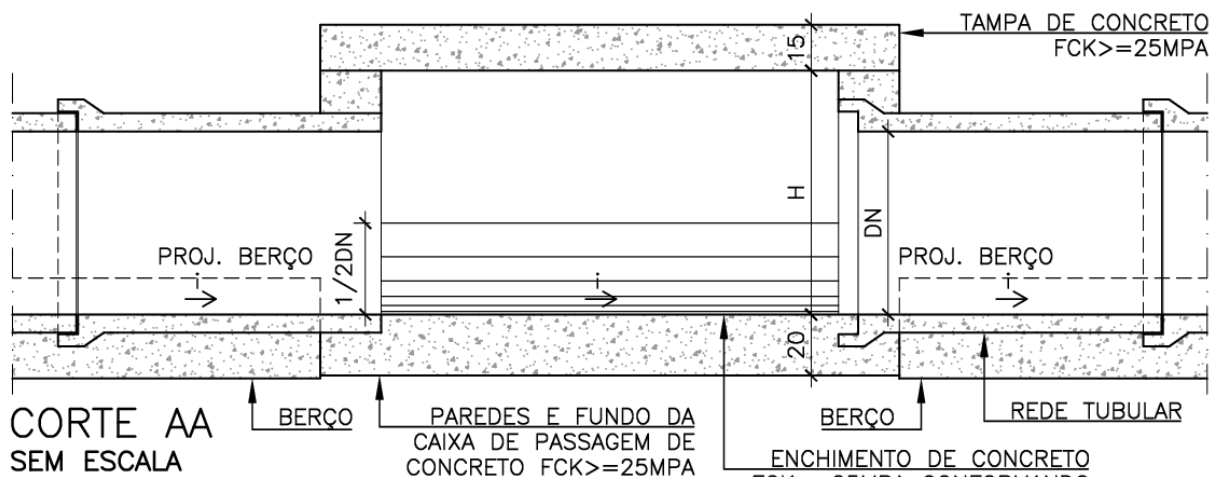
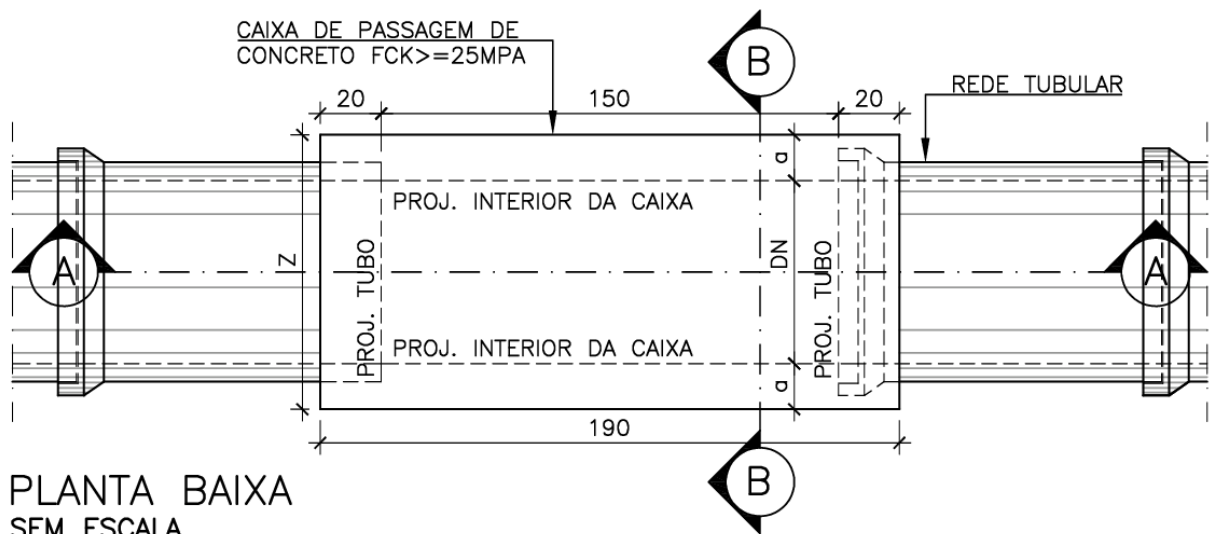
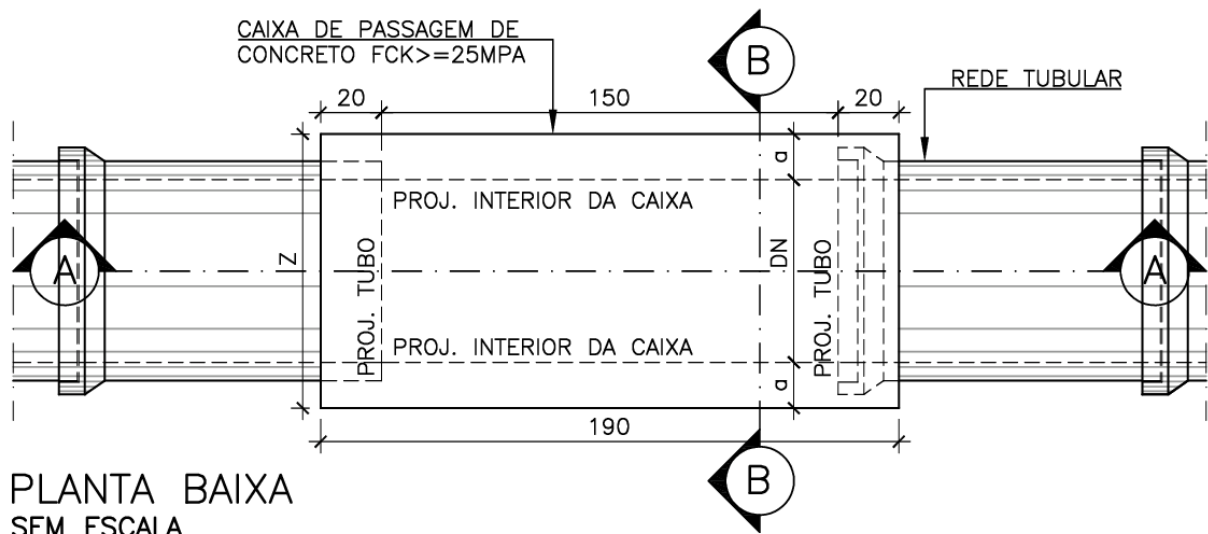
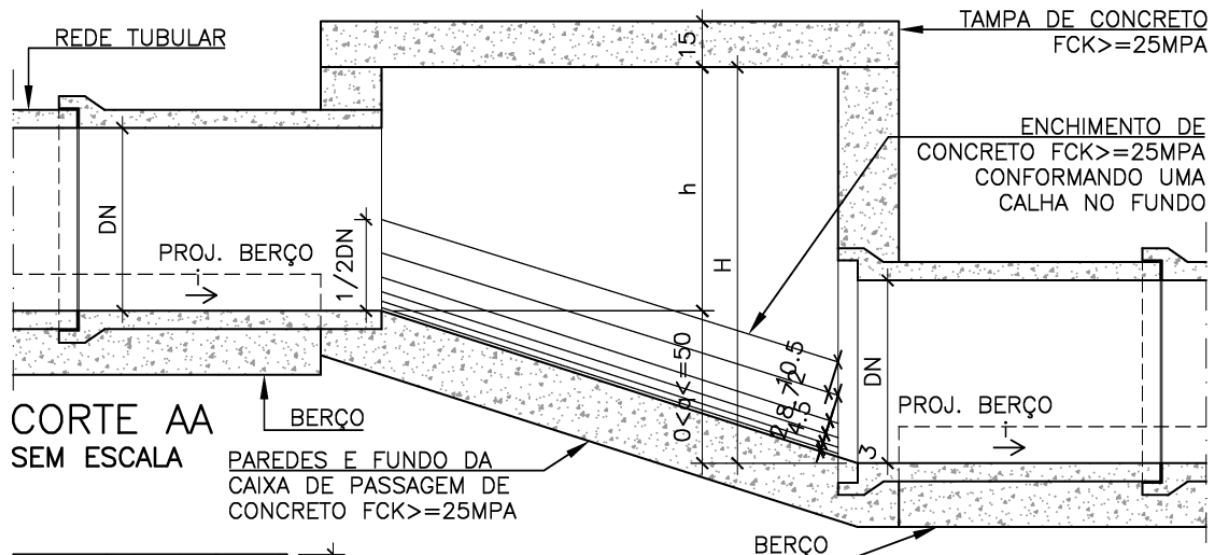


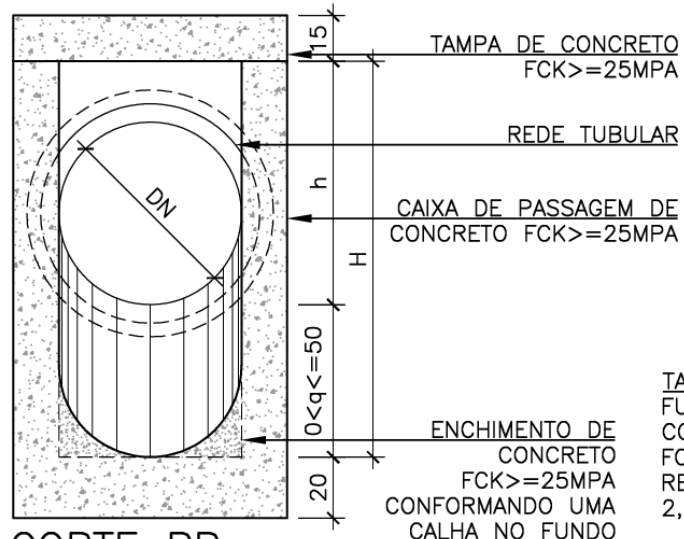
Figura 22 - Caixa de passagem - Tipo A. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.



PLANTA BAIXA
SEM ESCALA



CORTE AA
SEM ESCALA



CORTE BB
SEM ESCALA

NOTA: q = DISPOSITIVO DE QUEDA

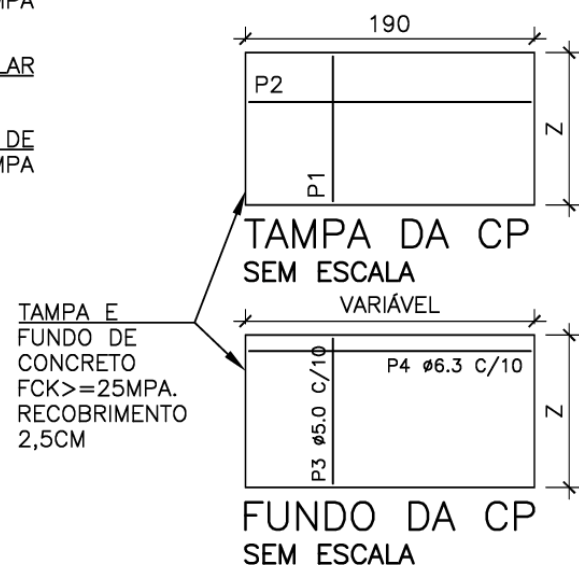
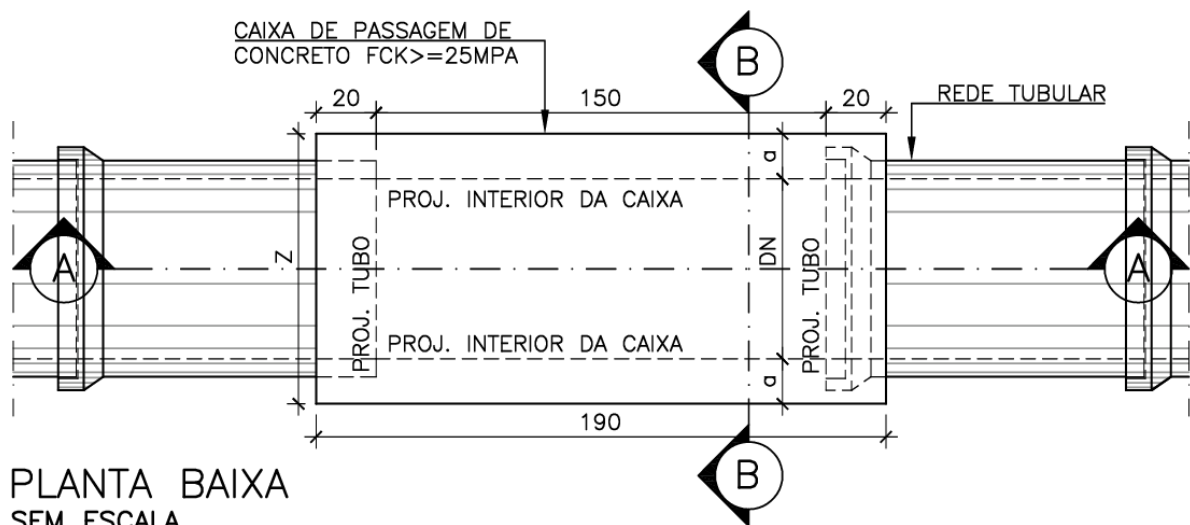
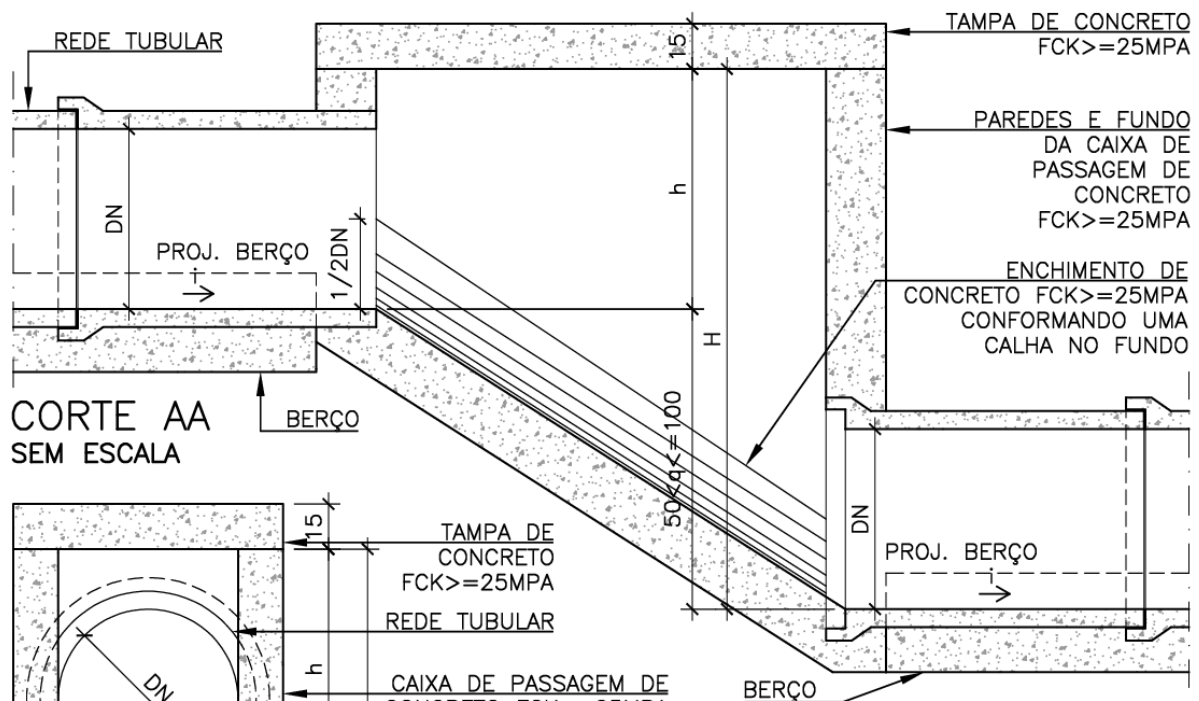


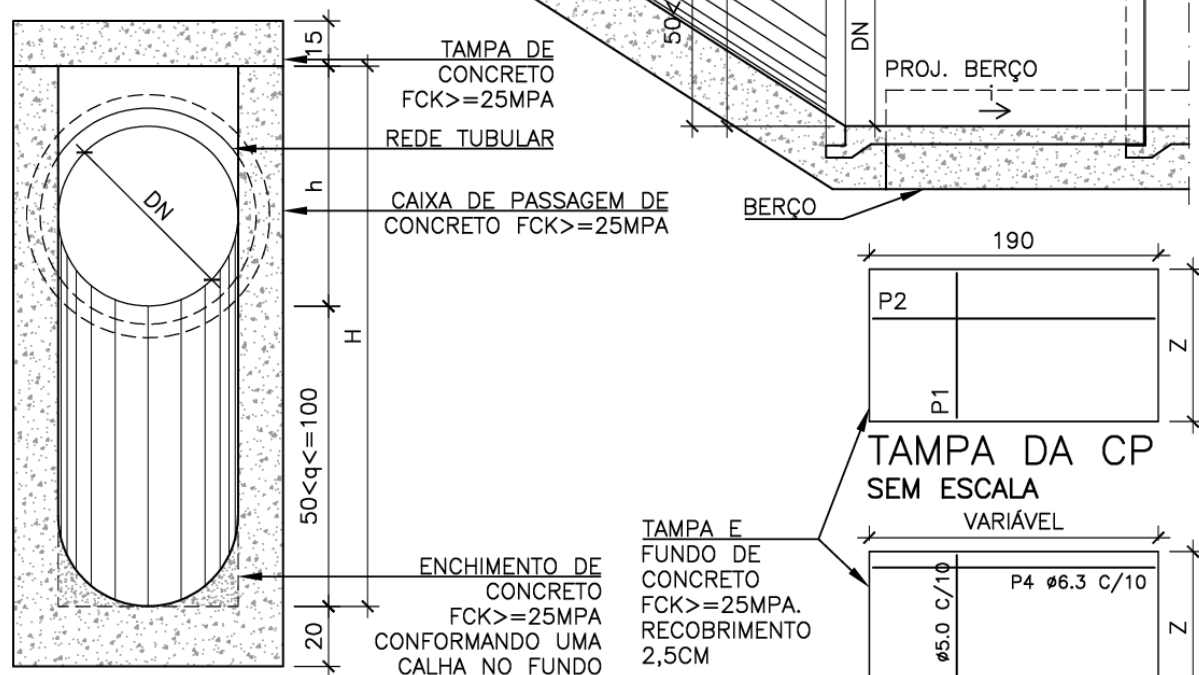
Figura 23 - Caixa de passagem - Tipo B. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.



**PLANTA BAIXA
SEM ESCALA**



**CORTE AA
SEM ESCALA**



**CORTE BB
SEM ESCALA**

NOTA: q = DISPOSITIVO DE QUEDA

Figura 24 - Caixa de passagem - Tipo C. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

19.11.3.4 Materiais**19.11.3.4.1 Concreto**

As paredes laterais e fundo das caixas de passagem serão em concreto estrutural com $f_{ck} \geq 25$ MPa e as espessuras indicadas nos desenhos.

A tampa das caixas de passagem constitui-se de laje pré-fabricado de concreto armado, de resistência, $f_{ck} \geq 25$ MPa.

Para conformação da calha interna da caixa de passagem será feito o enchimento em concreto com $f_{ck} \geq 25$ MPa.

O concreto deve obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

19.11.3.4.2 Armaduras

Devem obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

19.11.3.4.3 Formas

As formas devem ser constituídas de chapas de compensado resinado travadas, de forma a proporcionar paredes lisas e sem deformações. A espessura do compensado deverá ser compatível com os esforços que atuam durante e após a concretagem. Entretanto, é estabelecida a espessura mínima de 12 mm.

19.11.3.5 Controle

Os materiais e misturas deverão ser submetidas aos seguintes ensaios previstos nas referidas normas da ABNT.

19.11.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento**19.11.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

As caixas de passagem serão levantadas no projeto, em unidades a serem executadas de acordo com o modelo padronizado, considerando-se o tipo (A, B ou C) e o diâmetro nominal do tubo de maior diâmetro conectado às mesmas.

19.11.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento sendo consideradas as unidades efetivamente executadas.

19.11.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: concreto; formas (inclusive desforma); armaduras; pequenas escavações e reaterros necessários à conformação do terreno de fundação e das paredes laterais e demais serviços e materiais atinentes.

19.12 POÇO DE VISITA**19.12.1 Objetivo**

Estabelecer referências para a construção adequada dos poços de visita, bem como seus formatos, dimensões e especificações técnicas para redes tubulares.

19.12.2 Definições

Dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de águas pluviais, a fim de possibilitar a ligação às bocas de lobo, mudanças de direção, declividade e diâmetro de um trecho para outro e permitir a inspeção e limpeza da tubulação, devendo por isso, serem instalados em pontos convenientes da rede.

Todos os poços de visita serão vedados com tampões articulados conforme padrão da PBH. Os tampões serão fixados sobre a extremidade superior da chaminé ou câmara de acesso, ao nível da via pública.

Sobre as paredes laterais dos poços de visita localizados em cima do pavimento devem ser colocadas lajes de concreto armado, com espessura e armadura suficientes para suportar um trem de carga do tipo TB-45. Deve ser fundida na laje uma tampa circular de diâmetro Ø 0,60 m, de ferro dúctil, articulada até 110°, com travamento automático e junta elástica em polietileno, classe 400 kN. Deve ser deixado rebaixo suficiente

para execução do pavimento.

Todos os poços de visita serão dotados de escada de marinheiro, dentro da chaminé, para permitir o acesso ao seu interior, conforme desenho padrão adotado pela PBH.

Câmara de trabalho é a parte inferior do poço de visita, tendo formato retangular ou quadrado. Chaminé ou câmara de acesso é a parte superior do poço de visita, com formato circular de diâmetro 80 cm (oitenta centímetros) e compreendida entre o topo da laje superior da câmara de trabalho e a face inferior da laje de redução (que permite a instalação do tampão).

Foram padronizados 3 (três) tipos de poços de visita:

- Tipo A: são poços de visita que não possuem dispositivo de queda interno (rampa);
- Tipo B: são poços de visita que possuem dispositivo de queda interno (rampa em calha) com altura máxima de 50 cm;
- Tipo C: são poços de visita que possuem dispositivo de queda interno (rampa em calha) com altura máxima de 100 cm.

19.12.3 Condições específicas

Os poços de visita são recomendados nos seguintes casos:

- Em cruzamentos de vias;
- Em trechos de mudanças bruscas de direção no caminamento das redes pluviais;
- Em trecho de mudanças do diâmetro das redes tubulares;
- Em trechos de mudança de declividade das redes tubulares.

Os poços de visita serão também aplicados em ligações das bocas de lobo, que poderão ser tanto na câmara de acesso, quanto na câmara de trabalho, desde que analisados suas cotas, dimensões e números de ligações.

As Tabelas 21, 22 e 23 a seguir, apresentam, respectivamente, as dimensões para os Poços de Visita de Rede Tubular dos tipos A, B e C.

19.12.3.1 Poço de visita tipo A

Tabela 21 - Poço de Visita Tipo A para Rede Tubular - Dimensões. Fonte: Elaboração própria.

Poço de Visita Tipo A	Dimensões (cm)				
DN (mm)	a	L	c	H	X
500	15	90	20	70	120
600	15	90	15	80	120
700	15	90	10	90	120
800	20	90	5	100	130
900	20	90	-	120	130
1000	20	100	-	130	140
1100	25	110	-	140	160
1200	25	120	-	150	170
1300	25	130	-	160	180
1500	25	150	-	180	200

19.12.3.2 Poço de visita tipo B*Tabela 22 - Poço De Visita Tipo B para Rede Tubular - Dimensões. Fonte: Elaboração própria.*

Poço de Visita Tipo B	Dimensões (cm)					
DN (mm)	a	L	c	h	H	X
500	15	90	20	70	120	120
600	20	90	15	80	130	130
700	20	90	10	90	140	130
800	20	90	5	100	150	130
900	25	90	-	120	170	140
1000	25	100	-	130	180	150
1100	25	110	-	140	190	160
1200	25	120	-	150	200	170
1300	25	130	-	160	210	180
1500	25	150	-	180	230	200

19.12.3.3 Poço de visita tipo C*Tabela 23 - Poço De Visita Tipo C para Rede Tubular - Dimensões. Fonte: Elaboração própria.*

Poço de Visita Tipo C	Dimensões (cm)					
DN (mm)	a	L	c	h	H	X
500	20	90	20	70	170	130
600	20	90	15	80	180	130
700	20	90	10	90	190	130
800	25	90	5	100	200	140
900	25	90	-	120	220	140
1000	25	100	-	130	230	150
1100	25	110	-	140	240	160
1200	25	120	-	150	250	170
1300	25	130	-	160	260	180
1500	25	150	-	180	280	200

Abaixo são apresentadas as Figuras 25, 26 e 27, que ilustram os Poços de Visita dos tipos A, B e C. Na sequência está a Tabela 24, com as especificações de armação das tampas e, por sua vez, na Figura 28 o modelo de tampa para poço de visita.

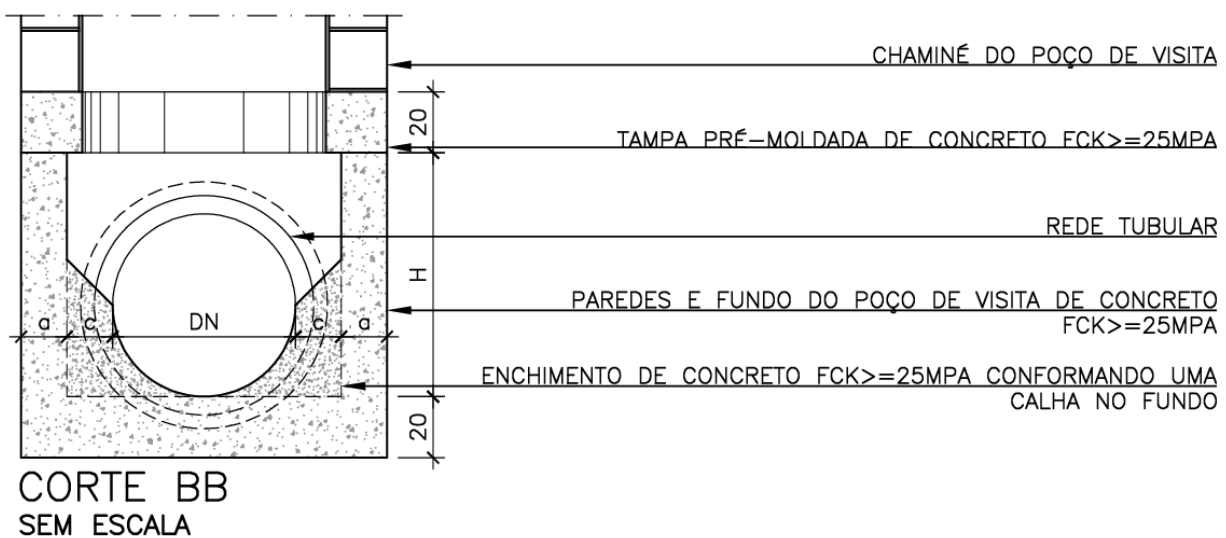
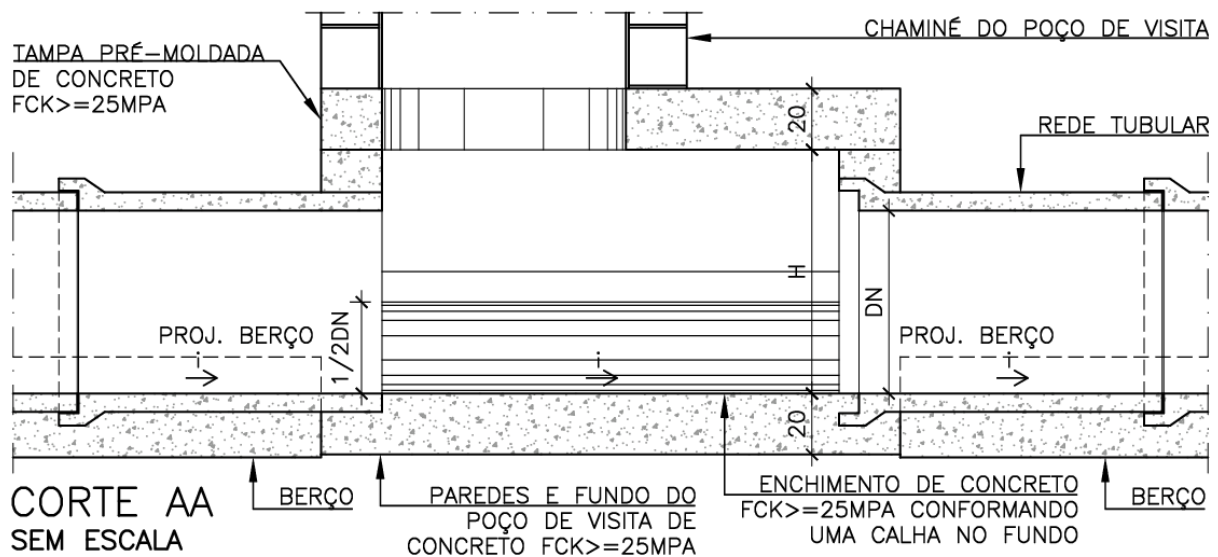
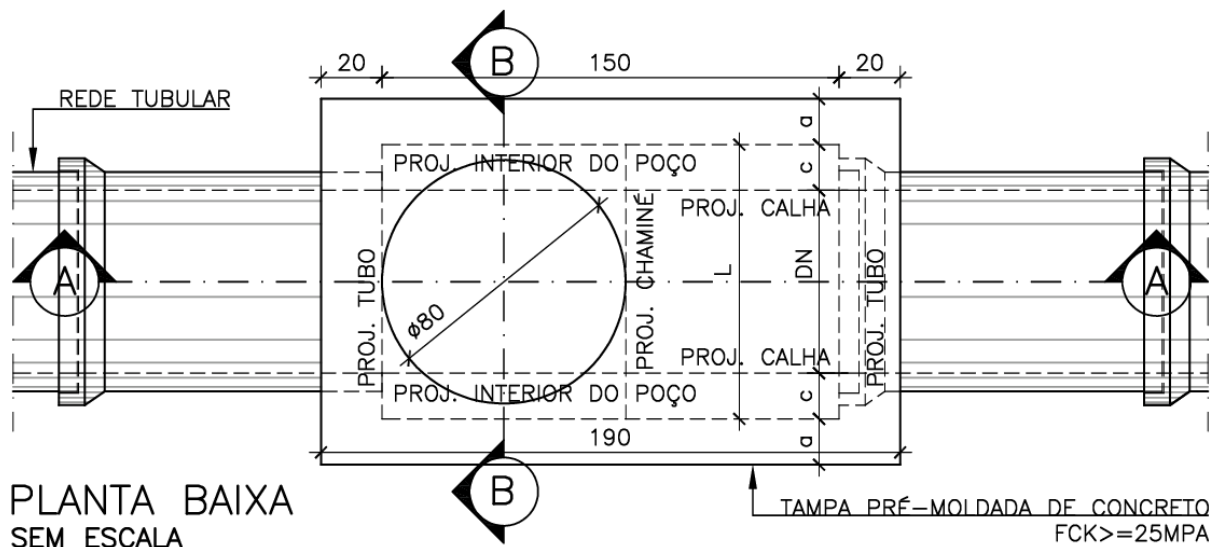


Figura 25 - Poço de visita - Tipo A. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

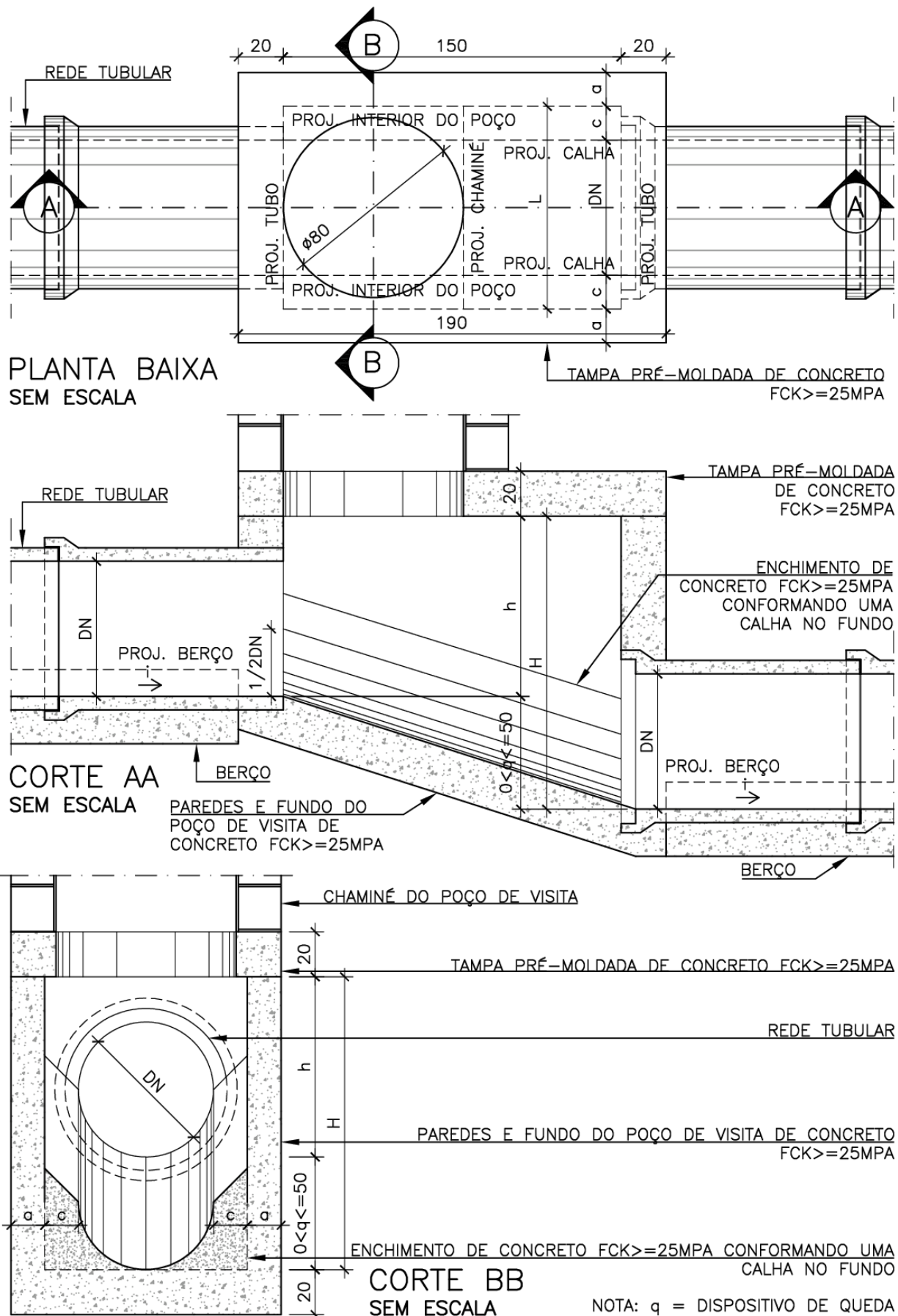
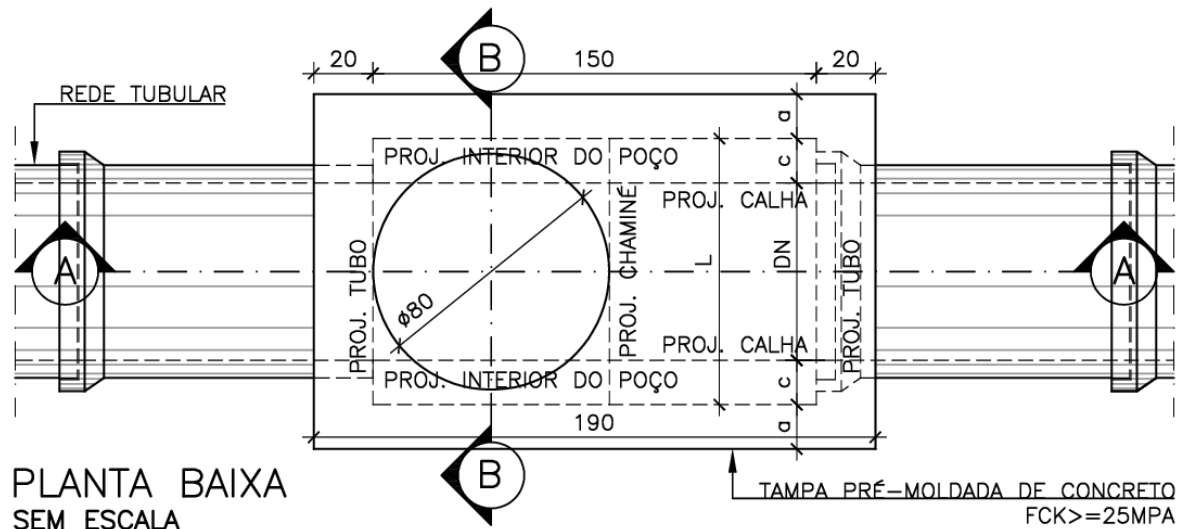
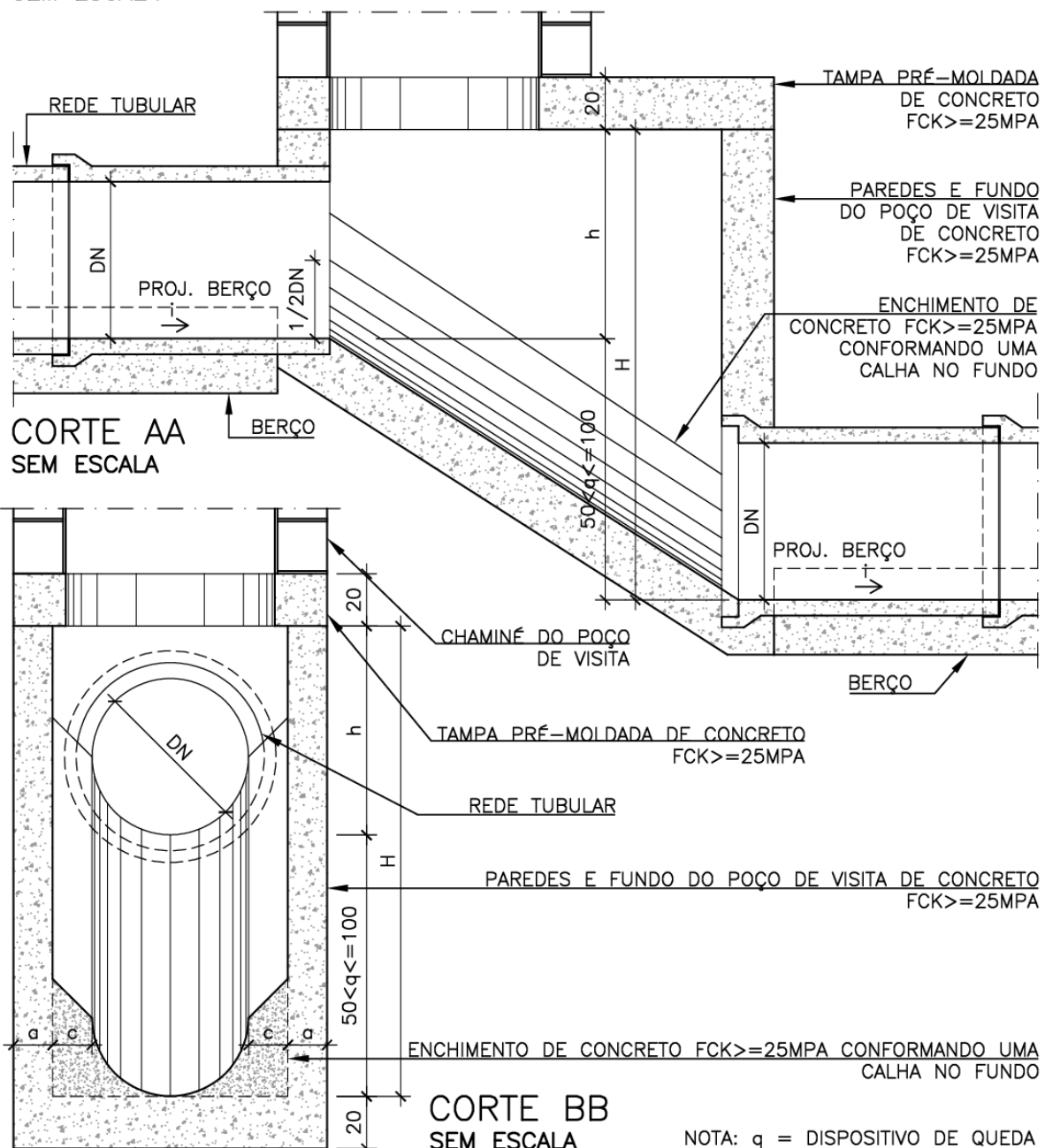


Figura 26 - Poço de visita - Tipo B. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.



PLANTA BAIXA
SEM ESCALA



CORTE BB
SEM ESCALA

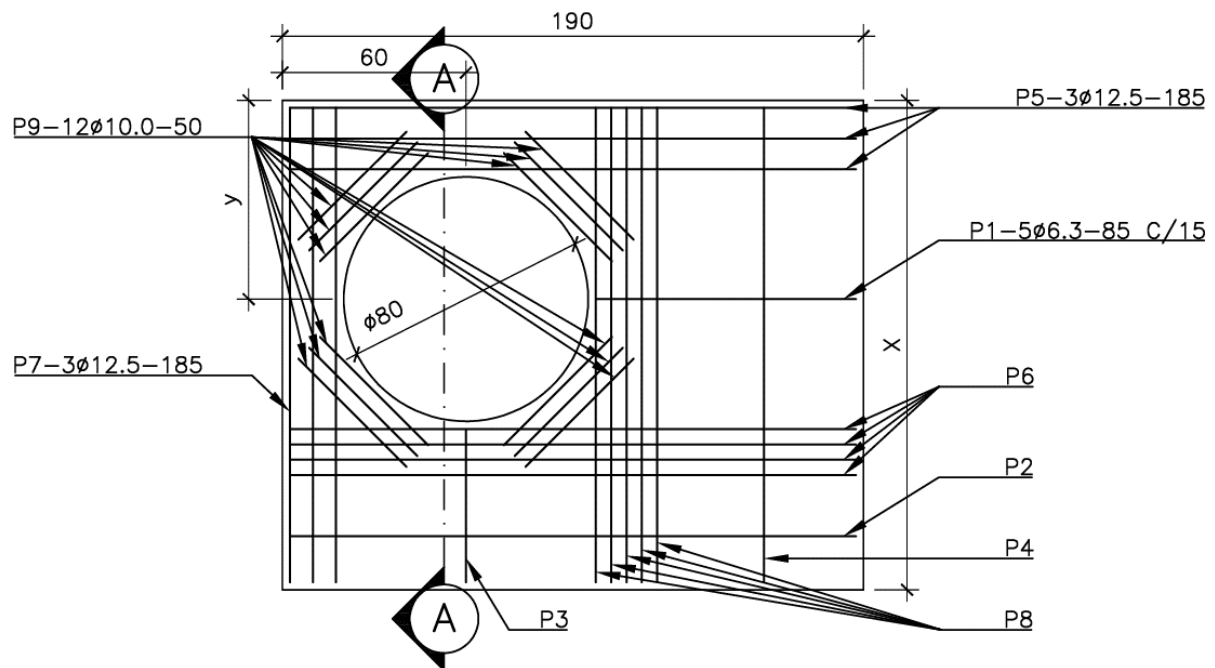
NOTA: q = DISPOSITIVO DE QUEDA

Figura 27 - Poço de visita - Tipo C. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

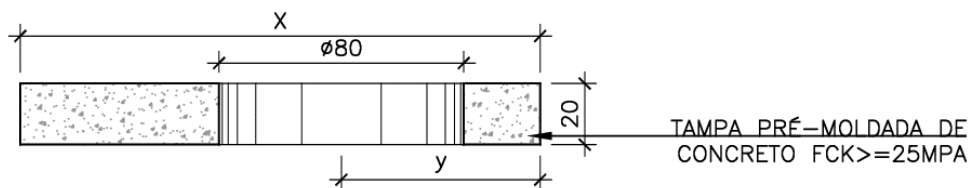


Tabela 24 - Especificações de armação das tampas. Fonte: Elaboração própria.

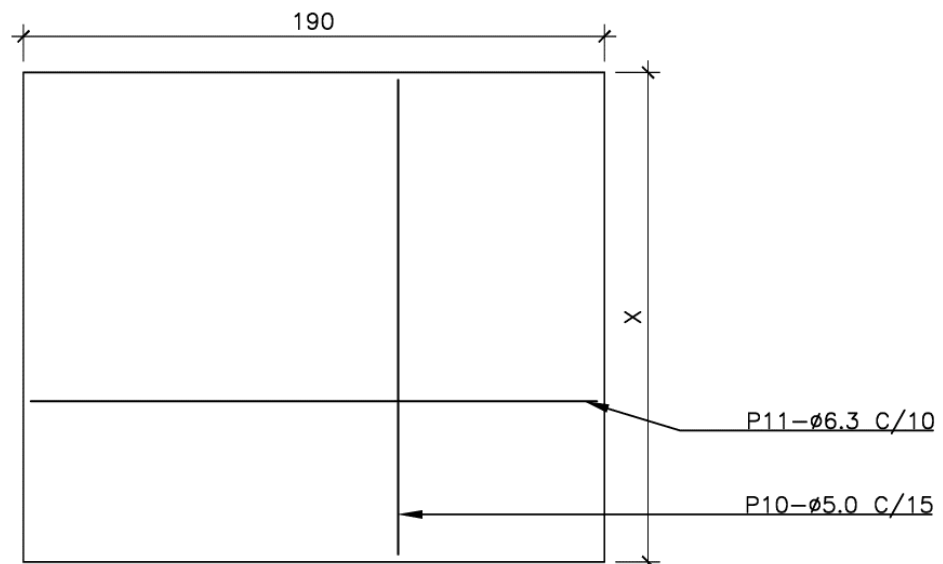
POÇO DE VISITA TIPO - ARMAÇÃO DAS TAMPAS												
X (cm)	y (cm)	P1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11
120	60	6.3 c/ 15	-	-	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	-	3 ϕ 12.5	4 ϕ 6.3	12 ϕ 10	5 c/ 10	6.3 c/ 10
130	60	6.3 c/ 15	-	-	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	-	3 ϕ 12.5	4 ϕ 6.3	12 ϕ 10	5 c/ 10	6.3 c/ 10
140	65	6.3 c/ 15	-	-	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	-	3 ϕ 12.5	4 ϕ 6.3	12 ϕ 10	5 c/ 10	6.3 c/ 10
150	65	6.3 c/ 15	-	5.0 c/10	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	4 ϕ 10	3 ϕ 12.5	4 ϕ 6.3	12 ϕ 10	5 c/ 10	6.3 c/ 10
160	65	6.3 c/ 15	5.0 c/15	6.3 c/20	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	4 ϕ 10	3 ϕ 12.5	5 ϕ 6.3	12 ϕ 10	5 c/ 10	6.3 c/ 10
170	65	6.3 c/ 15	5.0 c/12,5	6.3 c/20	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	4 ϕ 10	3 ϕ 12.5	5 ϕ 6.3	12 ϕ 10	5 c/ 10	6.3 c/ 10
180	65	6.3 c/ 15	5.0 c/12,5	6.3 c/15	5.0 c/ 15	3 ϕ 12.5	5 ϕ 10	3 ϕ 12.5	5 ϕ 8.0	12 ϕ 10	5 c/ 10	6.3 c/ 10
190	65	6.3 c/ 15	6.3 c/15	6.3 c/15	5.0 c/ 15	3 ϕ 12.5	5 ϕ 10	3 ϕ 12.5	6 ϕ 8.0	12 ϕ 10	5 c/ 10	6.3 c/ 10
200	65	6.3 c/ 15	6.3 c/15	6.3 c/15	5.0 c/ 15	3 ϕ 12.5	5 ϕ 10	3 ϕ 12.5	6 ϕ 8.0	12 ϕ 10	5 c/ 10	6.3 c/ 10



PLANTA BAIXA - TAMPA PV
SEM ESCALA



CORTE AA - TAMPA PV
SEM ESCALA



PLANTA BAIXA - FUNDO PV
SEM ESCALA

Figura 28 - Modelo de Tampa para Poço de Visita. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

19.12.3.4 Materiais**19.12.3.4.1 Concreto**

- Concreto

As paredes laterais e o fundo do poço de visita serão em concreto estrutural com $f_{ck} \geq 25$ MPa e nas espessuras indicadas nos desenhos.

- Enchimento interno

Para conformação da calha interna será efetuado enchimento em concreto com $f_{ck} \geq 25$ MPa.

- Laje da câmara de trabalho

A redução para instalação da câmara de acesso é efetuada através de uma laje de redução pré-fabricada de concreto armado de resistência $f_{ck} \geq 25$ MPa, dotada de abertura excêntrica de diâmetro igual a 80 cm (oitenta centímetros).

O concreto deverá obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

19.12.3.4.2 Armaduras

A armadura deverá obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

19.12.3.4.3 Formas

As formas devem ser constituídas de chapas de compensado resinado travadas, de forma a proporcionar paredes lisas e sem deformações. A espessura do compensado deverá ser compatível com os esforços que atuam durante e após a concretagem. Entretanto, é estabelecida a espessura mínima de 12 cm.

19.12.3.5 Controle

Os materiais e misturas deverão ser submetidos aos seguintes ensaios previstos nas referidas normas da ABNT:

- Armadura: NBR ISO6892-1, NBR ISO7438, NBR 7477 e NBR 7478;
- Cimento: NBR 7215, NBR 16372, NM18;
- Agregados: NBR NM26, NBR NM 248, 7218, NBR NM 46, NBR NM 49;
- Concreto: NBR 5739.

19.12.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento**19.12.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

Os poços de visita de redes pluviais serão levantados por unidades a serem executadas, de acordo com o projeto tipo padronizado, considerando o tipo (A, B ou C) e o diâmetro nominal do tubo de maior diâmetro conectado aos mesmos.

O poço de visita se limita até o topo da laje da câmara de trabalho.

19.12.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento, sendo consideradas as unidades efetivamente executadas.

As chaminés e tampões serão considerados à parte, conforme itens de medição e pagamento constantes do presente volume, específicas para cada serviço.

19.12.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo:

Concreto, formas (inclusive desforma), armaduras, assentamento da laje pré-fabricada, pequenas escavações e reaterros necessários à conformação do terreno de fundação e das paredes laterais e demais serviços e materiais atinentes.

19.13 CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA

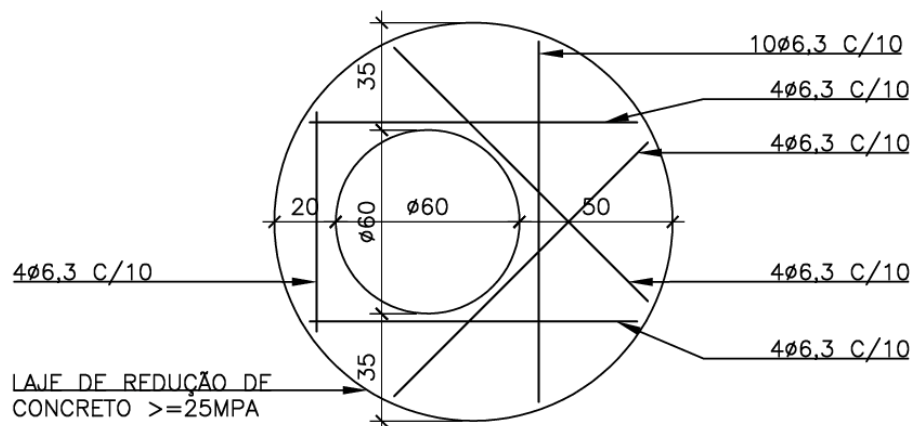
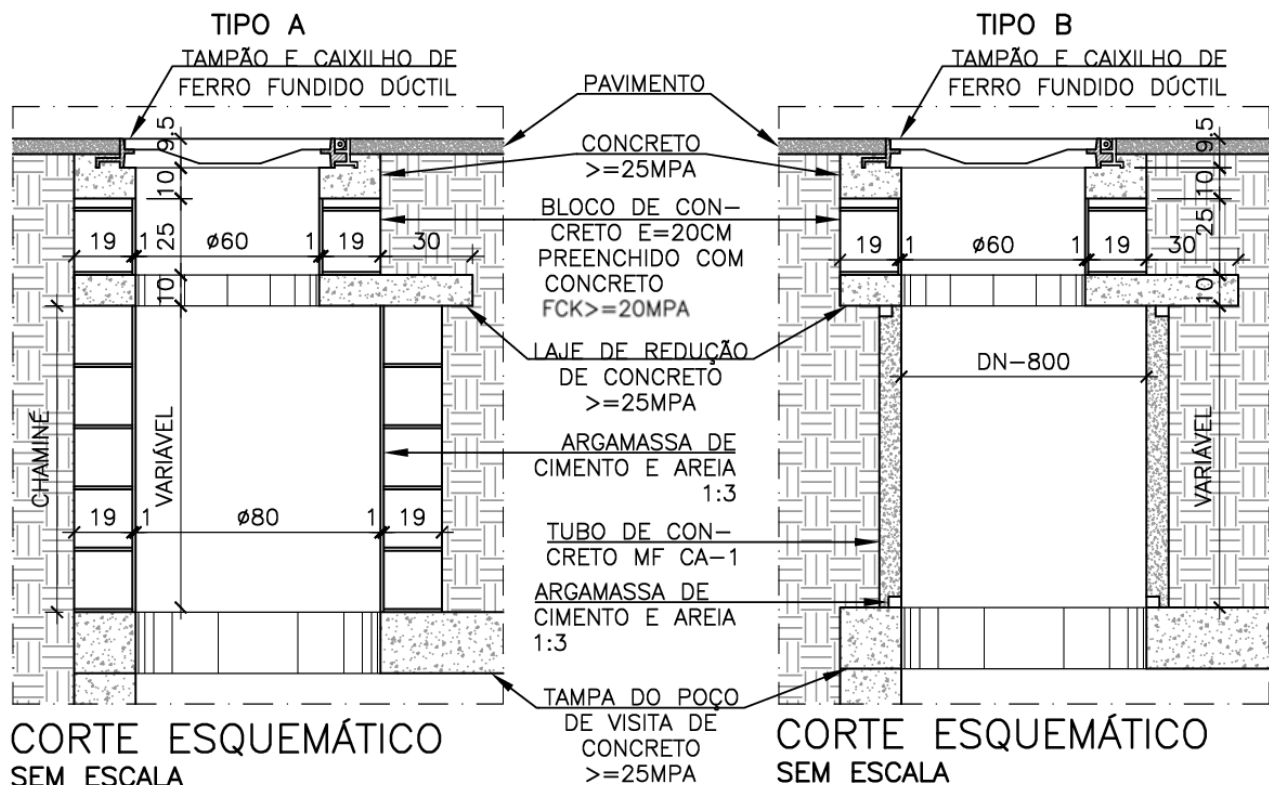
19.13.1 Objetivo

Determinar as diretrizes básicas para os serviços relativos à execução de chaminé de poço de visita.

19.13.2 Definição

Chaminé de poço de visita ou câmara de acesso é o dispositivo que tem a finalidade de permitir o acesso à câmara de trabalho do poço de visita, para manutenção e limpeza das redes tubulares. Terá sempre a forma circular com diâmetro interno de 80 cm (oitenta centímetros). A Figura 29 apresenta os dois tipos considerados de chaminé de poço de visita, de acordo com o material empregado:

- Tipo A - construído em alvenaria de blocos de concreto (Regiões com tráfego de veículos);
- Tipo B - construído com tubos em anéis de concreto (Regiões sem tráfego de veículos).



PLANTA BAIXA - LAJE DE REDUÇÃO PRÉ-MOLDADA
SEM ESCALA

Figura 29 - Chaminés de poço de visita (Tipos A e B). Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

19.13.3 Condições específicas

19.13.3.1 Materiais

19.13.3.1.1 Argamassa

Será constituída de cimento e areia lavada no traço volumétrico 1:3.

19.13.3.1.2 Alvenaria

Serão empregados blocos de concreto simples espessura 19 cm preenchido com concreto 20 MPa.

19.13.3.1.3 Tubos de concreto

Deverão ser de concreto pré-fabricado, macho-fêmea, classe PA-1, diâmetro 800 mm e produzidos conforme a especificação NBR 8890. Também poderão ser empregados anéis de concreto pré-fabricados, desde que atendam esta especificação.

19.13.3.2 Execução

Para o tipo A a alvenaria de blocos de concreto será executada obedecendo ao diâmetro de 800 mm de abertura da laje da câmara de trabalho. A alvenaria se estenderá até a altura prevista em projeto e deverá ser revestida internamente com argamassa 1:3, conforme desenho padrão da chaminé.

A chaminé tipo B será executada com tubos ou anéis pré-fabricados de concreto, macho-fêmea, diâmetro 800 mm, assentados com argamassa 1:3. Para se obter a altura de projeto, o último tubo assentado poderá ser cortado e arrematado com argamassa 1:3.

Para se evitar o corte do tubo poderá ser executada um anel complementar pré-fabricado de concreto com altura tal que, após o assentamento dos anéis ou tubos, seja obtido a altura especificada.

19.13.3.3 Controle

Os materiais deverão satisfazer às normas da ABNT e serão submetidos aos seguintes ensaios:

- Blocos: NBR 12118;
- Tubos de concreto: NBR 8890.

19.13.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.13.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

As chaminés de poços de visita serão levantadas, em metros (m), pelo comprimento a ser executado, compreendido pelo topo da laje superior da câmara de trabalho e a face inferior da laje de redução, considerando-se o tipo A ou B, de acordo com o projeto.

19.13.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento, sendo consideradas as medidas efetivamente executadas.

19.13.4.3 Pagamento

O serviço será pago pelos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, que remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos materiais, equipamentos, mão de obra e encargos necessários a execução, envolvendo: alvenaria de blocos de concreto (tipo A); assentamento de tubos ou anéis de concreto (tipo B); revestimento com argamassa 1:3 e demais serviços e materiais atinentes.

19.14 TAMPÃO DE POÇO DE VISITA

19.14.1 Objetivo

Classificar e estabelecer dimensões e performances exigíveis nos tampões de ferro fundido a serem utilizados na execução dos serviços de águas pluviais pela PBH.

19.14.2 Definições

- Tampão: conjunto constituído por tampa e aro (ou caixilho) destinado ao fechamento não estanque, de poço de visita;
- Tampa: peça móvel que, apoiada no aro, obstrui o acesso à câmara do poço de visita;
- Caixilho, aro ou telar: dispositivo destinado a receber a tampa;
- Orifício de aeração: abertura opcional na tampa que permite a circulação de ar;

- Poço de visita: câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior destinada à execução de trabalhos de manutenção;
- Cota de passagem: diâmetro do maior círculo inscrito na área livre do telar;
- Carga de controle: carga aplicada aos tampões ou grelhas para verificar sua resistência às cargas eventuais;
- Grelha: peça móvel colocada em cima de um sumidouro ou caixa de captação, que permite o escoamento de águas pluviais.

19.14.3 Condições Específicas

19.14.3.1 Tampão

O tampão será de ferro fundido dúctil devendo apresentar textura compacta e granulação homogênea. O processo de fabricação será a critério do fabricante, mas deverá atender as exigências desta padronização.

Os tampões e grelhas devem ser fabricados com um dos seguintes materiais:

- Ferro fundido dúctil conforme NBR 6916;
- Os telares poderão ser de aço laminado, desde que sejam protegidos contra corrosão (com revestimento de zinco por imersão a quente de acordo com a norma), ou sejam utilizados somente com combinação com tampas ou grelhas de ferro fundido dúctil.

A Tabela 25 apresenta classificação por local de instalação para fabricação de tampões ou grelhas.

Tabela 25 - Classificação por local de instalação apresentada na NBR 10160. Fonte: ABNT (2005).

GRUPO	CLASSE MÍNIMA	LOCAL DE UTILIZAÇÃO
1	A 15	Área de circulação restrita a pedestres
2	B 125	Passeios, locais de circulação de pedestres e áreas de estacionamento de carros e de passeio
3	C 250	Sarjetas, locais que se estendem desde a guia até 0,50 m na via de veículos e até 0,20 m na calçada
4	D 400	Vias de circulação de veículos (Ruas) acostamento e estacionamento para todos os tipos de veículos
5	E 600	Aeroportos, docas e locais sujeitos a cargas elevadas
6	F 900	Locais sujeitos a cargas muito elevadas, como pistas de aeroportos

A produção e requisitos da qualidade e os ensaios empregados na fabricação de tampões ou grelhas e telares devem estar de acordo com os requisitos neste capítulo e das normas vigentes.

19.14.3.2 Utilização

- Vias de circulação com volume médio de tráfego de veículos leves e pesados, incluindo acostamentos e estacionamentos para todo tipo de veículos;
- Vias de circulação com elevado volume de tráfego de veículos leves e pesados e tráfego de alta velocidade;
- Grandes eixos rodoviários com tráfego intenso de veículos leves em alta velocidade;
- Proximidades de hospitais e demais áreas onde se exige silêncio (tampões dotados de anel elástico para apoio impedindo o contato ferro com ferro);
- Vias com elevado índice de vandalismo, depredações e roubo de tampões (tampões dotados de trava de segurança com chave).

Os tampões que apresentarem imperfeições ou defeitos não serão aceitos pela FISCALIZAÇÃO e ficará proibido retocar ou corrigir as mesmas por qualquer processo.

19.14.3.3 Tipo

19.14.3.3.1 Tampão para poço de visita de ferro dúctil Classe 400 kN (carga de controle 40 ton.)

Tampão de ferro fundido dúctil NBR 6916 Classe D400, circular, diâmetro nominal 600 mm, com tampa articulada por rótula, constituído de tampa e telar, fabricado em conformidade com NBR 10160 e com o padrão da Figura 30 a seguir.



Características:

- Classe 400 - Grupo 4, resistência mínima 400 kN (tráfego pesado) para utilização em rua e calçada;
- Articulação por rótula com abertura de 110° e bloqueio de segurança a 90°; para impedir fechamento acidental. Não será permitida articulação por pinos, grampos e/ou parafusos, nem a fixação por solda. A articulação deve assegurar o apoio integral da tampa no telar, mantendo a estabilidade vertical e horizontal do conjunto sob tráfego;
- Superfície metálica antiderrapante, com a inscrição "PBH - Água Pluvial", nome do fabricante na face externa da tampa e perfeito assentamento tampa/telar.

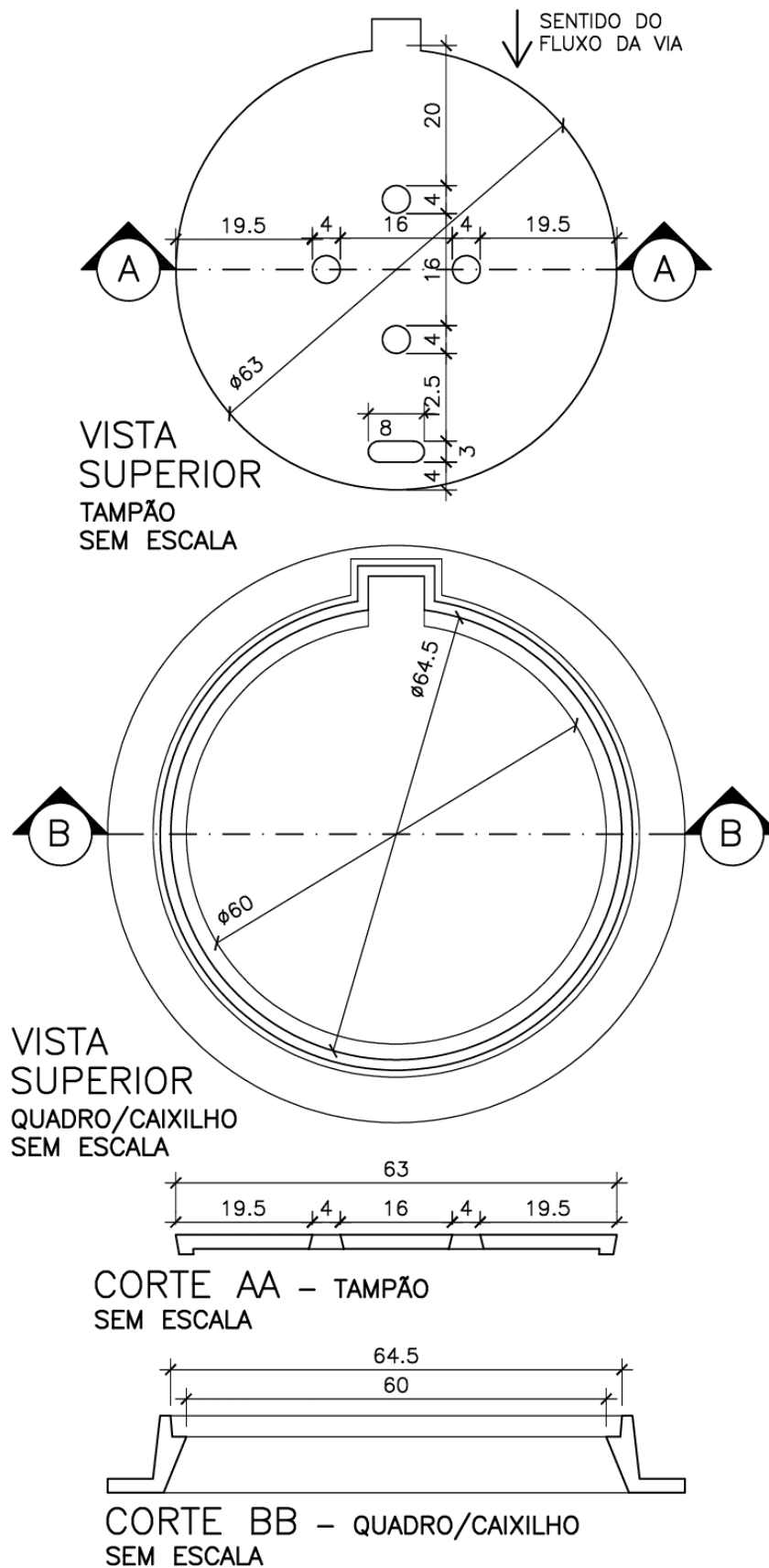


Figura 30 - Tampão de ferro fundido dúctil. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

19.14.3.4 Materiais para assentamento

19.14.3.4.1 Concreto

Deverá atender à especificação própria, contida no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos, respeitando as seguintes resistências:

- Para assentamento do tampão: $f_{ck} \geq 20\text{MPa}$;
- Para laje de redução: $f_{ck} \geq 20\text{MPa}$.

19.14.3.4.2 Laje de redução

As lajes de redução serão fabricadas e curadas por processos que assegurem a obtenção de concreto homogêneo, compacto e de bom acabamento, não sendo permitida qualquer pintura ou retoque.

19.14.3.4.3 Armadura

Deverá atender às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

19.14.3.4.4 Alvenaria

Serão empregados blocos simples de concreto preenchido com concreto $F_{ck} \geq 20\text{Mpa}$ ou anel complementar pré-fabricado de concreto. É expressamente proibida a utilização de tijolos maciços requeimados.

19.14.3.4.5 Argamassa

Deverá ser constituída de cimento e areia lavada, traço volumétrico 1:3, com os componentes satisfazendo às especificações e ensaios previstos na ABNT.

19.14.3.5 Execução

O serviço deverá ser executado obedecendo ao projeto padrão deste Caderno de Encargos, constituindo-se das seguintes operações:

- Assentamento da laje de redução sobre as paredes da chaminé;
- Execução de alvenaria 20 cm com blocos simples de concreto preenchido com concreto $F_{ck} \geq 20\text{Mpa}$ com diâmetro interno de 60 cm, acompanhando a abertura da laje. Poderá ser utilizado o anel complementar pré-fabricado de concreto para adequação à cota do pavimento. É expressamente proibida a utilização de tijolos maciços requeimados para o assentamento do tampão.
- Assentamento do tampão e caixilho sobre concreto de coroamento da alvenaria, na espessura de 15 cm;
- Revestimento interno da alvenaria com argamassa traço 1:3;
- A alvenaria executada sobre a laje de redução deverá ter altura variável para permitir o assentamento do tampão acompanhando as declividades transversal e longitudinal da pista.

O trânsito sobre o tampão deverá ser evitado durante o tempo que for necessária a cura inicial do concreto. Em situações em que haja necessidade de rápida liberação da via utilizar concreto de alta resistência inicial e anel complementar pré-fabricado de concreto.

19.14.3.6 Controle

A fabricação dos tampões e grelhas em ferro fundido dúctil deverá obedecer às exigências da CONTRATANTE, no que se refere a dimensões e estar conforme com a NBR 10160 quanto à resistência, folgas e deformação. O FABRICANTE deverá demonstrar ter um sistema de controle de rastreabilidade das peças e registros de ensaios dos tampões (nodularidade e de carga), também garantir a qualidade de seus produtos durante sua fabricação por um sistema de controle do processo de fabricação.

19.14.3.6.1 Ensaios

O fabricante deverá produzir três conjuntos de tampas e seus telares correspondentes para a execução dos ensaios tipo com a medição da flecha residual e aplicação de carga de controle, nodularidade atendendo a todos os requisitos estabelecidos na NBR 10160 com os resultados registrados em relatórios de ensaio, que deverão ser apresentados.

Os tampões serão ensaiados em conjuntos completos e nas mesmas condições de utilização, com anel elástico montado. O fabricante deverá apresentar os relatórios dos ensaios tipo e os documentos do seu controle do processo de fabricação.

Caso o fabricante não consiga comprovar a realização destes ensaios e do seu controle de processo e/ou o órgão comprador ou seu representante, ou um órgão neutro de inspeção não estiverem seguros quanto aos resultados apresentados, o órgão comprador exigirá a execução dos ensaios da NBR 10160, conforme as tabelas de plano de amostragem a seguir.

Tabela 26 - Amostragem para exames visual e dimensional de tampões e grelhas de todas classes e para ensaio de carga não destrutivo de tampões e grelhas das classes D 400, E 600 e F 900 apresentadas na NBR 10160. Fonte: ABNT (2005).

Tamanho do lote	Quantidade de amostras	Aceitação	Rejeição
2 a 15	2	0	1
16 a 25	3	0	1
26 a 90	5	0	1
91 a 150	8	0	1
151 a 500	13	0	1
501 a 1200	20	0	1
1201 a 3200	32	0	1

Tabela 27 - Amostragem para ensaios de análise de nodularidade e ensaios de cargas destrutivos dos tampões e grelhas das classes A 15, B 125, C 250, D 400, E 600 e F 900 apresentadas na NBR 10160. Fonte: ABNT (2005).

Tamanho do lote	Quantidade de amostras	Aceitação	Rejeição
2 a 15	2	0	1
16 a 50	3	0	1
51 a 150	5	0	1
151 a 500	8	0	1
501 a 1200	13	0	1

Nota: Os tampões utilizados nos ensaios destrutivos devem ser substituídos para complementar o lote a ser entregue.

19.14.3.6.2 Marcação

Somente serão aceitas tampas, grelhas e telares com as seguintes marcações visíveis e indelévels:

- NBR 10160;
- Material empregado na fabricação;
- Classe D400;
- Nome do fabricante;
- Marcações relativas à utilização do produto contendo no segmento de círculo maior a inscrição "PBH - Água pluvial", com letras de no mínimo 25 (vinte e cinco) milímetros de altura e no segmento de círculo menor, o ano.

O lote será rejeitado totalmente se qualquer uma das peças falhar durante um ensaio.

As peças, mesmo aprovadas, que apresentarem defeito durante os 06 (seis) primeiros meses de uso deverão ser repostas sem qualquer ônus para a PBH.

19.14.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.14.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Os tampões de ferro fundido serão levantados em unidades a serem fornecidas e assentadas, conforme projeto e tipo padronizado.

19.14.4.2 Medição

Será adotado o mesmo critério de levantamento, sendo considerado as unidades efetivamente executadas.

19.14.4.3 Pagamento

O serviço será pago pelos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, que remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos, equipamentos, mão de obra, encargos e

materiais necessários à sua execução, envolvendo: forma e desforma; laje de redução; argamassa para revestimento e assentamento da alvenaria e laje de redução; alvenaria de tijolos; tampão de ferro fundido dúctil; concreto para coroamento de alvenaria e assentamento do tampão e demais serviços e materiais atinentes.

19.15 ALTEAMENTO / REBAIXAMENTO DE TAMPÃO DE POÇO DE VISITA

19.15.1 Objetivo

Definir as diretrizes para os serviços inerentes à execução de alteamento / rebaixamento de tampão de poço de visita, estabelecendo as suas bases fundamentais, bem como seus formatos, dimensões e especificações técnicas.

19.15.2 Condições gerais

O alteamento ou rebaixamento de tampão de poço de visita deve ser executado com concreto moldado *in loco* ou com anel de concreto pré-fabricado (Anel complementar). O uso de tijolos requemados ou blocos de concreto não é permitido.

19.15.3 Alteamento com concreto moldado in loco

A espessura do alteamento/rebaixamento irá variar para cada caso, de acordo com a altura entre o final do poço de visita e o pavimento até o limite de 20 cm. Para o alteamento/rebaixamento deve ser realizado:

- Corte e demolição do pavimento com arrasamento até o pescoço do poço de visita para remoção completa do aro e tampa (Figura 31);
- Execução da base para assentamento do aro e tampão em concreto ARI ≥ 20 Mpa (Alta resistência Inicial) utilizando pneu como forma interna (Figura 32);
- Assentamento do aro com mesmo concreto utilizado na base, respeitando o rebaixamento para posterior recomposição em CBUQ (Figura 33);
- Após 24 horas, complementação asfáltica no entorno do aro e tampão nivelado e retirada do pneu.



Figura 31 - Retirada do aro e tampa do poço de visita para alteamento. Fonte: Elaboração própria.



Figura 32 - Concretagem da base utilizando pneu como forma. Fonte: Elaboração própria.



Figura 33 - Chumbamento do aro do poço de visita com concreto. Ao fundo, outro poço de visita assentado. Fonte: Elaboração própria.

19.15.4 Alçamento com anel de concreto pré-fabricado (Anel complementar)

Características do Anel complementar:

- Concreto pré-fabricado armado com tela soldada 8 x 8 cm ou 10 x 10 cm e com diâmetro 4,2 mm;
- $f_{ck} \geq 45$ MPa.

O Anel complementar pré-fabricado deverá ser assentado sempre na extremidade da chaminé do poço de visita. Portanto, a espessura do anel de concreto irá variar para cada caso, de acordo com a altura entre o final do poço de visita e o pavimento até o limite de 20 cm.

A Figura 34 apresenta cortes esquemáticos para alçamento/ rebaixamento de tampão, com diferentes alturas de anéis.

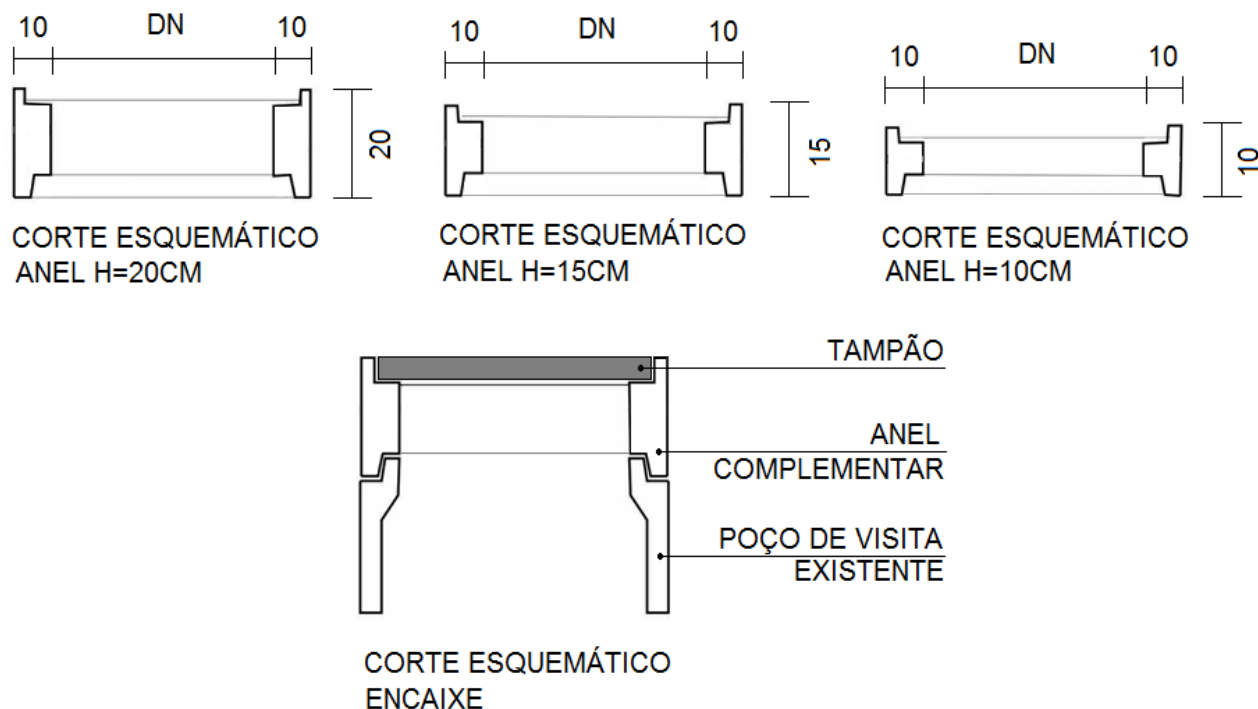


Figura 34 - Anel complementar de concreto para assentamento de tampão. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019

19.15.5 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.15.5.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

O alteamento ou rebaixamento de tampão de poço de visita será levantado em unidades a serem executadas e contempladas até 20 cm de alteamento ou rebaixamento.

19.15.5.2 Medição

Será adotado o mesmo critério de levantamento, sendo considerado as unidades efetivamente executadas.

19.15.5.3 Pagamento

O serviço será pago pelos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, que remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução.

19.16 DESCIDA D' ÁGUA

19.16.1 Objetivo

Definir as diretrizes para os serviços inerentes à execução de descida d'água, estabelecendo as suas bases fundamentais, bem como seus formatos, dimensões e especificações técnicas.

19.16.2 Definições

Dispositivo de drenagem empregado a conduzir para fora do corpo da via o caudal proveniente da pista ou dos cortes, objetivando reduzir ou eliminar o efeito erosivo das águas pluviais.

Para atender às diversas situações encontradas durante a elaboração do projeto foram padronizados 2 (dois) tipos de descida d'água:

- Tipo degrau - são descidas d'água que possuem dispositivos de amortecimento de queda (degraus), podendo ser aplicadas em taludes com inclinação de até 80% (aproximadamente 40 graus);
- Tipo calha - são descidas d'água que não possuem dispositivos de amortecimento de queda (degraus) para a redução da velocidade das águas, devendo ser aplicadas em taludes com inclinação máxima de 10%.

19.16.3 Condições específicas

- Concreto: As paredes laterais e a laje de fundo serão em concreto com $f_{ck} \geq 25$ Mpa, e as espessuras como indicadas nos desenhos;

- Regularização: O fundo da vala será regularizado e compactado.

19.16.3.1 Execução

Para a descida d'água e demais componentes que demandem dimensionamento e detalhamento hidráulico e estrutural, a CONTRATADA DE PROJETOS fica a cargo da elaboração dos respectivos projetos, com registro da respectiva ART. Para a implantação dos elementos projetados a CONTRATADA DE OBRAS deve registrar ART de execução.

A tabela 28 a seguir traz recomendações de armação para a estrutura em concreto simples. O detalhe padrão da Descida D'água está ilustrado nas Figuras 35 e 36.

Tabela 28 - Armação e largura da descida d'água tipos degrau e calha em concreto simples. Fonte: Elaboração própria.

L (mm)	Posição	Diâmetro (mm)	Quantidade	Comprimento unit. (cm)	Espaçamento (cm)
400	P1	5,0	5	Corr.	15
	P2	5,0	5	244	15
	P3	5,0	4	70	-
500	P1	5,0	6	Corr.	15
	P2	5,0	6	244	15
	P3	5,0	4	80	-
600	P1	5,0	6	Corr.	15
	P2	5,0	6	244	15
	P3	5,0	4	90	-
800	P1	5,0	8	Corr.	15
	P2	5,0	8	244	15
	P3	5,0	4	110	-

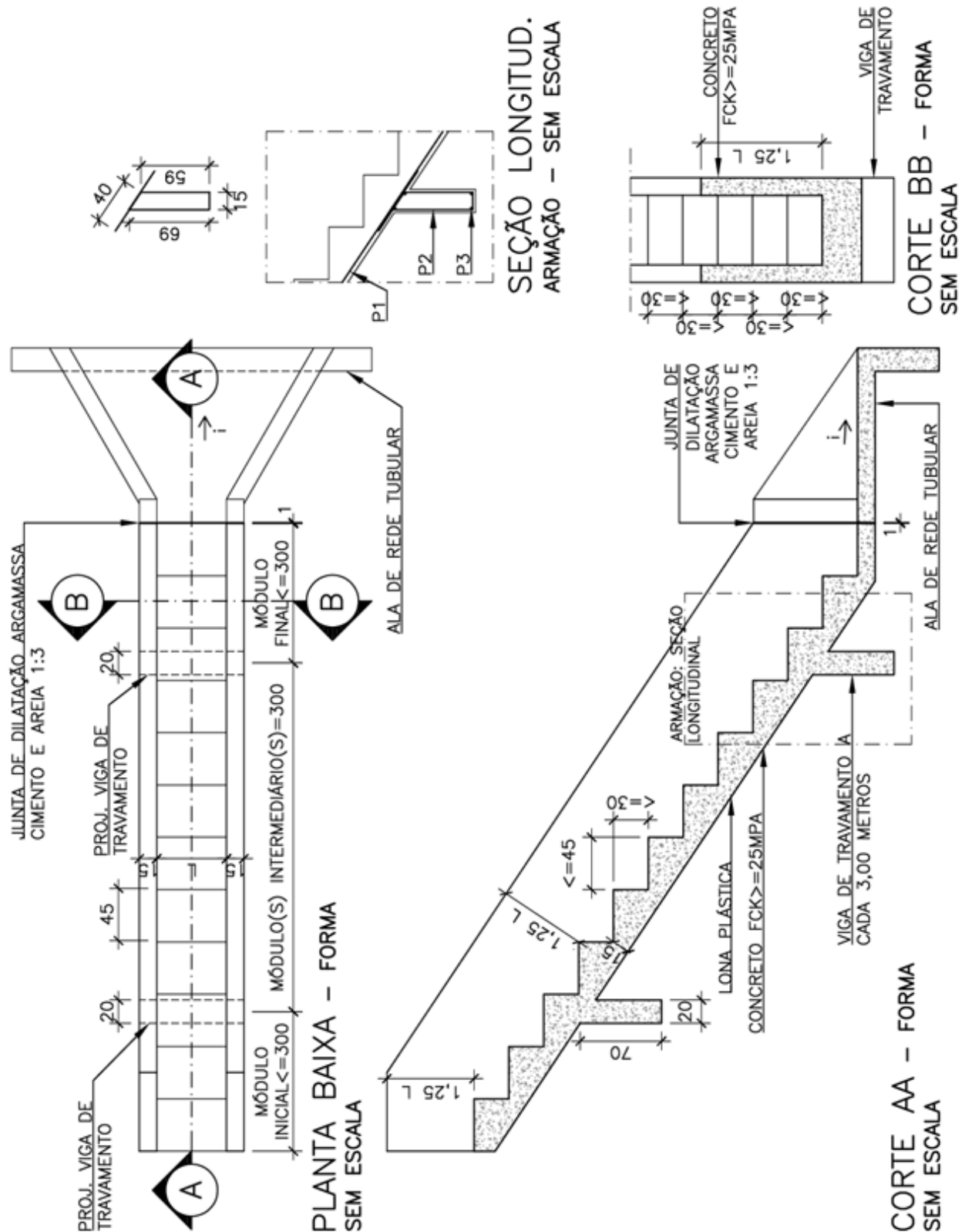


Figura 35 - Descida d'água - Tipo degrau. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

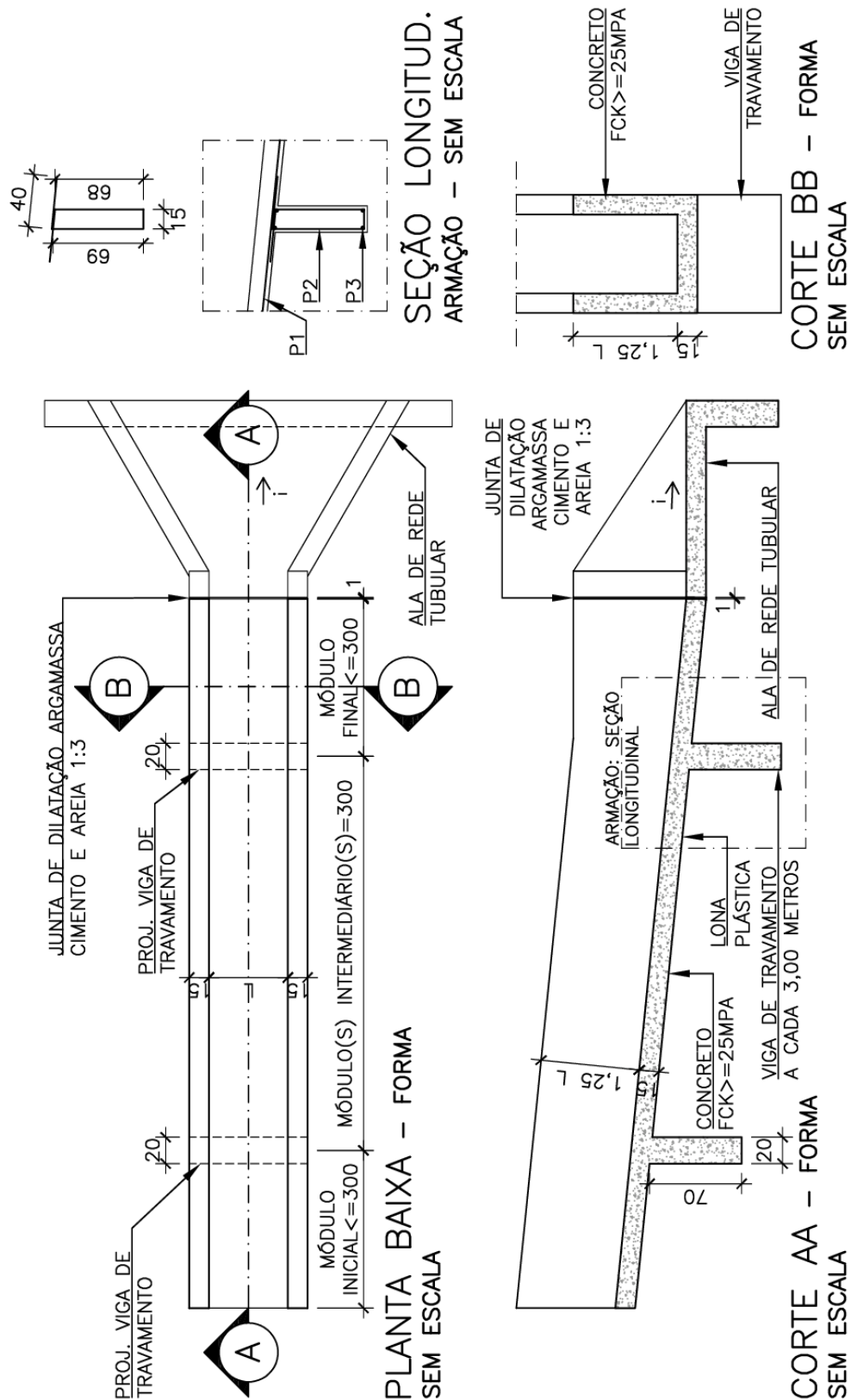


Figura 36 - Descida d'água - Tipo calha (Inclinação máxima 10%). Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

19.16.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.16.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

As descidas d'água serão levantadas pelo comprimento, em metros (m), a serem executadas de acordo com

o projeto, considerando-se o tipo (degrau ou calha) e o diâmetro da rede tubular.

19.16.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento, sendo consideradas as medidas efetivamente executadas.

19.16.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: escavação manual; remoção do material escavado do corpo da obra; preparo e apiloamento do fundo da vala; concreto de regularização, se for o caso; concreto estrutural; forma (inclusive desforma); armaduras, se for o caso; pequenos reaterros e demais serviços e materiais atinentes.

19.17 DRENOS

19.17.1 Objetivo

Padronizar os dispositivos de drenagem profunda a serem utilizados.

19.17.2 Definições

A água proveniente das chuvas toma caminhos diferentes: uma parte se infiltra no solo, podendo formar lençóis subterrâneos, outra permanece sobre a superfície do solo (da qual uma fração evapora). Estes destinos não são dicotômicos, havendo variações de condições que tornam os solos mais – ou menos – permeáveis, e sendo tais condições função de clima, topografia, natureza do solo. A água subterrânea poderá prejudicar a estrutura das vias, devendo ser eliminada ou reduzida por rebaixamento dos lençóis freáticos, que devem ser mantidos pelo menos a profundidade de 1,5 a 2 metros do subleito das vias, dependendo do tipo de solo da área considerada.

Os dispositivos de drenagem subterrânea mais comuns são:

- Drenos profundos;
- Drenos espinha de peixe;
- Colchão (camada) drenante;
- Drenos horizontais profundos (drenos sub-horizontais ou de penetração);
- Valetões laterais;
- Drenos verticais de areia.

Os drenos destinam-se a coletar as águas subterrâneas prejudiciais ao corpo da obra e as águas superficiais que possam infiltrar-se nas camadas do pavimento, podendo ser assim definidos:

- Drenos sub-superficiais

São dispositivos que têm por objetivo drenar águas superficiais infiltradas no pavimento. Os drenos sub-superficiais podem ser executados na direção transversal ou longitudinal com relação ao eixo da via. Quanto à forma construtiva podem utilizar tubos ou não, sendo estes últimos também chamados de drenos cegos. Ainda podem ser divididos em:

- Contínuos: quando constituídos de apenas uma camada de agregado;
- Descontínuos: quando existem duas camadas de agregado, uma com a finalidade filtrante e outra drenante;
- Drenos profundos

São drenos subterrâneos que se caracterizam por sua maior profundidade em relação ao greide de terraplanagem, tendo como objetivo rebaixar (e/ou interceptar) o lençol freático, impedindo que este atinja o corpo da via. São instalados preferencialmente em profundidades entre 1,5 m e 2,0 m, em cortes, nos terrenos planos que apresentem lençol freático próximo ao subleito e em áreas eventualmente saturadas próximas ao pé de taludes, principalmente nos casos em que forem encontradas camadas permeáveis intercaladas com impermeáveis, mesmo que sem a presença de água por ocasião da pesquisa do lençol freático. Classificação dos drenos profundos:

- Quanto à função:

- Interceptantes - quando destinados a interceptar as águas que se infiltram pelas áreas adjacentes à rodovia;
- De rebaixamento de lençol - quando se destinam a rebaixar o lençol subterrâneo existente no terreno natural.
- Quanto à disposição:
 - Longitudinais - quando ocupam posição aproximadamente paralela ao eixo da via;
 - Transversais - quando cortam o eixo, segundo um ângulo geralmente entre 45° e 90°.
- Quanto ao preenchimento da cava:
 - Drenos cegos (ou franceses) - quando preenchida a cava com material drenante desprovido de tubo, tendo em geral pequena vazão;
 - Com tubo - quando além de material drenante, ou drenante e filtrante, contém um tubo condutor.

Os drenos aqui padronizados são:

- Os drenos do tipo A possuem uma camada filtrante, que é substituída pela manta geotêxtil no dreno tipo B, compondo-se assim a diferença entre esses dois tipos:
 - Camada filtrante é a camada colocada em contato com o solo natural servindo como elemento de retenção;
 - Material drenante é a camada de grande permeabilidade, que serve para evitar o carreamento da camada filtrante, além de conduzir as águas drenadas;

O dreno de talvegue utilizado para interceptar ou rebaixar o lençol freático protegendo o corpo da via e executado previamente à execução do aterro. Geralmente é aplicado em locais onde a implantação da obra não é coincidente com a linha do talvegue e em talvegues naturais. O tipo aqui padronizado é destinado à captação de talvegues secos, quando da implantação de maciços de terra.

19.17.3 Condições Gerais

Antes do início dos serviços deverá estar implantada a sinalização, conforme exigido pelas Normas de Segurança do trabalho.

As inclinações dos drenos devem ser iguais ou superiores a 1 %. Na ausência de projeto tipo específico, devem ser utilizados os drenos padronizados.

19.17.4 Condições específicas

19.17.4.1 Equipamentos

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para a execução satisfatória dos serviços. Podem ser utilizados os seguintes equipamentos:

- Betoneira ou caminhão betoneira; motoniveladora; pá-carregadeira; retroescavadeira ou valetadeira; depósito de água; carrinho de concretagem; compactador portátil (manual ou mecânico); perfuratrizes pneumáticas e ferramentas manuais.

Antes do início da execução da obra, os equipamentos serão inspecionados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO, sem os quais, não será dada a autorização para o início da execução dos serviços.

19.17.4.2 Materiais

Todo material utilizado deve satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT.

19.17.4.2.1 Material drenante

- Podem ser utilizados como material drenante produtos naturais ou resultantes de britagem, classificados como rocha sã, areias, pedregulhos naturais ou seixos rolados isentos de impurezas e de torrões de argila;
- Em locais onde não se disponha de agregado natural que apresente resistência à abrasão ou esmagamento satisfatório ou por razões especiais, podem ser empregados agregados sintéticos, argila expandida, que atendam aos requisitos de granulometria e permeabilidade indicados no projeto;
- A granulometria do material drenante deve ser verificada para atender às seguintes condições:

- O material drenante não pode ser colmatado pelo material envolvente;
- A permeabilidade deve ser satisfatória;
- Os fragmentos do material drenante devem ser compatíveis com os orifícios ou ranhuras dos tubos, de modo a não escoarem para o interior dos mesmos.
- Na falta de especificação em projetos podem ser utilizados os drenos tipo A ou tipo B aqui padronizados.

19.17.4.2.2 Material filtrante

- O material filtrante deve ter granulometria satisfatória, de modo a impedir que as partículas finas possam ser conduzidas por via fluida e que fiquem retidas nos interstícios do material drenante, causando sua colmatção;
- O filtro do dreno sub-superficial pode ser executado com material granular ou em manta sintética com permeabilidade e espessura indicadas no projeto;
- A utilização de manta sintética, entretanto, caso não tenha sido especificada no projeto, deve ser previamente analisada por meio de estudo específico;
- O material filtrante granular recomendado para os drenos sub-superficiais é a areia quartzosa natural, isenta de impurezas orgânicas e de torrões de argila;
- A granulometria da areia deve ser previamente aprovada por ensaios específicos;
- Caso não se constate ocorrência de areias naturais satisfatórias, é permitida a composição por mistura de materiais naturais ou provenientes de britagem ou a substituição por filtro executado com manta sintética.

19.17.4.2.3 Manta geotêxtil

Manta de tecido geotêxtil é o elemento que substitui a camada filtrante.

A manta de tecido geotêxtil a ser usada no dreno, salvo especificação contrária no projeto, deve ter as seguintes características:

- Geotêxtil não tecido;
- Resistência a tração longitudinal 16 kN/m;
- Massa superficial 300 g/m².

19.17.4.2.4 Tubos condutores

Os tubos podem ser em PVC (perfurado, corrugado), concreto ou cerâmicos perfurados.

19.17.4.2.4.1 Tubos perfurados

- Os tubos perfurados, utilizados em drenos sub-superficiais, geralmente são de concreto ou de plástico (PVC ou PEAD), com dimensões e características de resistência indicadas no projeto;
- Os tubos perfurados de concreto devem satisfazer aos requisitos impostos pelas especificações da NBR 8890;
- Tubos flexíveis de PVC ou PEAD devem atender às recomendações dos fabricantes e à NBR 15073;
- Tubos de concreto que são utilizados na construção dos drenos devem ser adquiridos em indústria de artefatos de cimento, sendo exigíveis, os procedimentos de controle e acompanhamento do processo construtivo, de acordo com o que dispõem a NBR 8890, além de outros procedimentos prescritos no projeto.

19.17.4.2.5 Rejuntamento

O Material de rejuntamento a ser empregado é argamassa de cimento e areia, no traço de 1:3.

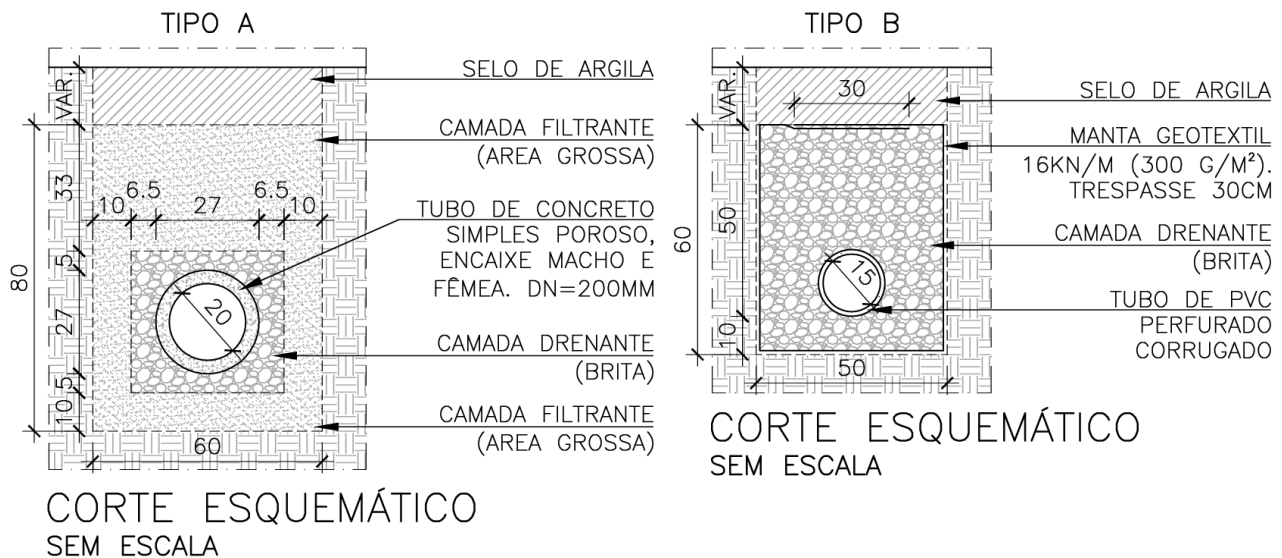


Figura 37 - Drenos convencionais. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

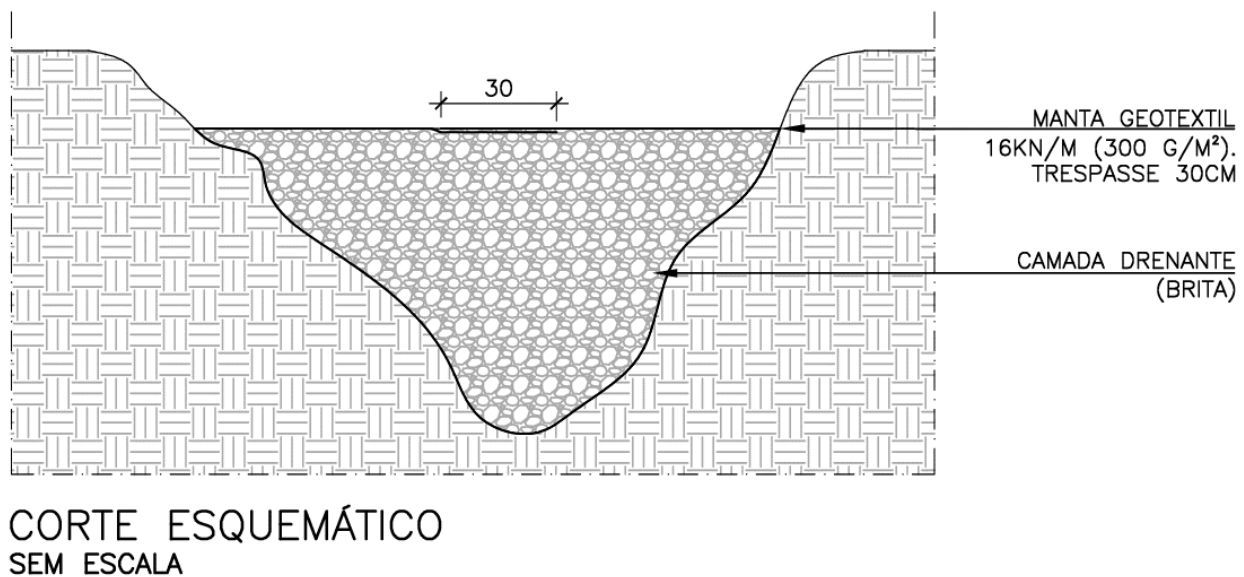


Figura 38 - Dreno de talvegue. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

19.17.4.3 Execução

A execução dos drenos sub-superficiais compreende, basicamente, as etapas a seguir descritas.

19.17.4.4 Preparação das valas

Abertura das valas, atendendo às dimensões estabelecidas no projeto tipo adotado. No caso dos drenos transversais rasos, a vala é aberta segundo as retas de maior declive, nas seções indicadas no projeto. Para os drenos longitudinais rasos, as valas são abertas no sentido de jusante para montante, paralelas ao eixo, na posição indicada no projeto. A declividade longitudinal mínima do fundo das valas deve ser de 1 %. É utilizado processo de escavação compatível com a dificuldade extrativa do material.

Disposição do material escavado, em local próximo aos pontos de passagem, de forma a não prejudicar a configuração do terreno e nem dificultar o escoamento das águas superficiais.

Preenchimento da vala no sentido de montante para jusante, com material drenante, compactado em duas camadas de igual espessura, no caso de não haver indicação de tubo (drenos cegos).

Opcionalmente, podem existir os seguintes casos:

- Em seções de corte, os drenos transversais podem descarregar em drenos longitudinais, rasos ou

profundos;

- Os drenos longitudinais rasos, por sua vez, podem descarregar em caixas coletoras ou em drenos longitudinais profundos, para extensões em cortes, ou mesmo em drenos transversais posicionados em aterros.

19.17.4.5 Drenos contínuos com tubos

Os drenos sub-superficiais são preenchidos com uma camada de material drenante com profundidade indicada no projeto e espessura adequada que, após o adensamento, recebe o tubo perfurado.

O preenchimento das valas obedece, neste caso, às seguintes etapas:

- Preparação de uma camada com a espessura definida em projeto do material drenante no fundo da vala, devidamente compactada;
- Instalação dos tubos com furos ou ranhuras voltadas para baixo;
- Complementação do enchimento com material filtrante, colocados em camadas de igual espessura;
- Quando por razões forem utilizados na operação de compactação soquetes manuais e, principalmente, compactadores, é indispensável tomar os cuidados necessários à manutenção da integridade dos tubos.

19.17.4.6 Drenos descontínuos com tubos

Estes drenos são constituídos por material drenante envolvendo um tubo perfurado, sendo o conjunto protegido por manta geotêxtil com função de filtro.

O preenchimento das valas envolve:

- Colocação de manta geotêxtil fixada nas paredes da vala e na superfície anexa ao dreno com grampos de ferro de 5 mm, dobrados em forma de “U”;
- Execução de camada de material drenante compactado, no fundo da vala, na espessura indicada em projeto;
- Instalação dos tubos com as ranhuras ou os furos voltados para baixo;
- Complementação da vala com material drenante, compactado em camadas de igual espessura;
- Dobragem ou costura da manta, de acordo com o projeto, complementando o envelopamento;
- A sobreposição da manta nas emendas longitudinais deve ter, pelo menos, 20 cm.

19.17.4.7 Drenos descontínuos cegos

Estes drenos são constituídos, geralmente, por um material drenante envolvido por manta geotêxtil. O processo de enchimento é idêntico ao descrito anteriormente, exceto por não dispor de tubos.

19.17.4.8 Controle

É de responsabilidade da empresa CONTRATADA, a realização de testes e ensaios que demonstrem as características físicas e mecânicas do material empregado e a realização do serviço de boa qualidade, e em conformidade com esta especificação de serviço.

As quantidades de ensaios para controle interno da execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo, a critério da CONTRATANTE ou da CONTRATADA, com anuência da FISCALIZAÇÃO, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

19.17.4.8.1 Material

Para o material drenante: devem ser efetuadas análises granulométricas dos agregados empregados, à razão de um ensaio, no mínimo, para cada 1000 m de drenos executados. As condições de compactação são controladas visualmente.

Os tubos deverão ser submetidos aos ensaios preconizados na NBR 8890 e na NBR 15073.

- Determinação da resistência à compressão diametral;
- Verificação da permeabilidade e absorção;
- Os materiais (brita, areia) deverão atender às especificações brasileiras e serem submetidos aos ensaios normalizados pela ABNT.



19.17.4.8.2 Controle geométrico

Será executado por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para verificação das canalizações, no que diz respeito aos alinhamentos e à profundidade;

As dimensões das valas e das bocas de saída executadas não devem divergir em mais do que 10 % das indicadas em de projeto, em pontos isolados.

A declividade longitudinal do fundo da vala deve ser contínua, aproximadamente paralela ao greide (drenos longitudinais) e nunca inferior a 1 %.

19.17.4.8.3 Critérios de aceitação e rejeição

Os ensaios dos materiais indicados deverão atender aos requisitos das normas.

Os tubos, quando utilizados, não apresentam variações em quaisquer dimensões maiores do que as indicadas a seguir:

- Comprimento = 2 cm/m;
- Espessura do tubo = 0,2 cm.

Os agregados empregados apresentam composição granulométrica contida na faixa definida no projeto. O material do selo, quando empregado, é julgado satisfatório em termos de qualidade.

As condições de acomodação dos materiais são julgadas satisfatórias.

Não ocorram imperfeições na mistura ou moldagem dos tubos e nem trincas que possam afetar a sua resistência ou durabilidade.

19.17.5 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.17.5.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Os drenos serão levantados pelo comprimento, em metros (m), de acordo com esta padronização, considerando-se o tipo especificado.

A escavação para abertura da vala e a remoção do material (carga e transporte) do corpo da obra serão levantadas em separado, conforme diretrizes específicas para tais serviços.

Da mesma forma, a compactação do selo de argila será levantada em volume, por metros cúbicos (m³), como reaterro de valas, obedecendo as respectivas diretrizes.

Caso exista projeto específico para drenos, seus componentes, deverão ser levantados separadamente, por volume geométrico de material drenante aplicado, por metro de tubo utilizado e por metro quadrado de geotêxtil especificado.

19.17.5.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento, sendo consideradas as medidas efetivamente executadas.

Caso seja necessária a utilização de argilas provenientes de empréstimos, o movimento de terra (escavação, carga e transporte) será medido e pago em separado, segundo as especificações próprias dos serviços envolvidos.

19.17.5.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: preparo e acerto do fundo da vala; manta geotêxtil (caso tipo B); lançamento dos materiais drenantes e filtrantes; eventuais formas e peças de madeira, necessárias à separação dos materiais filtrantes e drenantes (caso tipo A); assentamento dos tubos e demais serviços e materiais atinentes.

19.18 BARRAGEM

19.18.1 Objetivo

Definir formas e materiais a serem utilizados na constituição de barragens/desvio em obras da PBH.

19.18.2 Definições

Dispositivo utilizado em obras de canalização destinado a permitir o desvio da vazão para a tubulação,

visando a liberação da praça de trabalho.

Será constituída de sacaria preenchida com solo de natureza argilosa, siltosa ou arenosa, isento de matéria orgânica, raízes, tocos, etc.

19.18.3 Condições específicas

19.18.3.1 Materiais

- Solo de natureza argilosa, siltosa ou arenosa, isento de matéria orgânica;
- Sacaria, sacos de rafia, capacidade de 50 kg.

Tabela 29 - Dimensões das Barragens. Fonte: Elaboração própria.

h (m)	B (m)
0,85	0,80
1,35	1,20
1,85	1,60
2,30	2,00
2,75	2,40

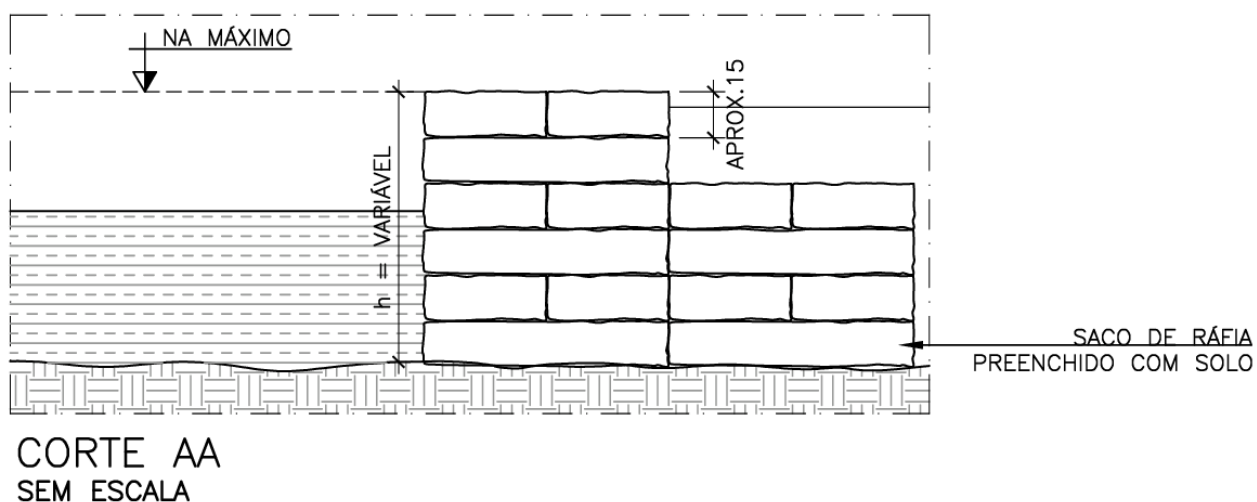
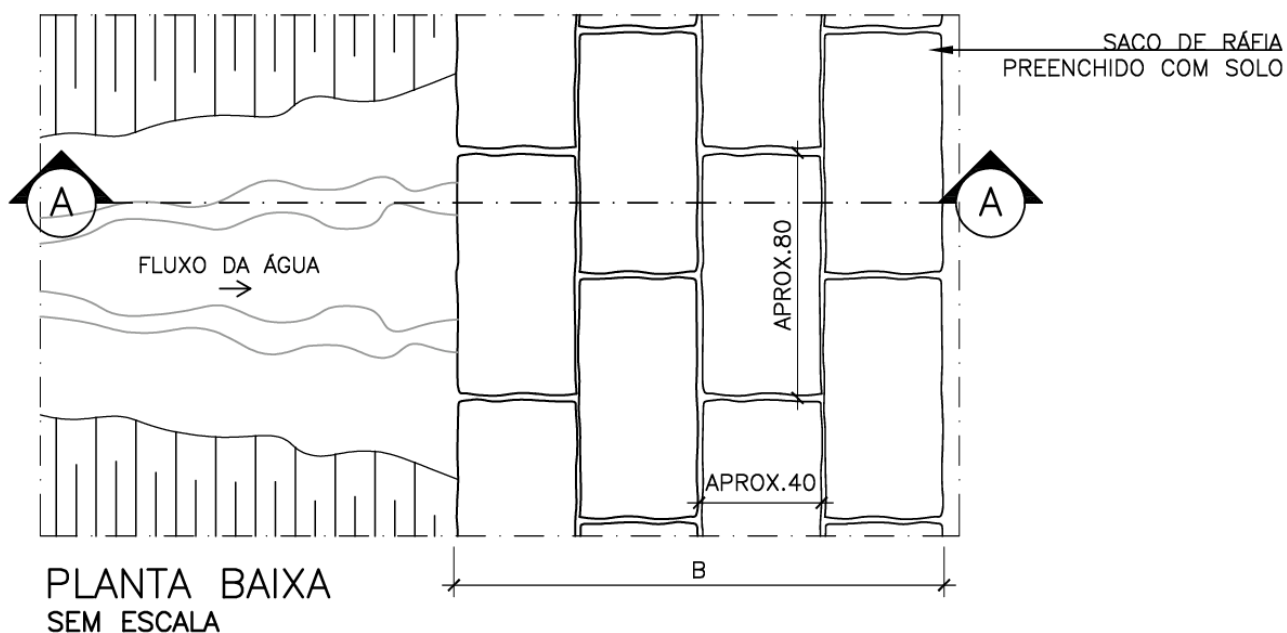


Figura 39 - Barragem provisória com sacos de rafia preenchido com solo. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2022.

19.18.3.2 Execução

O serviço consiste no preenchimento da sacaria com terra, costura e a montagem dos sacos em local definido para a liberação da praça de trabalho.

O serviço também contempla a desmontagem da barragem e a limpeza completa do local.

19.18.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.18.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

As barragens serão levantadas pelo volume geométrico, em metros cúbicos (m³).

19.18.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento, observando-se o que foi efetivamente executado.

19.18.4.3 Pagamento

O serviço será pago em conformidade com os preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo:

- Preenchimento dos sacos de rafia;
- Montagem e desmontagem da barragem propriamente dita;
- Remoção dos materiais do corpo da obra, após a sua utilização;
- Demais serviços e materiais atinentes.

Caso seja necessária a utilização de solos provenientes de empréstimo para a constituição das barragens, com distância superior a 100 m, as operações de escavação, carga e transporte do material serão medidas e pagas separadamente, segundo as especificações dos respectivos serviços.

19.19 SARJETA

19.19.1 Objetivo

Apresentar a padronização, que tem como objetivo classificar e estabelecer formas e dimensões para os 03 (três) tipos de sarjetas, a serem utilizadas na pavimentação de vias.

- Tipo A - declividade transversal 3 %;
- Tipo B - declividade transversal 15 %;
- Tipo C - declividade transversal 25 %.

19.19.2 Definições

Canal triangular longitudinal situado nos bordos das pistas, junto ao meio-fio, destinado a coletar as águas superficiais da faixa pavimentada da via e conduzi-las às bocas de lobo.

A aplicação da sarjeta se dá em todas as vias a serem pavimentadas pela PBH e é obrigatória a execução de sarjetas de concreto.

- A sarjeta tipo A se aplica a vias onde há grandes declividades longitudinais;
- A sarjeta tipo B se aplica a vias onde a declividade longitudinal é mediana;
- A sarjeta tipo C se aplica a vias onde a declividade longitudinal é muito baixa.

A sarjeta deverá ser dimensionada hidraulicamente para cada caso específico. A Figura 40 apresenta os três tipos de sarjetas.

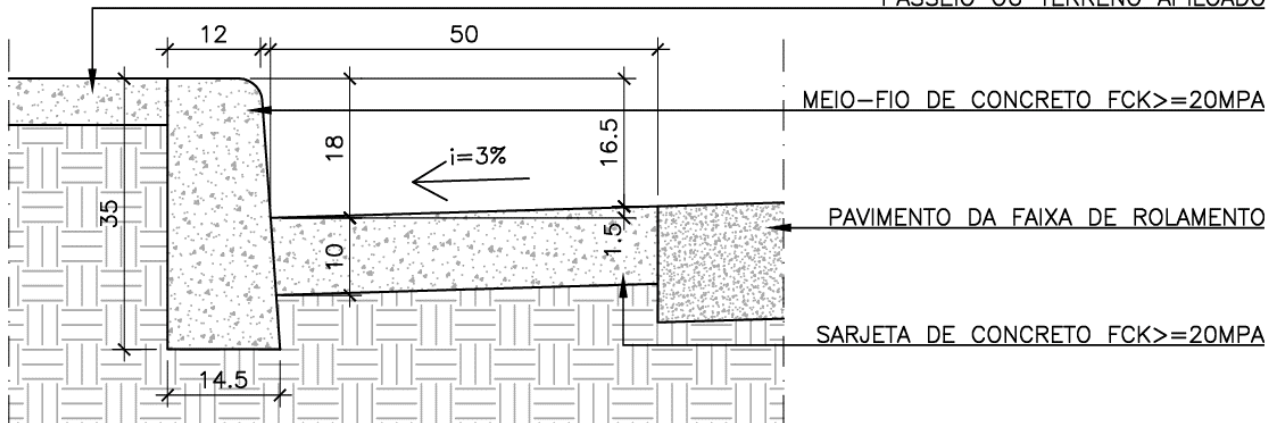
19.19.3 Condições específicas

A espessura da sarjeta é de 10 cm e largura de 50 cm, em concreto $f_{ck} \geq 20$ MPa.

Para implantação de novas obras não será permitido produzir concreto no canteiro de obras para este serviço. O mesmo será fornecido por usinas de concreto aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

TIPO A

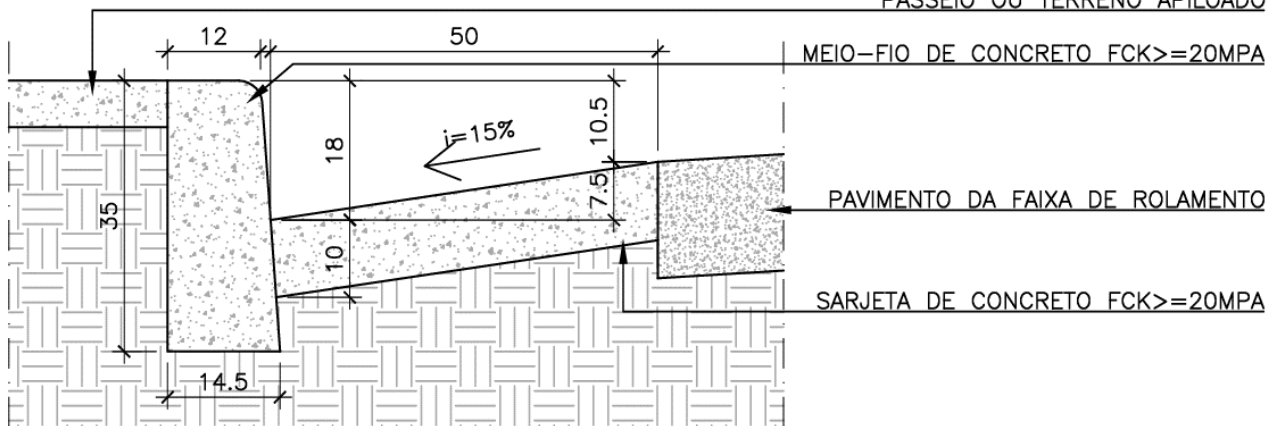
PASSEIO OU TERRENO APILOADO



**CORTE ESQUEMÁTICO
SEM ESCALA**

TIPO B

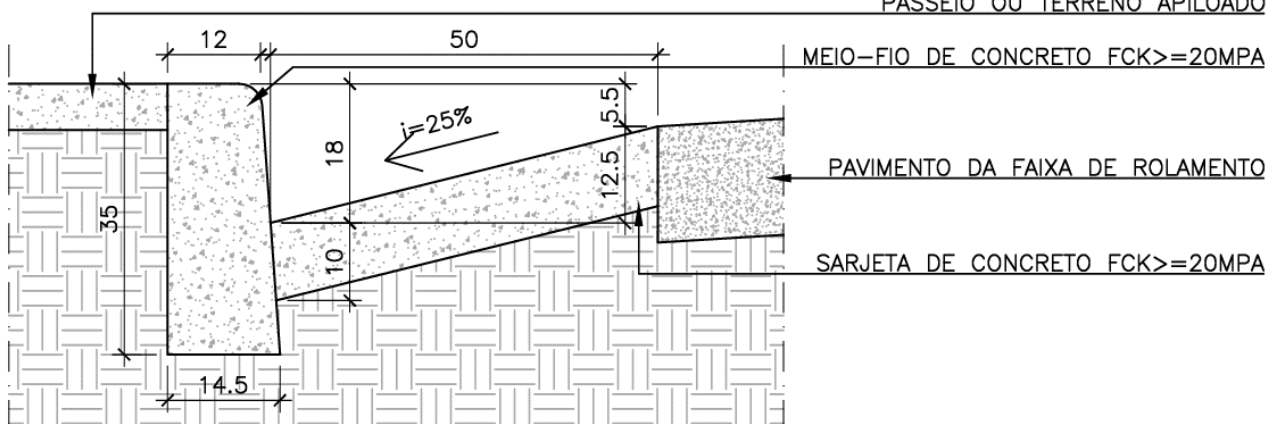
PASSEIO OU TERRENO APILOADO



**CORTE ESQUEMÁTICO
SEM ESCALA**

TIPO C

PASSEIO OU TERRENO APILOADO



**CORTE ESQUEMÁTICO
SEM ESCALA**

Figura 40 - Sarjeta. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

19.19.3.1 Materiais**19.19.3.1.1.1 Concreto**

O concreto deve ter resistência (f_{ck}) mínima de 20 MPa e obedecer às especificações próprias contidas no capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

19.19.3.2 Execução

- A cava de fundação deverá ser regularizada e apiloada manualmente e não pode ser liberada para a concretagem sem a execução deste serviço;
- O corte do bordo da capa asfáltica deverá estar corretamente perpendicular à estrutura do pavimento. Cortar a capa asfáltica, na junção com a futura sarjeta, empregando ferramenta de corte adiamantado;
- Empregar equipamento de corte convencional, como os marteletes pneumáticos, nas situações de espessuras maiores por sobrecapas asfálticas ou pavimentos poliédricos subjacentes. Realinhar o corte com ferramentas adequadas;
- Adensar o concreto lançado e evitar manchas de cimento sobre a capa asfáltica. Em hipótese alguma lançar o concreto usinado a ser empregado na execução de sarjeta sobre o revestimento asfáltico recém executado;
- Verificar a espessura e largura da sarjeta a cada segmento de 25 m;
- Observar as tolerâncias mínimas de largura em ± 1 cm e espessura em $\pm 0,5$ cm a cada segmento de 25 m. Fixar régua para direcionar a ação da desempenadeira e evitar rescaldos de concreto sobre a capa asfáltica;
- Alisar a superfície com desempenadeiras de aço para diminuir a rugosidade das peças. Observar declividade correta do escoamento pluvial, a fim de evitar empoçamentos;
- Colocar chapas de ferro ou madeira reforçada sobre os trechos de entrada de garagens, durante o período de execução e cura;
- Reparar eventuais pisoteamentos, rolagem de pneus ou vandalismos sobre as peças executadas, durante o período de cura do concreto;
- Proteger toda extensão do serviço executado, empregando sinalizadores como cones, pedras, demolições de asfalto existentes no local de serviço;
- Inserir juntas secas para dilatação das peças, com espaçamento de 5 metros, antes do endurecimento do concreto, utilizando ferramenta cortante como indução do processo, sem seccionar totalmente a estrutura.
- Aspergir água para cura do concreto, em intervalos, conforme estado do tempo;
- Antes da execução de pavimento poliédrico, executar a sarjeta conjuntamente com o meio-fio. Empregar formas para o correto alinhamento da sarjeta.

19.19.3.3 Controle

Proceder ensaios conforme o fornecimento da concreteira, por caminhões recebidos, em conformidade com NBR 12655.

19.19.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento**19.19.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

As sarjetas serão levantadas pelo comprimento, em metros (m), a ser executado, de acordo com o projeto padronizado, considerando-se o tipo (A, B ou C).

Deverão ser descontados os comprimentos relativos às bocas de lobo e respectivos rebaixamentos.

19.19.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento, observando-se a metragem efetivamente executada.

Os segmentos com marcas de pisoteamentos, rolagem de pneus e vandalismos não podem ser medidos.

19.19.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: escavação manual; remoção do material escavado do corpo da obra; concreto; juntas; corte da capa asfáltica e demais serviços e materiais atinentes.

19.20 CANALETA DE ÁGUA PLUVIAL

19.20.1 Objetivo

Apresentar a padronização, com o objetivo de estabelecer formas, dimensões, especificações e recomendações técnicas para os tipos de canaletas na captação superficial e condução ou somente condução de águas pluviais, a serem usadas nas diversas obras da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

19.20.2 Definição

Dispositivo de drenagem superficial aplicado, principalmente, no direcionamento das águas pluviais nos taludes de corte e aterro, a fim de se evitar erosões, pátios pavimentados, passagens com fluxo de água superficial. Podem se prestar exclusivamente ao direcionamento das águas pluviais ou também à sua captação ao longo de seu comprimento.

19.20.3 Condições Específicas

O dimensionamento do sistema hidráulico deve ser elaborado pelo Responsável Técnico do Projeto. As referências e considerações sobre a utilização das canaletas são as apresentadas na Instrução Técnica Para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem da DGAU - Diretoria de Gestão de Águas Urbanas/SMOBI-PBH.

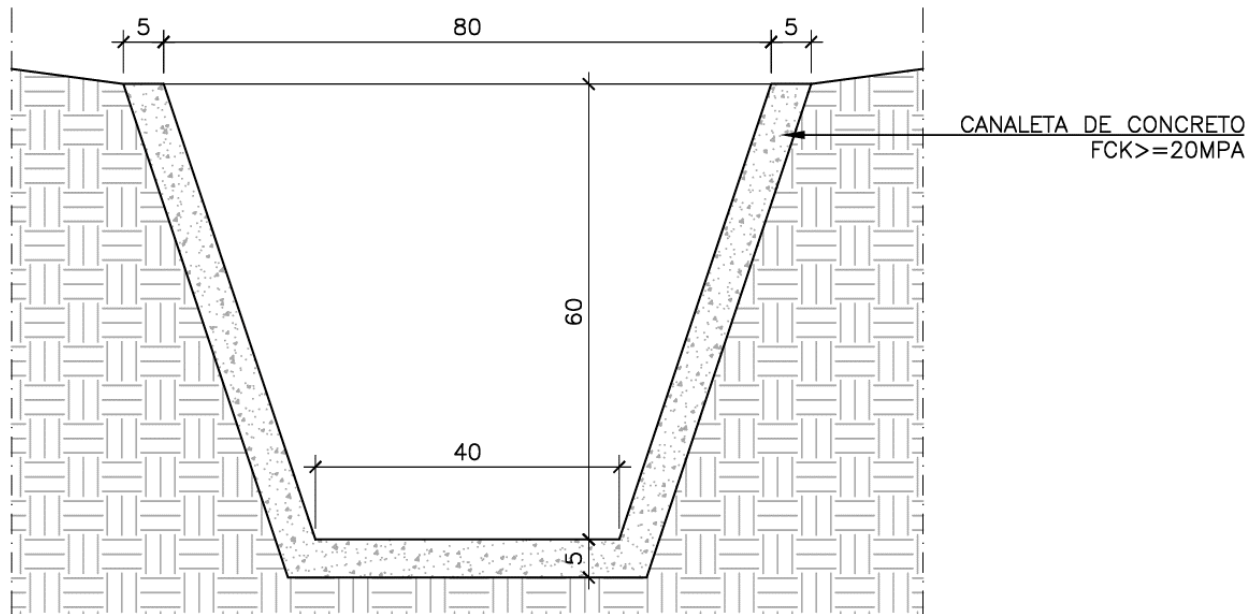
A Tabela 30 a seguir apresenta tipos de canaletas e indicações de uso para as canaletas apresentadas neste item.

Tabela 30 - Tipos de canaletas e indicações de uso. Fonte: Elaboração própria.

Tipos de canaleta/descrição	Utilização	Indicações de uso
Canaleta trapezoidal em concreto	Captação e condução	Declividade de implantação entre 0,5 e 6%. Devem ser utilizadas em locais onde não há circulação de pessoas ou veículos.
Canaleta meia-cana com grelha	Captação e condução	Declividade de implantação entre 0,5 e 10%. No dimensionamento deve ser considerada a capacidade de engolimento da grelha.
Canaleta meia-cana sem grelha	Captação e condução	Declividade de implantação entre 0,5 e 10%. Devem ser utilizadas em locais onde não há circulação de pessoas ou veículos.
Canaleta 30 cm x 20 cm em concreto com tampa pré-fabricada em concreto maciça	Condução	Declividade de implantação entre 0,5 e 10%.
Canaleta 30 cm x 20 cm em concreto com tampa pré-fabricada em concreto perfurada	Condução	Declividade de implantação entre 0,5 e 10%. Apesar das perfurações na tampa, a grelha não tem capacidade de captação. As perfurações se prestam a evitar o empoçamento de água.
Canaleta 30 cm x 20 cm em concreto com grelha de ferro fundido perfurada	Captação e condução	Declividade de implantação entre 0,5 e 10%. No dimensionamento deve ser considerada a capacidade de engolimento da grelha.
Canaleta 30 cm x 20 cm em concreto a céu aberto	Captação e condução	Declividade de implantação entre 0,5 e 10%. Devem ser utilizadas em locais onde não há circulação de pessoas ou veículos.

Os tipos de canaletas padronizadas nas obras da SUDECAP serão tratados a seguir.

19.20.3.1 Canaleta trapezoidal em concreto:



CORTE ESQUEMÁTICO SEM ESCALA

Figura 41 - Canaleta Trapezoidal em concreto. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

19.20.3.2 Canaleta meia-cana com grelha e canaleta meia-cana sem grelha

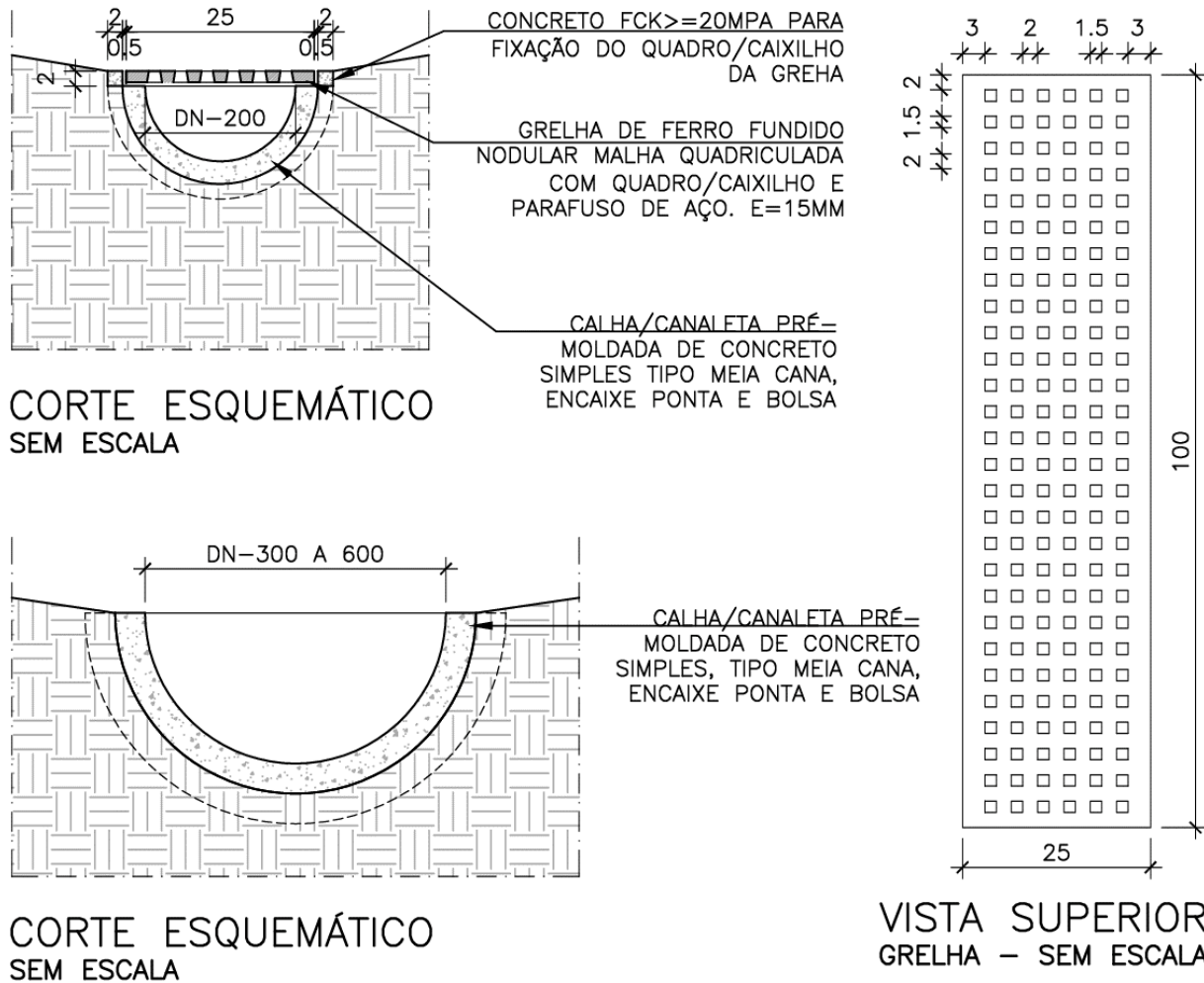


Figura 42 - Meia cana DN 200 com grelha e DN 300 a 600 sem grelha. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

19.20.3.3 Canaleta 30 cm x 20 cm em concreto com tampa pré-fabricada em concreto maciça ou perfurada

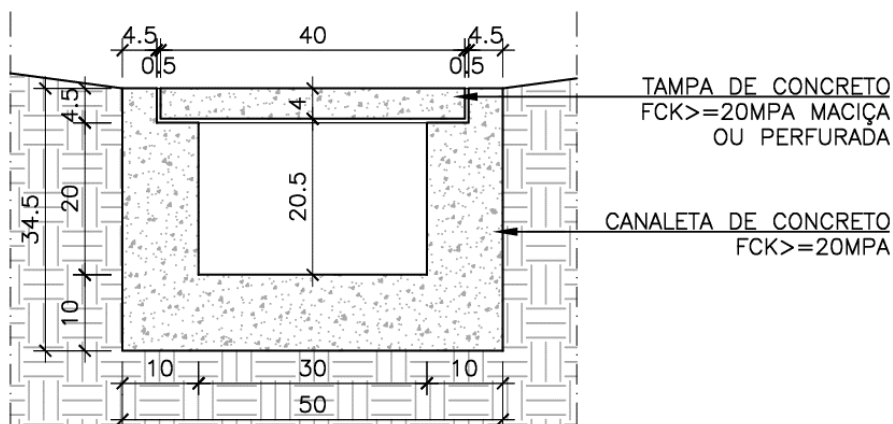
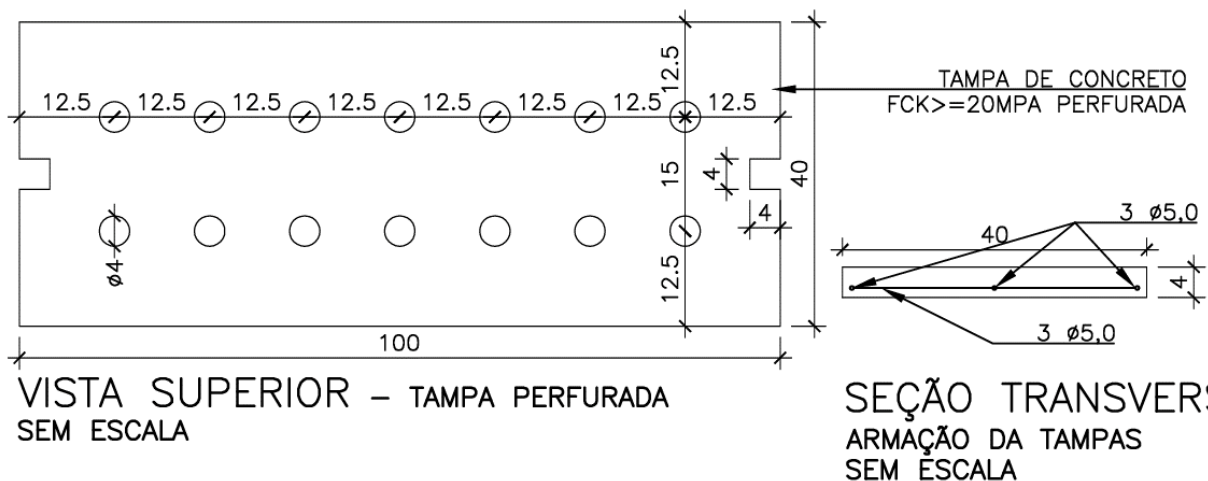
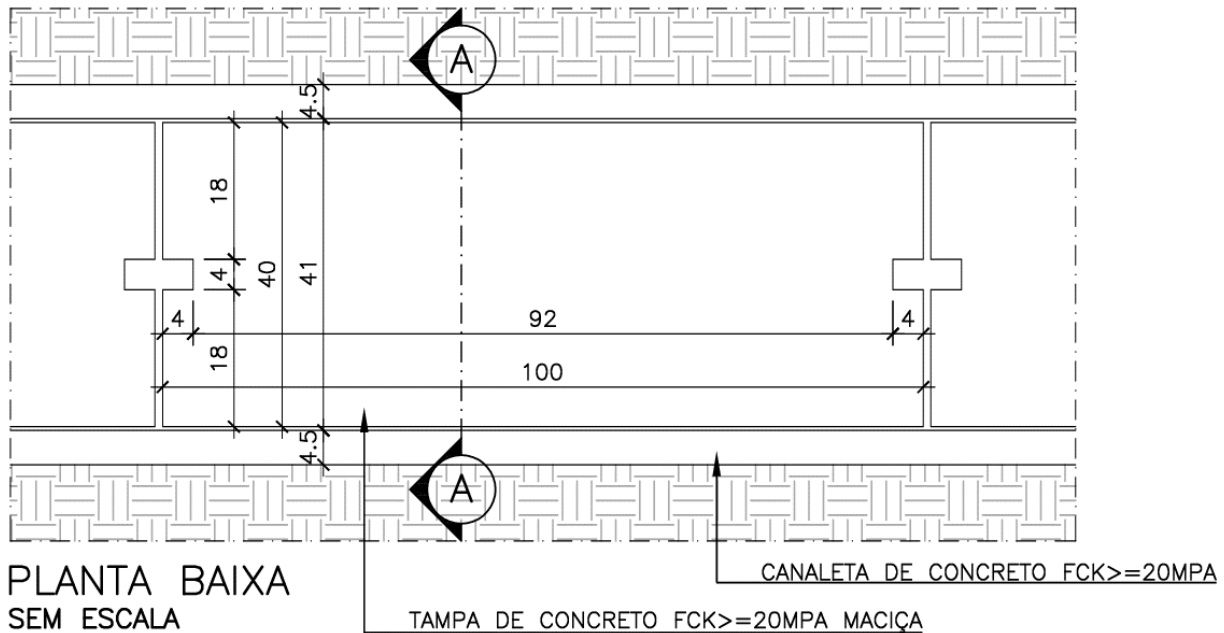


Figura 43 - Canaleta 30 cm x 20 cm com tampa pré-fabricada em concreto. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

19.20.3.4 Canaleta 30 cm x 20 cm em concreto com grelha de ferro fundido perfurada

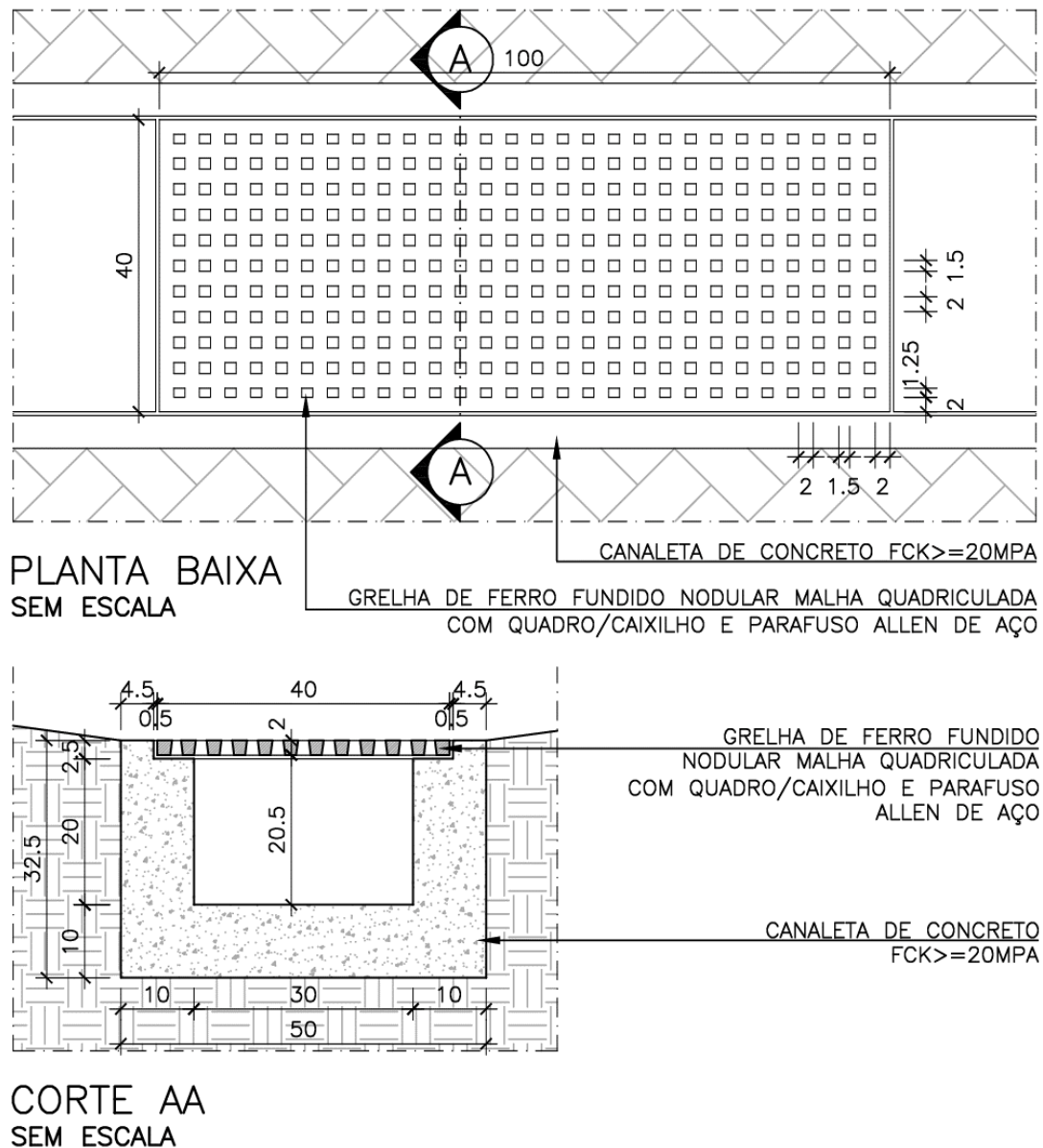


Figura 44 - Canaleta 30 cm x 20 cm com tampa de ferro fundido dúctil quadriculada. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

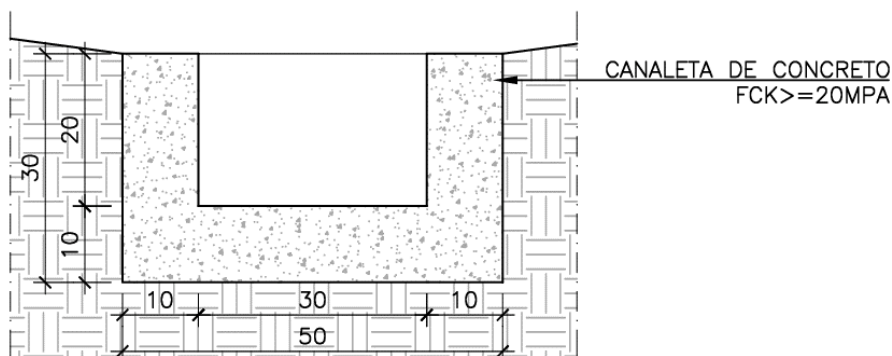
19.20.3.5 Canaleta 30 cm x 20 cm em concreto a céu aberto**CORTE ESQUEMÁTICO
SEM ESCALA**

Figura 45 - Canaleta 30 cm x 20 cm aberta em concreto. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

19.20.4 Controle

Os materiais deverão ser controlados, conforme a exigências das ABNT, para cada tipo.

Não deverão ser deixados espaços vazios entre o concreto e a canaleta.

Em todos os tipos de canaletas, o terreno de fundação deverá ser regularizado e apiloado manualmente. O concreto deve ser constituído de cimento Portland, agregados e água, com resistência (f_{ck}) mínima de 20 MPa para concretos moldados “*in loco*” e deverá atender às especificações próprias do capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

A execução dos serviços será acompanhada pelo FISCAL que fará o controle visual do alinhamento das canaletas e exigirá o controle dos materiais.

19.20.5 Critérios de levantamento, medição e pagamento**19.20.5.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

As canaletas serão levantadas pelo comprimento de projeto, em metros, de acordo com o projeto tipo padronizado.

19.20.5.2 Medição

Será efetuada pelo comprimento real, efetivamente executado, de acordo com o tipo empregado.

19.20.5.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, que remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: escavação manual; remoção do material escavado; apiloamento do fundo da vala; forma e desforma para concretagem, inclusive a tampa em concreto quando for o caso (canaletas de concreto).

Canaletas com grelha ou tampa: os serviços e materiais para a confecção da canaleta em concreto, o fornecimento e assentamento da grelha em ferro fundido dúctil ou em concreto.

19.21 ESCORAMENTO DESCONTÍNUO DE VALAS**19.21.1 Objetivo**

Estabelecer para os diversos tipos de escoramentos descontínuos, suas formas, dimensões, especificações e recomendações técnicas para seu uso.

19.21.2 Definições

É obrigatório o escoramento para valas de profundidade superiores a 1,25 m, conforme Portaria nº 18, do Ministério do trabalho, item 18.6.5.

As Figuras 46 e 47 apresentam, respectivamente, os tipos A e B de Escoramento descontínuo de valas.

O escoramento deverá ser utilizado sempre que as paredes laterais da vala, poços e cavas forem constituídas

de solo possível de desmoronamento, bem como em casos que, devido aos serviços de escavação, seja constatada a possibilidade de alteração da estabilidade do que estiver próximo à região dos serviços. Normalmente utilizado em terrenos firmes, sem a presença do lençol freático e com profundidade até 3 m.

- Escoramento descontínuo é aquele que não cobre toda a superfície lateral da vala, ou seja, as peças da posição vertical ficam distanciadas entre si;
- Pranchões verticais são as peças de madeira colocadas verticalmente dentro das valas;
- Longarinas são as peças longitudinais à vala que servem ao apoio das estroncas e à distribuição das cargas;
- Estroncas são peças transversais à vala que garantem a posição vertical dos pranchões;
- Ficha é a parte do pranchão vertical que fica abaixo do greide de fundo da vala;
- O escoramento descontínuo somente deverá ser usado em solos estáveis.

Em solos de argila mole, arenosos e na presença de água não deverá ser usado escoramento descontínuo. O escoramento descontínuo deverá ser usado em valas com profundidade máxima de 3 (três) metros. Não será permitido usar como escoramento qualquer material diferente dos padronizados e especificados.

19.21.3 Condições Específicas

A definição do tipo de escoramento bem como as especificações mínimas das peças e os espaçamentos máximos usados nos escoramentos devem ser especificados em projeto.

19.21.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.21.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Os escoramentos descontínuos de valas serão levantados pela área a ser executada, em metros quadrados (m^2), de acordo com o projeto tipo padronizado, considerando-se o tipo A ou B, independentemente da largura da vala.

Para o cálculo da área escorada, serão considerados os dois lados da vala e as alturas de escavação medidas nos eixos de poços de visita e caixas de passagem e em pontos intermediários, caso ocorram variações consideráveis. Não serão considerados os comprimentos de pranchões dispostos abaixo do greide de escavação (ficha).

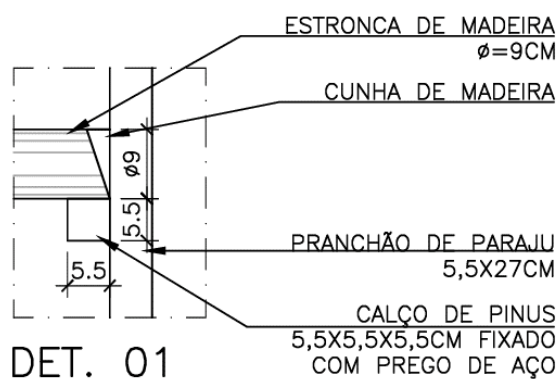
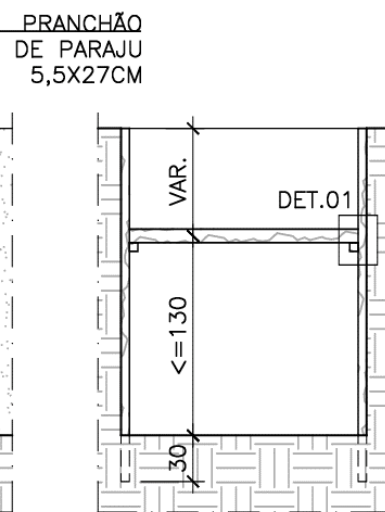
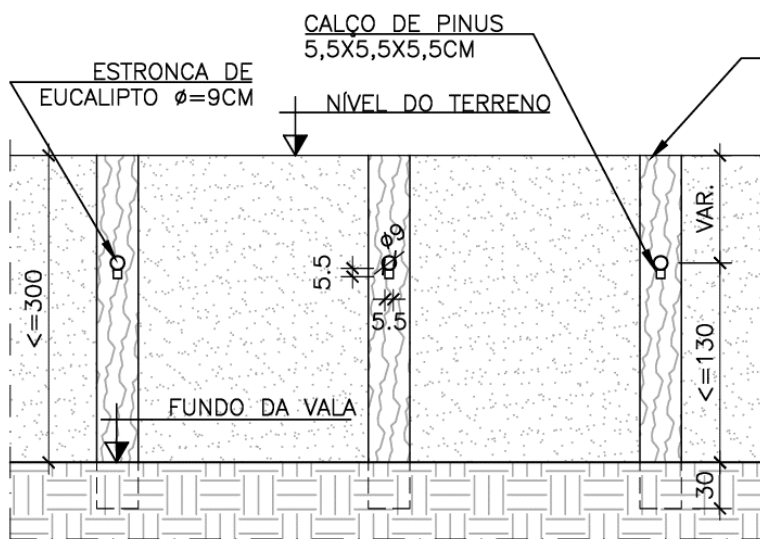
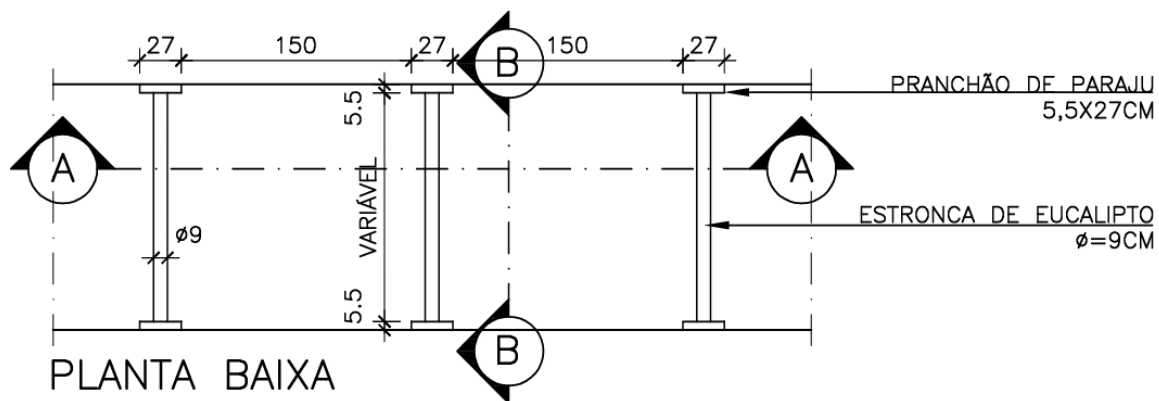
19.21.4.2 Medição

Será adotado para a medição o mesmo critério de levantamento, sendo consideradas as medidas efetivamente executadas.

19.21.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, considerando os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo:

- Escavação para fixação ou cravação da ficha dos pranchões verticais;
- Montagem dos pranchões verticais, longarinas e estroncas, incluindo calços e cunhas;
- Desmontagem do conjunto e remoção dos materiais utilizados do corpo da obra;
- Pequenos acertos nas paredes da vala para melhor acomodação das peças;
- Demais serviços e materiais atinentes.



**PERSPECTIVA
SEM ESCALA**

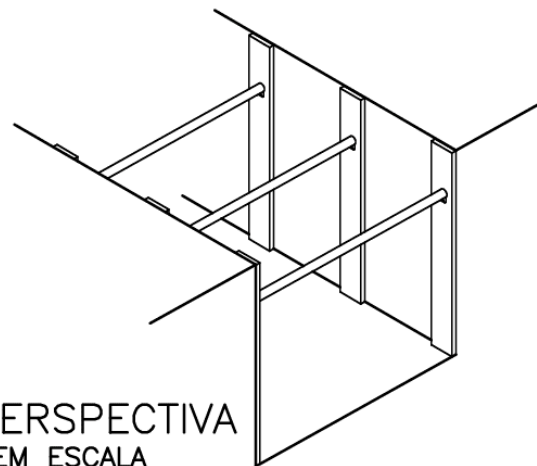


Figura 46 - Escoramento descontínuo de valas - Tipo A. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

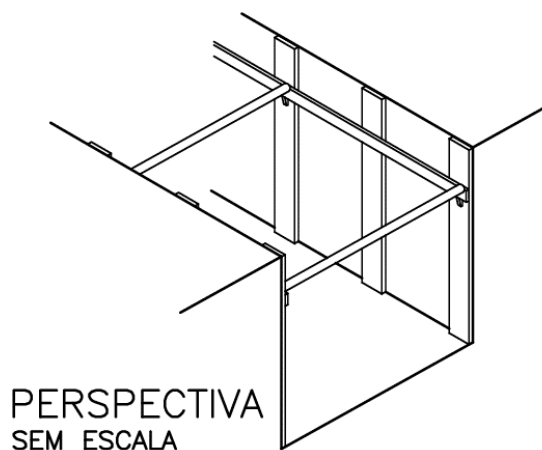
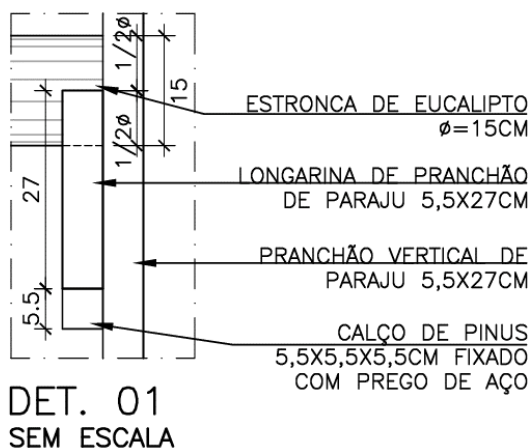
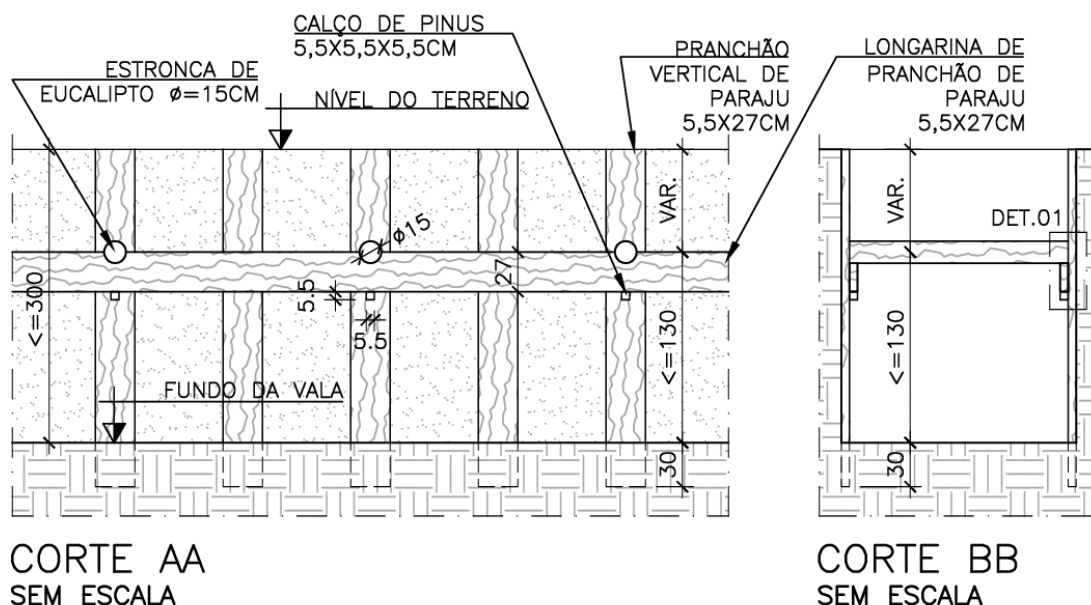
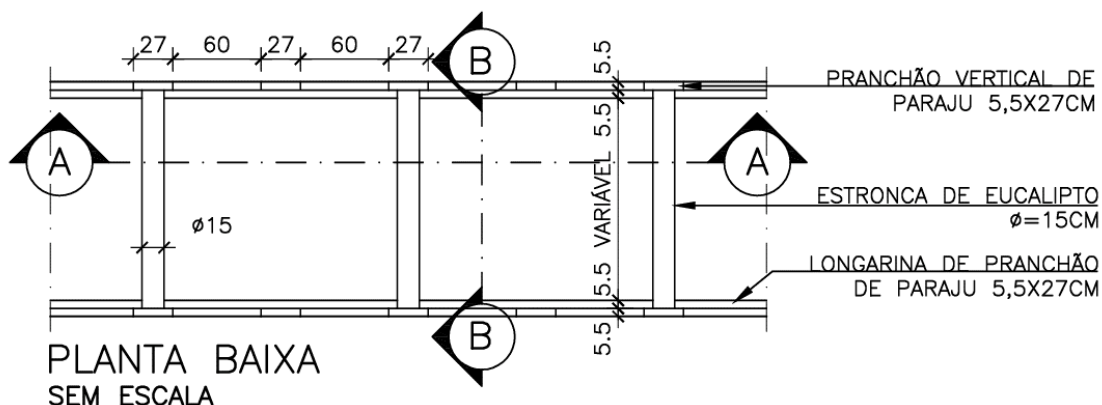


Figura 47 - Escoramento descontínuo de valas - Tipo B. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.

19.22 ESCORAMENTO CONTÍNUO DE VALAS

19.22.1 Objetivo

Estabelecer para o escoramento contínuo, suas formas, dimensões, especificações e recomendações técnicas para seu uso.

19.22.2 Definições

Escoramento é o reforço aplicado às paredes de uma vala, com a finalidade de evitar desbarrancamentos,

proporcionando segurança durante a execução de redes de drenagem. A Figura 48 apresenta o tipo A de Escoramento contínuo de valas.

Escoramento contínuo é aquele que cobre toda a superfície lateral da vala, ou seja, as peças da posição vertical deverão estar justapostas, somente deverá ser usado em solos instáveis.

Ficha é a parte da peça vertical que fica abaixo do greide do fundo da vala.

19.22.3 Condições específicas

O escoramento contínuo deverá ser usado nos casos em que o terreno não apresentar estabilidade suficiente, tais como argila mole, solos arenosos e/ou na presença de água, ou quando a profundidade de escavação for superior a 3 m.

É obrigatório o escoramento para valas de profundidade superiores a 1,25 m, conforme Portaria nº 18, do Ministério do trabalho, item 18.6.5.

19.22.3.1 Escoramento contínuo tipo Pranchas Verticais

O uso de escoramento contínuo tipo pranchas verticais se limita a uma profundidade máxima de 4 m e uma largura máxima de 3 m.

19.22.3.2 Remoção do escoramento

O escoramento não deverá ser removido antes do reaterro atingir 0,6 m acima da tubulação ou 1,25 m abaixo da superfície natural do terreno, desde que seja de boa qualidade. Caso contrário o escoramento somente deverá ser retirado quando a vala estiver totalmente reaterrada.

No escoramento com materiais metálicos-madeira, o contraventamento das longarinas deverá ser retirado quando o aterro atingir o nível dos quadros e as estacas metálicas deverão ser retiradas quando a vala estiver totalmente reaterrada.

19.22.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.22.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Os escoramentos contínuos de valas serão levantados pela sua área, em metros quadrados (m²), de acordo com o projeto tipo padronizado, independentemente da largura da vala escorada e de outras variáveis previstas.

Serão considerados os dois lados da vala e as alturas de escavação compreendidas entre o topo e o fundo da escavação propriamente dita.

Não serão considerados os comprimentos de pranchões dispostos abaixo do greide de escavação (ficha).

19.22.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento, sendo consideradas as medidas efetivamente executadas.

19.22.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução envolvendo:

- Escavação para fixação ou cravação da ficha dos pranchões verticais;
- Montagem dos pranchões verticais, longarinas e estroncas, incluindo calços e cunhas;
- Desmontagem do conjunto e remoção dos materiais utilizados do corpo da obra;
- Pequenos acertos nas paredes de vala para melhor acomodação das peças;
- Demais serviços e materiais atinentes.

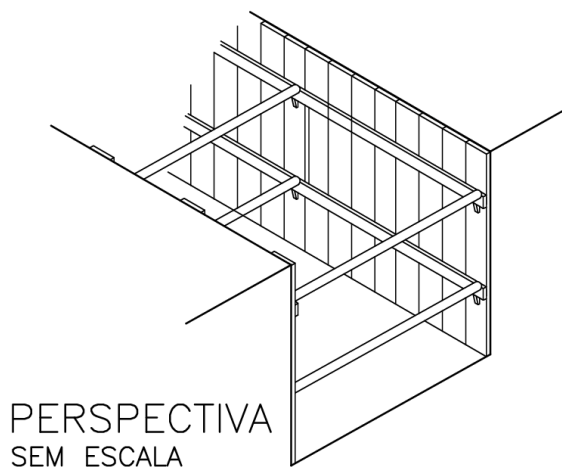
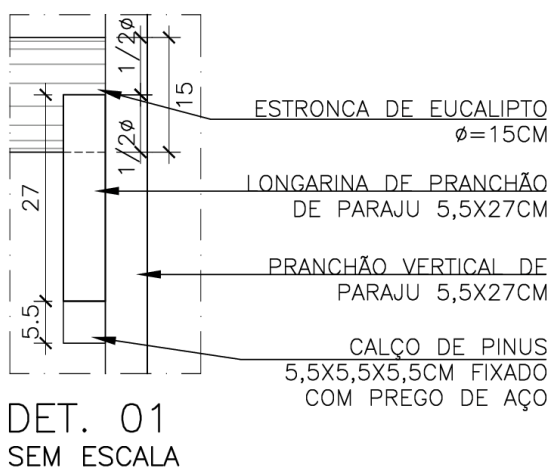
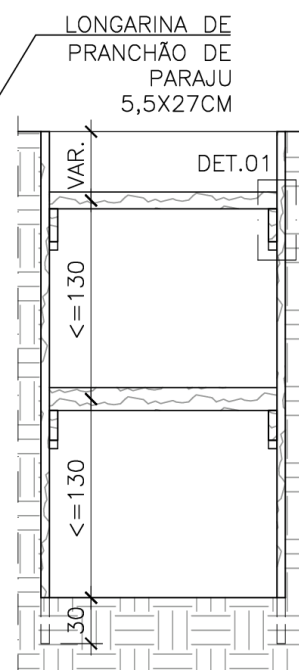
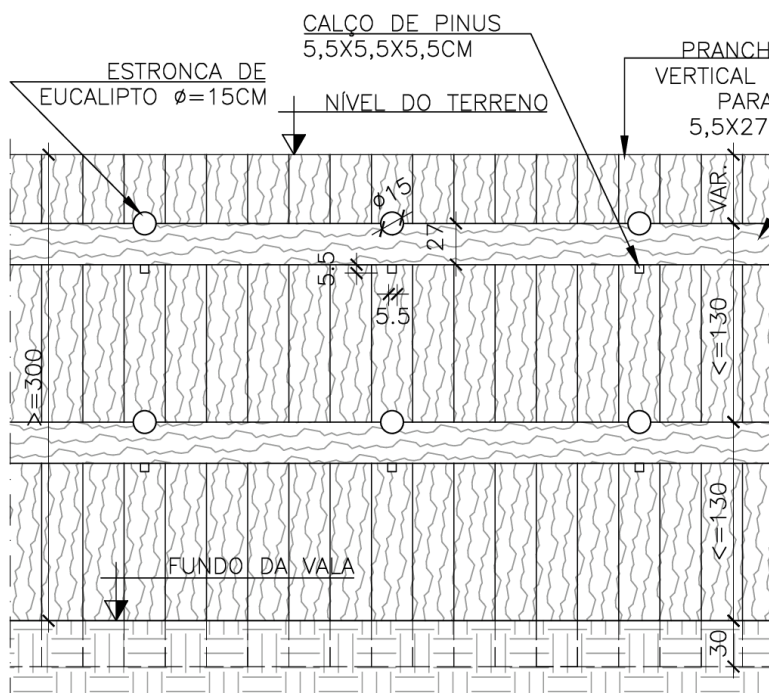
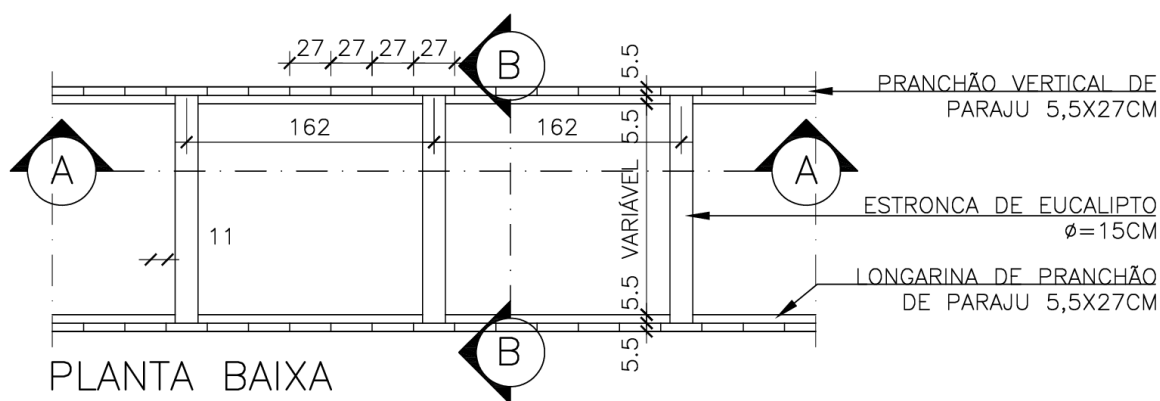


Figura 48 - Escoramento contínuo de valas - Tipo A. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/09/2019.



19.23 ESCORAMENTO BLINDADO

19.23.1 Objetivo

Estabelecer as recomendações técnicas para uso dos escoramentos blindados.

19.23.2 Definições

Escoramento tipo blindado é o conjunto metálico composto por chapas e escoras de aço, interligados na forma de um módulo, utilizado no escoramento de valas. A Figura 49 apresenta um Escoramento blindado.

19.23.3 Condições específicas

O dimensionamento desse sistema de escoramento depende do tipo de solo e das dimensões da vala. As características e o tipo do blindado devem ser definidos e especificados em projeto.

Após a abertura da vala, deve-se executar o escoramento da vala para evitar desmoronamentos. É obrigatório o escoramento para valas de profundidade superiores a 1,25 m, conforme Portaria nº 18, do Ministério do trabalho.

O serviço de escoramento é realizado com a ajuda da retroescavadeira que posiciona o módulo metálico no interior da vala, assim que a escavação disponibiliza frente de serviço.

Após o posicionamento os serviços de preparo do fundo, assentamento da tubulação e reaterro deverão ser executados.

A movimentação do blindado após o assentamento da tubulação deve ser realizada de maneira a não prejudicar os tubos.

Durante o reaterro é feita a retirada dos módulos metálicos.

19.23.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

19.23.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Os escoramentos blindados de valas serão levantados pela sua área, em metros quadrados (m²), de acordo com o projeto, independentemente da largura da vala escorada e de outras variáveis previstas.

Serão considerados os dois lados da vala e as alturas de escavação compreendidas entre o topo e o fundo da escavação a ser contida com escoramento de blindagem metálica.

19.23.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento sendo consideradas as medidas efetivamente executadas.

19.23.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução.

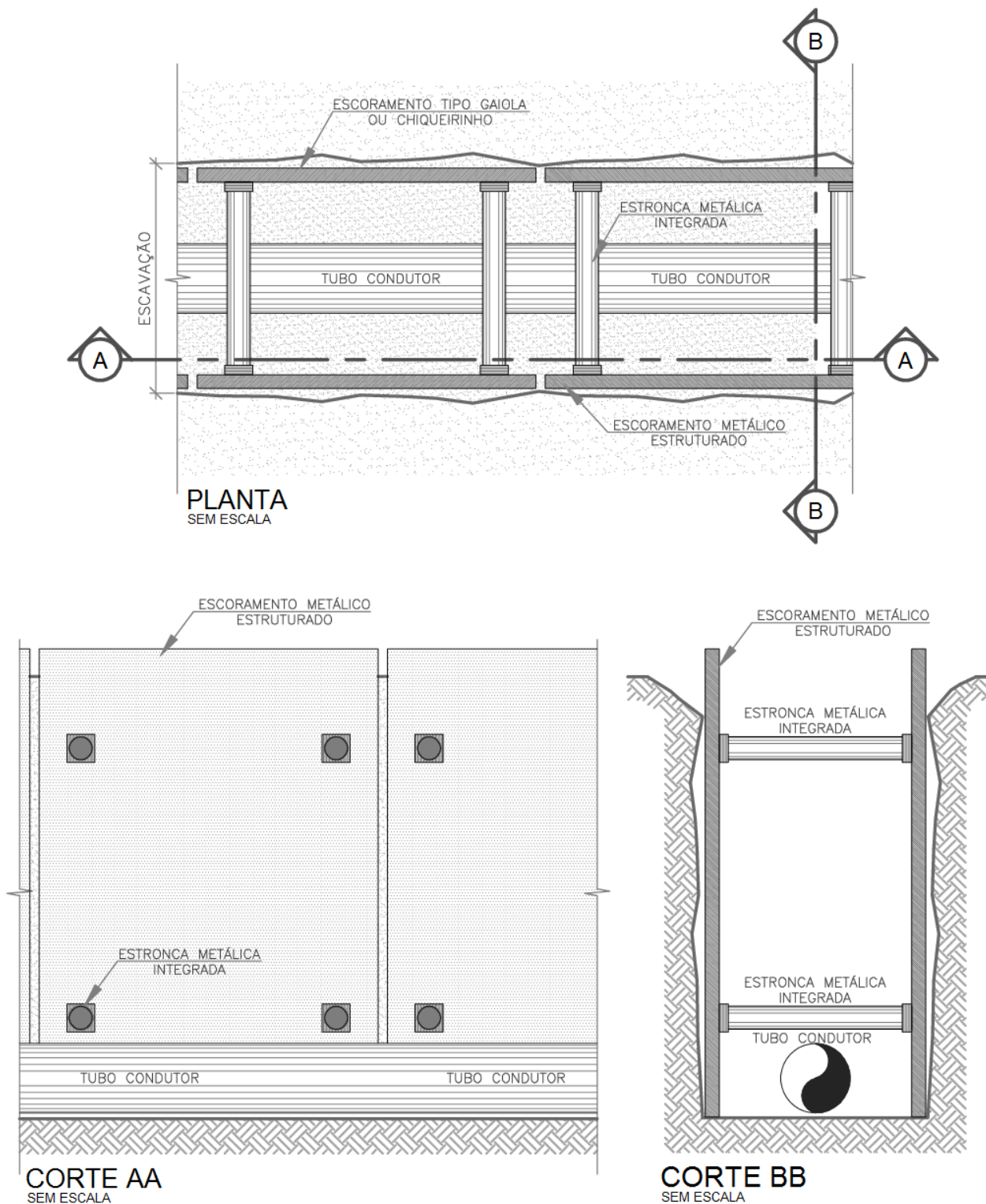


Figura 49 - Escoramento blindado. Fonte: Adaptado de CASAN (2016).

19.24 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TUBOS DE CONCRETO. Tubos de concreto para águas pluviais e esgoto sanitário. São Paulo, 2003. 10 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Norma DNIT 015/2006 - ES: drenagem: drenos subterrâneos: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006. 10 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Norma DNIT 016/2006 - ES: drenagem: drenos sub-superficiais: especificação de serviço. Rio de Janeiro,



2006. 9 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Norma DNIT 017/2006 - ES: drenagem: drenos sub-horizontais: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006. 7 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Norma DNIT 093/2006 - EM: tubo dreno corrugado de polietileno de alta densidade PEAD para drenagem rodoviária: especificação de material. Rio de Janeiro, 2006. 10 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Norma DNIT 094/2006 - EM: tubo de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para drenagem rodoviária: especificação de material. Rio de Janeiro, 2006. 14 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de drenagem de rodovias. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 333 p.

CASAN. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Regulamentação de Preços e Critérios de Medição - Grupo 5. Revisão 1/2016. Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/regulamentacao-de-precos-e-criterios-de-medicao#0>. Acesso em 08/01/2020.

CRUZ, M.A.S.; TUCCI, C.E.M; SILVEIRA, A.L.L. 1998.Revista Brasileira de recurso Hídricos V.3, nº 4 (1998) Instituto de pesquisas Hidráulicas UFRGS;

DEP- PMPA (2005) Caderno de Encargos de Porto Alegre, Prefeitura Municipal.

DGAU - DIRETORIA DE GESTÃO DE ÁGUAS URBANAS. Instrução Técnica Para Elaboração De Estudos e Projetos de Drenagem. SMOBI - SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E INFRAESTRUTURA. 2022

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE EM SOLOS - Orientações para execução, coordenação - Antônio Manoel dos Santos de Oliveira e Diogo Corrêa Filho – associação Brasileira de Geologia de engenharia, São Paulo, 1996 - Boletim nº 04 (3ª Edição revisada).

GENZ, fernando; TUCCI, Carlos E.M. 1995. Controle do impacto da Urbanização. Drenagem Urbana, ABRH. Ed.da Universidade, UFRGS.

IBRAOP. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. PROC-IBR-ROD 039/2015. Verificar se o projeto traz as indicações das seções transversais e inclinações dos drenos. Florianópolis, 2015. 2p

IBRAOP. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. PROC-IBR-ROD 040/2015. Verificar se o projeto traz as indicações das larguras dos berços, tipos de tubos e inclinações dos bueiros. Florianópolis, 2015. 2p

IBRAOP. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. PROC-IBR-ROD 041/2015. Verificar se o recobrimento de aterro previsto para bueiros tubulares atende às exigências de Norma. Florianópolis, 2015. 2p

IBRAOP. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. PROC-IBR-ROD 042/2015. Verificar se o projeto assegura as condições para que os bueiros sejam construídos sobre lastro firme. Florianópolis, 2015. 2p

MINAS GERAIS. Departamento de Estradas de Rodagem. RT-01.47.a: caderno de drenagem: projetos padrão. 2. ed. Belo Horizonte, 2007.

NBR 17015:2022 - Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis

PARANÁ. Departamento de Estradas de Rodagem. DER/PR ES-D 05/05: drenagem: bocas e caixas para bueiros tubulares. Curitiba, 2005. 9 p.

PARANÁ. Departamento de Estradas de Rodagem. DER/PR ES-D 06/05: drenagem: drenos longitudinais profundos. Curitiba, 2005. 12 p.

PARANÁ. Departamento de Estradas de Rodagem. DER/PR ES-D 07/05: drenagem: drenos sub-superficiais. Curitiba, 2005. 9 p.

PARANÁ. Departamento de Estradas de Rodagem. DER/PR ES-D 10/05: drenagem bueiros celulares de concreto. Curitiba, 2005. 9 p.

PINTO, Luiza Helena; PINHEIRO, Sérgio Avelino. Orientações básicas para drenagem urbana. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2006. 30p.