



CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - AV.
JOAQUIM VICENTE GUEDES, BAIRRO
GRAMINHA, JUIZ DE FORA/MG

Fevereiro de 2026



Sumário

1 APRESENTAÇÃO	3
2 OBJETIVO	4
3 ESCOPO DOS SERVIÇOS	4
3.1 Drenagem Superficial	5
3.1.1 Canaleta Meia Cana	5
3.1.2 Grelha de Concreto Adaptada para Canaleta Meia Cana	9
3.1.2.1 Normas Técnicas e Regulamentações (SINAP)	9
3.1.3 Dissipador de Energia	11
3.2 Drenagem Urbana	16
3.2.1 Tubo de PEAD para drenagem com diâmetro de 500 a 1.500 mm	16
3.2.2 Poço de visita	23
4 FATOR DE CARGA E CONVERSÃO PARA TRANSPORTE.....	25
4.1 Parâmetros de Transporte	25
4.1.1 Quantidade de Tubos Transportados	25
4.2 Conversão para Transporte	26
4.2.2 Cálculo de conversão para transporte	26



1 APRESENTAÇÃO

A CAVA ENGENHARIA Ltda tem a satisfação de apresentar Caderno de Especificações Técnicas Av. Joaquim Vicente Guedes, Bairro Graminha – Juiz de Fora – Minas Gerais, complementando os projetos de contenção do local desenvolvidos para o local.

Juiz de Fora, Fevereiro de 2026.

Eng^a Ester da Matta Faria

Engenheira Civil, Esp. em Engenharia Viária; Esp. em Drenagem Urbana e
Viária – CREA 165.989/D

2 OBJETIVO

O presente Caderno de Especificações Técnicas (CET) estabelece as diretrizes mínimas obrigatórias para a correta Metodologia de Execução, o emprego do Maquinário e a organização logística da obra de Drenagem Superficial. Este documento é parte integrante e complementar ao Projeto Executivo e à planilha orçamentária.

Seu objetivo é garantir a qualidade técnica dos serviços, a durabilidade das estruturas e a conformidade com as normas brasileiras vigentes (como as da ABNT e DNIT), além de otimizar o uso de recursos e assegurar a segurança de todos os envolvidos na implantação de galerias, canaletas, caixas coletoras e dispositivos de dissipação de energia. As especificações aqui contidas deverão ser rigorosamente seguidas pela CONTRATADA, servindo como referência para a Fiscalização e o controle tecnológico da obra.

3 ESCOPO DOS SERVIÇOS

O escopo das obras de Drenagem Urbana abrange a totalidade dos serviços necessários para o correto manejo e escoamento das águas pluviais, essenciais para a infraestrutura da cidade.

As especificações detalhadas nos próximos capítulos abordarão a metodologia de execução, controle de qualidade e requisitos de material para cada item, priorizando a segurança e a minimização de impactos no ambiente urbano. Os principais componentes da obra incluem:

- **Infraestrutura Subterrânea:** Fornecimento e assentamento de Tubos PEAD, que exigem especial atenção ao tráfego e aos serviços de utilidade pública existentes (água, esgoto, energia) durante a escavação.
- **Captação e Coleta:** Construção e instalação de diversos dispositivos de captação superficial, como Caixas Coletoras de Sarjeta (CCS), Bocas de Lobo (BSTC) e fornecimento de Grelhas de Ferro Fundido, elementos cruciais para a funcionalidade do sistema em vias urbanas.
- **Controle e Proteção de Vias:** Execução de estruturas de acabamento e proteção, como Meio Fio de Concreto (MFC), Canaletas Meia Cana de Concreto e seus lastros.



3.1 Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial em áreas urbanas tem como principal objetivo gerenciar o escoamento das águas da chuva. Ele é projetado para captar a água que precipita sobre ruas, calçadas, telhados e outros terrenos impermeabilizados, conduzindo-a de forma segura. Sua função é essencial para prevenir alagamentos, garantir a mobilidade e segurança de veículos e pedestres, e proteger o patrimônio público e privado.

A seguir, são descritos os procedimentos de execução para os componentes que integram esse sistema:

- **Canais:** Estruturas destinadas a captar e conduzir os fluxos de água recorrentes.
- **Caixas coletoras:** Estruturas localizadas nas extremidades dos bueiros, com o propósito de recolher e encaminhar o escoamento.
- **Meios-fios:** Elementos que atuam como barreiras físicas na borda da estrada. Uma de suas principais funções é proteger a margem do pavimento contra processos erosivos, direcionando a água da chuva que, devido à inclinação da pista, escoaria diretamente sobre os taludes de aterro.
- **Sarjetas:** Valas ou canais de escoamento que correm no sentido longitudinal, posicionados ao lado das faixas de tráfego e outras plataformas.
- **Dissipadores de energia:** consistem em dispositivos que visam promover a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saídas ou mesmo ao longo da própria canalização, de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes;

3.1.1 Canaleta Meia Cana

O serviço compreende o fornecimento e a instalação de canaletas pré-moldadas de concreto do tipo meia cana, assentadas sobre base de areia previamente preparada. Estas canaletas são utilizadas para o direcionamento de águas pluviais e drenagem superficial, sendo posicionadas manualmente com posterior rejuntamento entre peças.

3.1.1.1 Normas Técnicas e Regulamentações

Não há normativas específicas diretamente vinculadas a este serviço no contexto do DNIT, porém sua execução deve seguir as boas práticas da engenharia civil, normas da ABNT aplicáveis a elementos pré-moldados, argamassas e segurança do trabalho.

3.1.2.2 Métodos Executivos

A execução é composta pelas seguintes etapas:

- Assentamento: Sobre berço de concreto armado contínuo de concreto $f_{ck} \geq 20$ mpa, moldado in loco.
- Posicionamento das canaletas: Colocação manual das peças, respeitando alinhamento e caimento conforme projeto;
- Preparo da argamassa: Mistura de cimento e areia em betoneira, geralmente com traço 1:3;
- Rejuntamento das peças: Aplicação da argamassa nas conexões ponta-bolsa das canaletas para vedação e estabilidade.

3.1.1.3 Produtividade Horária e Equipamento

A produtividade adotada como referência para este serviço é de 1,00 metro linear por hora, sendo baseada em métodos empíricos validados tecnicamente.

3.1.1.4 Mão de Obra

Composição da Equipe:

- 1 pedreiro: Responsável pelo assentamento e rejuntamento das canaletas;
- 1 servente: Responsável pela preparação do leito com concreto armado.

Canaleta (DN)	Pedreiro (h/m)	Servente (h/m)
0,40 m	0,22000	0,88000
0,60 m	0,33000	1,32000

Tabela 1: Mão de Obra Canaleta Meio Cana

3.1.1.5 Insumos e Atividades Auxiliares

a) Canaletas de Concreto

Cada metro linear de canaleta instalada equivale ao uso de uma unidade padrão da peça pré-moldada.



b) Concreto para Lastro

Utilizada para formação do leito de assentamento das canaletas. O consumo é determinado a partir da geometria da base, conforme a fórmula:

$$Q = H \times L \times C$$

Onde:

Q = volume de concreto (m³/m);

H = espessura da camada de concreto;

L = largura do lastro;

C = comprimento da canaleta por metro linear (geralmente 1 m).

A largura do lastro é calculada por:

$$L = DN + (4 \times e) + (2 \times Ce)$$

Onde:

DN = diâmetro nominal da canaleta;

e = espessura da parede da canaleta;

Ce = folga do encaixe.

Diâmetro (m)	Largura do lastro (m)	Espessura do lastro (m)	Consumo (m ³ /m)
0,40	0,66	0,10	0,06600
0,60	0,86	0,10	0,08600

Tabela 2: Concreto para Lastro

c) Argamassa para Rejuntamento

A argamassa utilizada é composta por cimento e areia no traço 1:3, sendo preparada em betoneira e aplicada manualmente nos encaixes ponta-bolsa das canaletas. O consumo é calculado por fórmula geométrica, considerando o volume de preenchimento entre as peças.

DN (m)	Comprimento Encaixe (m)	Consumo Estimado (m ³ /m)
0,40	0,065	0,00071
0,60	0,0975	0,001065

Tabela 3: Consumo estimado de argamassa por metro linear

3.1.1.6 Transporte dos Materiais

Os materiais utilizados são transportados conforme os seguintes padrões de referência:

a) Códigos SICRO Relacionados ao Transporte:

Material	Código SICRO	Tipo de Transporte
Areia média lavada	5914647	Carga e descarga em caminhão basculante (10 m ³)
Canaletas de concreto	5914655	Carga/descarga manual em caminhão carroceria (15 t)
Transporte (pavimentado)	5914389	Caminhão basculante em rodovia pavimentada
Transporte (revestimento primário)	5914374	Caminhão basculante em estrada com revestimento primário

Tabela 4: Código Sicro para Tipo de Transporte

b) Fatores de Conversão para Transporte:

Material	Código SICRO	Conversão Transporte
Areia média lavada	M0082	1,50000 t/m ³
Canaleta meia cana D = 0,40 m	4816145	0,07587 t/m
Canaleta meia cana D = 0,60 m	4816147	0,10838 t/m

Tabela 5: Fatores de Conversão para Transporte

3.1.1.7 Critérios de Medição

A medição dos serviços será realizada em metros lineares, levando em conta o comprimento efetivamente executado das canaletas instaladas, conforme projeto.



3.1.2 Grelha de Concreto Adaptada para Canaleta Meia Cana

Dispositivo pré-moldado em concreto armado destinado à captação de águas pluviais em canaletas tipo meia cana, permitindo o escoamento superficial e a proteção da rede de drenagem.

3.1.2.1 Normas Técnicas e Regulamentações (SINAP)

- A execução, fornecimento e controle das grelhas devem atender às especificações da SUDECAP/PBH – Caderno de Encargos, item 19.9 – Quadros, Grelhas e Cantoneiras, e às normas da ABNT:
- NBR 7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado;
- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto;
- NBR 5738 / 5739 – Moldagem e ensaio de corpos de prova de concreto;
- NBR 10160 – Dispositivos de drenagem pluvial – requisitos e ensaios;
- Ação do Trem Tipo Brasileiro Rodoviário TB-36 (ABNT) – para verificação de resistência mecânica;
- Especificações e tolerâncias dimensionais SUDECAP (Tabelas 11 a 14).

3.1.2.2 Métodos Executivos

1. Fabricação:

- As grelhas deverão ser pré-moldadas em concreto armado com FCK $\geq$ 50 MPa e armadura de aço CA-50, com recobrimento mínimo de 1 cm.
- A cura deverá garantir um concreto homogêneo, compacto e de bom acabamento, sendo vedada qualquer pintura ou retoque.
- O processo de fabricação deverá assegurar que todas as peças estejam isentas de fissuras, lascas, deformações ou falhas de concretagem.
- Marcação obrigatória (em baixo relevo e legível):
- Nome do fabricante;
- Indicação “P/CIMA”;
- FCK do concreto (“FCK 50 MPa”);
- Carga de Ruptura (“13 T” ou “18 T”, conforme modelo).



2. Instalação:

- A grelha deverá ser posicionada sobre a canaleta meia cana conforme o projeto executivo, garantindo o nivelamento e o alinhamento com o pavimento;
- A fixação deve permitir fácil remoção para limpeza e inspeção;
- Recomenda-se assentamento com argamassa de cimento e areia traço 1:3.

3.1.2.3 Produtividade Horária e Equipamento

Atividade	Produtividade média	Equipamentos necessários
Posicionamento e assentamento de grelha	6 a 10 unid./h (2 operários)	Pá, desempenadeira, nível de bolha, talhadeira e marreta
Transporte interno (curto percurso)	15 a 20 unid./h	Carrinho de mão ou minicarregadeira
Ajustes e acabamento final	8 a 12 unid./h	Espátula metálica, trena, régua de alumínio

3.1.2.4 Mão de Obra

1. Pedreiro: 1 unid.
 2. Servente: 1 unid.
 3. Encarregado ou mestre de obras: 1 para cada frente de serviço.
 4. Equipe deve possuir treinamento básico em assentamento de peças pré-moldadas e nivelamento de drenagem.
- Insumos e Atividades Auxiliares

3.1.2.5 Insumos e Atividades Auxiliares

Principais insumos:

- Grelha de concreto pré-moldada ($FCK \geq 50$ MPa);
- Argamassa de assentamento (cimento CP II + areia média lavada);
- Água limpa para preparo de argamassa;
- Materiais auxiliares de limpeza e nivelamento.

Atividades auxiliares:

- Preparação do local e regularização do berço de apoio;
- Limpeza da canaleta e retirada de detritos;
- Reaterro e recomposição de pavimento, quando aplicável.

3.1.2.6 Transporte dos Materiais

- O transporte das grelhas deve ser realizado com veículos apropriados e plataformas planas, evitando impactos e tombamentos.
- As peças devem ser apoiadas sobre calços de madeira, nunca diretamente sobre o solo.
- No içamento ou movimentação manual, utilizar cintas ou alças metálicas evitando o uso de ganchos que causem lascamentos.
- O transporte interno deve ocorrer com carrinhos ou minicarregadeiras, sempre com cuidado para não comprometer a integridade da peça.

3.1.2.7 Critério de Medição

- A medição será efetuada por unidade (unid.) de grelha de concreto adaptada instalada, em perfeito funcionamento e conforme as dimensões de projeto.
- O pagamento incluirá todos os custos de fornecimento, transporte, mão de obra, equipamentos e assentamento.
- Peças danificadas ou fora de especificação não serão medidas nem remuneradas.

3.1.3 Dissipador de Energia

O serviço abrange a fabricação de três tipos principais de Dissipadores de Energia, projetados para diferentes pontos de controle de fluxo d'água:

- DES (Dissipadores de Energia aplicáveis a Saídas de Sarjetas e Valetas): Utilizados nas saídas de sarjetas e valetas.
- DEB (Dissipadores de Energia aplicáveis a Saídas de Bueiros Tubulares): Utilizados nas saídas de bueiros tubulares.
- DED (Dissipadores de Energia aplicáveis a Descidas D'água): Divididos em dois subtipos:

Tipo A: Para descidas d'água comuns.

Tipo B: Para descidas d'água do tipo rápido e de aterro em degraus.

Para esse serviço foi utilizado o dissipador DED tipo B e DEB.

3.1.3.1 Normas Técnicas e Regulamentações

As premissas para as condições de contorno foram estabelecidas com base nos seguintes dispositivos técnicos:

- DNIT ES 022/2023: Norma de Serviço sobre Drenagem - Dissipadores de energia.



- IPR 724/2006: Manual de drenagem de rodovias (2ª edição).
- IPR 736/2018: Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem (5ª edição).

3.1.3.2 Métodos Executivos

A metodologia de cálculo dos custos do serviço baseia-se em uma modelagem referencial que detalha as etapas de execução para os dois principais tipos de dissipadores de energia: Dissipador de Energia com Pedras Fixadas em Concreto e Dissipador de Energia com Blocos de Concreto.

I. Dissipador de Energia com Pedras fixadas:

A execução deste modelo segue as seguintes fases:

1. Preparação:

- Escavação manual do solo de primeira categoria (até 1 metro de profundidade).
- Apiloamento manual da base escavada.

2. Estrutura (Paredes e Laje):

- Confecção e instalação de fôrmas de tábuas de pinho para moldar as paredes.
- Preparo do concreto em betoneira.
- Lançamento do concreto (com gerica) para formar a laje e as paredes.
- Desforma: Retirada das fôrmas após a cura da laje e paredes.

3. Camada de Fixação:

- Novo preparo de concreto em betoneira.
- Lançamento da camada de concreto (com gerica) para fixar as pedras de mão.
- Posicionamento manual das pedras de mão na camada de concreto fresco.

II. Dissipador de Energia com Blocos de Concreto

A fabricação deste modelo envolve as seguintes etapas:

1. Preparação:

- Escavação manual do solo de primeira categoria (até 1 metro de profundidade).
- Apiloamento manual da base.

2. Formas e Armação:



- Confecção e instalação das fôrmas de tábuas de pinho para moldar as paredes, blocos dissipadores, mísulas e soleiras.
- Fornecimento, preparo e colocação da armação de aço nas fôrmas.

3. Concretagem e Acabamento:

- Preparo do concreto em betoneira.
- Lançamento do concreto (com gericá) nas fôrmas para formar a laje, soleira, mísulas, paredes e blocos.
- Adensamento do concreto utilizando vibrador de imersão.
- Desforma: Remoção das fôrmas de tábuas de pinho após a consolidação completa do dispositivo.

3.1.3.3 Produtividade Horária e Equipamento

A determinação da produção horária para os serviços de Dissipadores de Energia dos tipos DEB, DED-A e DES está diretamente ligada à produtividade da mão de obra.

A produtividade foi estabelecida por meio de um método empírico baseado em referencial técnico especializado, resultando no valor de:

Produtividade=1,00 unidade por hora (un/h)

Exceção: Essa taxa de produtividade não se aplica ao dissipador de energia tipo DED-B, cujos custos são calculados com base em uma modelagem unitária (por peça).

3.1.3.4 Mão de Obra

Para a execução dos dissipadores de energia dos tipos DEB, DED-A e DES, o profissional empregado é:

- Servente: Responsável pela colocação e organização das pedras de mão ou rachão.

A tabela a seguir apresenta os consumos referenciais dos dispositivos adotados:

Dispositivo	Servente (h)
DEB 180-263	0,94680
DEB 240-316	1,51680
DEB 300-366	2,19600
DEB 360-414	2,98080



Dispositivo	Servente (h)
DEB 450-551	4,95900
DEB 300-511	3,06600
DEB 360-584	4,20480
DEB 450-746	6,71400
DEB 300-666	3,99600
DEB 360-754	5,42880
DEB 450-956	8,60400
DED 01 A	0,48000
DED 02 A	0,24000
DED 03 A	0,48000
DED 04 A	0,72600
DED 05 A	1,05000
DED 06 A	1,53000
DED 07 A	2,04000
DED 08 A	2,73600
DED 09 A	3,02400
DED 10 A	3,88500
DED 11 A	5,02425
DED 12 A	4,51200
DED 13 A	5,72760
DES 160-480	2,04800
DES 150-450	1,80000
DES 125-375	1,25000
DES 120-360	1,15200
DES 108-324	0,93312
DES 100-300	0,80000
DES 90-270	0,64800
DES 88-264	0,61952
DES 80-240	0,51200
DES 73-219	0,42632
DES 60-180	0,28800

Tabela 6: Consumos referenciais dos dispositivos adotados

É fundamental observar que, para a execução dos dissipadores de energia do tipo DED-B, não está prevista a alocação de mão de obra nas composições de custos.

3.1.3.5 Insumos e Atividade Auxiliares

a) Escavação Manual em Material de 1ª Categoria

Esta atividade envolve a escavação manual do solo classificado como material de primeira categoria, limitando-se à profundidade de até 1 metro.

- Referencial de Consumo: Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - 5ª Edição (Publicação IPR nº 736).



b) Apiloamento Manual de Superfície (15 cm)

Consiste na compactação manual do solo utilizando um soquete, aplicada em uma camada de 15 cm de espessura.

- Referencial de Consumo: Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - 5ª Edição (Publicação IPR nº 736).

c) Fôrmas de Tábuas de Pinho para Drenagem

Refere-se à confecção e instalação de fôrmas de tábuas de pinho para moldar as estruturas de concreto, incluindo os dentes dos dissipadores DED e as paredes de todos os tipos de dissipadores. A atividade inclui a remoção das fôrmas após a cura.

- Referencial de Consumo: Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - 5ª Edição (Publicação IPR nº 736).

d) Concreto fck = 20 MPa - Preparo e Lançamento Manual

Esta etapa compreende o preparo do concreto (fck = 20 MPa) em betoneira e seu lançamento manual para a concretagem de diversas partes dos dissipadores: dentes dos DED, soleiras e paredes de todos os tipos de dispositivos de energia.

- Referencial de Consumo: Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - 5ª Edição (Publicação IPR nº 736).

e) Pedra de Mão ou Rachão

Trata-se do insumo utilizado nos dissipadores dos tipos DEB, DED-A e DES. Este material é essencial para a redução da velocidade da água (dissipação de energia).

- Referencial de Consumo: Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - 5ª Edição (Publicação IPR nº 736).

f) Adensamento de Concreto por Vibrador de Imersão

Consiste no adensamento do concreto utilizando um vibrador de imersão, técnica aplicada especificamente nos dissipadores de energia que utilizam blocos de concreto.

- Referencial de Consumo: Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - 5ª Edição (Publicação IPR nº 736).

3.2 Drenagem Urbana

O principal objetivo da drenagem pluvial urbana é garantir o escoamento eficiente das águas da chuva em áreas urbanas.

Ao promover este escoamento, a drenagem pluvial assegura três resultados cruciais:

- Continuidade do Trânsito: Mantém o fluxo normal do tráfego público.
- Proteção Patrimonial: Defende as propriedades particulares dos efeitos destrutivos causados por chuvas intensas.

Os dispositivos utilizados para a drenagem urbana são: Tubo PEAD para drenagem, boca de lobo combinada e poço de visita.

3.2.1 Tubo de PEAD para drenagem com diâmetro de 500 a 1.500 mm

O serviço oferecido é o fornecimento e a instalação de tubos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD). Esses tubos são destinados à drenagem pluvial urbana e estão disponíveis em uma faixa de diâmetros que varia de 500 mm a 1.500 mm.

3.2.1.1 Normas Técnicas e Regulamentações

As premissas para as condições de contorno foram estabelecidas com base no seguinte referencial normativo:

- DNIT ES 030/2004: Norma de Serviço que trata de Drenagem - Dispositivos de drenagem pluvial urbana.

3.2.1.2 Métodos Executivos

A modelagem referencial utilizada para calcular os custos do serviço de instalação de tubos PEAD baseia-se nas seguintes etapas sequenciais de execução:

1. Preparo e Verificação da Vala:

- A escavação deve seguir rigorosamente as dimensões e a declividade indicadas em projeto.
- O fundo da vala deve ser inspecionado para garantir que está uniforme, regularizado, limpo e isento de pedras ou materiais pontiagudos que possam danificar a tubulação.

- Conforme as características do solo, deve-se avaliar e, se necessário, executar o escoramento das paredes para garantir a estabilidade e a segurança da equipe.

2. Preparação do Berço de Assentamento:

- Realiza-se a distribuição manual ou mecânica de uma camada de material granular coesivo (geralmente areia grossa) no fundo da vala.
- Este lastro de areia é nivelado e conformado na declividade correta, criando uma base contínua e uniforme para apoiar o tubo em toda a sua extensão, evitando tensões pontuais. A espessura da camada deve seguir a especificação do projeto.

3. Lançamento e Posicionamento do Tubo:

- Utilizando cintas apropriadas para não danificar o tubo, a equipe de montagem realiza a amarração da seção da tubulação a ser instalada.
- A retroescavadeira, ou equipamento de içamento adequado, ergue o tubo de forma controlada e o posiciona cuidadosamente dentro da vala, sobre o berço de areia já preparado.
- A equipe em solo orienta o operador para garantir o perfeito alinhamento e posicionamento do tubo no eixo da vala.

4. Conexão dos Tubos (Junta Elástica Ponta-Bolsa):

- A equipe executa a limpeza manual da ponta e da bolsa da junta, removendo quaisquer detritos ou impurezas.
- Aplica-se um lubrificante específico, recomendado pelo fabricante, no anel de vedação e na ponta do tubo para facilitar o acoplamento.
- Com o auxílio da retroescavadeira, que empurra o tubo de forma lenta e constante, realiza-se o acoplamento. A equipe verifica se a ponta foi inserida até a marca limite indicada na bolsa, garantindo a estanqueidade da junta.

5. Reaterro Lateral (Envolvimento do Tubo):

- Após o posicionamento e acoplamento, realiza-se o primeiro reaterro com areia ou outro material granular especificado, preenchendo as laterais da tubulação.
- Este material é depositado e compactado manualmente em camadas, até uma altura de aproximadamente 30 cm acima da geratriz superior do tubo. Esta etapa

é crucial para garantir o travamento e o suporte lateral da tubulação, evitando sua deformação.

- Ao final desta etapa, a equipe retira as cintas de içamento da retroescavadeira.

6. Reaterro Final e Compactação:

- O restante da vala é preenchido com o material escavado, desde que isento de pedras grandes, matéria orgânica ou entulhos.
- O reaterro é executado em camadas (tipicamente de 20 a 30 cm), que são compactadas com equipamento adequado (placa vibratória ou compactador de percussão) até atingir o grau de compactação exigido em projeto.
- Finaliza-se o serviço com a recomposição do pavimento ou da superfície original do terreno

3.2.1.3 Produtividade Horária e Equipamento

A atividade é executada exclusivamente pela retroescavadeira. O equipamento não apenas realiza o trabalho, mas também assume a liderança da equipe, sendo o fator determinante para a produção horária do serviço.

As taxas de produtividade foram definidas por um método empírico baseado em referencial técnico especializado, e os valores específicos estão detalhados na tabela de referência.

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
2003985	Tubo PEAD para drenagem - D = 500 mm - fornecimento e instalação	120,00
2003986	Tubo PEAD para drenagem - D = 600 mm - fornecimento e instalação	102,00
2003987	Tubo PEAD para drenagem - D = 750 mm - fornecimento e instalação	88,00
2003988	Tubo PEAD para drenagem - D = 800 mm - fornecimento e instalação	84,00
2003989	Tubo PEAD para drenagem - D = 900 mm - fornecimento e instalação	78,00
2003990	Tubo PEAD para drenagem - D = 1.000 mm - fornecimento e instalação	75,00
2003991	Tubo PEAD para drenagem - D = 1.050 mm - fornecimento e instalação	72,00
2003992	Tubo PEAD para drenagem - D = 1.200 mm - fornecimento e instalação	68,00
2003993	Tubo PEAD para drenagem - D = 1.500 mm - fornecimento e instalação	60,00

Tabela 7: Taxas de Produtividade

Para a realização deste serviço, é utilizada uma única unidade de retroescavadeira. É atribuída a esta máquina uma utilização operativa integral na atividade, significando que o cálculo de custos considera o uso da retroescavadeira em sua capacidade máxima durante a execução do serviço.

3.2.1.4 Mão de Obra

São empregados os seguintes profissionais, atuando de forma acessória à operação da escavadeira:

- 1 Pedreiro: Responsável por realizar a união entre a ponta e a bolsa dos tubos.
- 2 Serventes: Encarregados de auxiliar em diversas tarefas, como:
 - Fazer a amarração das tubulações.
 - Auxiliar no posicionamento dos tubos.
 - Realizar a limpeza e lubrificação das conexões.
 - Remover a amarração após o acoplamento.

3.2.1.5 Insumos e Atividade Auxiliares

- a) Este insumo consiste em um tubo de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), de estrutura corrugada com paredes reforçadas, projetado para a drenagem de grandes volumes de água. Ele é aplicado nos diâmetros de 500 mm a 1500 mm.

Cálculo de Consumo:

O consumo (Q) deste tubo, expresso em metros por metro (m/m), é determinado pela seguinte expressão:

$$Q=Q_t+ (C_c/C_b)$$

Onde:

Q: Consumo total do tubo (m/m).

Q_t: Quantidade de tubo (m/m) (geralmente igual a 1,00, representando a extensão da vala).

C_b: Comprimento do encaixe ponta e bolsa do tubo (m).

C_c: Comprimento comercial dos tubos (m).

Os valores referenciais para os parâmetros e os consumos calculados estão detalhados na Tabela.

Código SICRO	Diâmetro Nominal (mm)	Quantidade de Tubos (Qt) (m/m)	Comprimento do Encaixe (Cb) (m)	Comprimento Comercial do Tubo (Cc) (m)	Consumo de Tubo (Q) (m/m)
M0133	500	1	0,085	6	1,01417
M0134	600	1	0,096	6	1,016
M0135	750	1	0,112	6	1,01867
M0136	800	1	0,118	6	1,01967
M0137	900	1	0,13	6	1,02167
M0139	1.000	1	0,14	6	1,02333
M0141	1.050	1	0,148	6	1,02467
M0142	1.200	1	0,162	6	1,027
M0143	1.500	1	0,203	6	1,03383

Tabela 8: Parâmetros e consumos calculados

b) Pasta Lubrificante para Tubo PEAD

Este é um insumo lubrificante essencial, utilizado para facilitar e garantir a vedação da conexão ponta e bolsa dos tubos de PEAD corrugados.

Cálculo de Consumo (Q)

O consumo de pasta lubrificante (Q), expresso em quilogramas por metro (kg/m), é determinado pela seguinte fórmula:

$$Q = Ct/R$$

Onde:

Q: Consumo de pasta lubrificante (kg/m).

R: Rendimento de pasta lubrificante (kg/união) – o consumo de pasta por cada junta realizada.

Ct: Comprimento do tubo (m/união) – o comprimento comercial de cada tubo.

Cálculo do Rendimento (R)

O rendimento da pasta lubrificante (R), expresso em quilogramas por união (kg/união), é calculado da seguinte forma:

$$R = Qp/Qu$$

Onde:

R: Rendimento de pasta lubrificante (kg/união).

Qp: Quantidade de pasta (kg).

Qu: Quantidade de uniões executadas (un).

Os parâmetros referenciais e os consumos finais deste material estão detalhados na Tabela.

Diâmetro Nominal (mm)	Quantidade de Pasta (kg)	Quantidade de Uniões (un)	Rendimento (kg/união)	Comprimento do Tubo (m/união)	Consumo (kg/m)
500	1	6	0,167	6	0,02783
600	1	6	0,167	6	0,02783
750	1	4	0,25	6	0,04167
800	1	4	0,25	6	0,04167
900	1	4	0,25	6	0,04167
1.000	1	2	0,5	6	0,08333
1.050	1	2	0,5	6	0,08333
1.200	1	2	0,5	6	0,08333
1.500	1	2	0,5	6	0,08333

Tabela 9: Parâmetros e os consumos finais

c) Lastro de Areia

Este insumo consiste em areia utilizada para a execução do berço de assentamento dos tubos, sendo seu espalhamento realizado de forma manual.

Cálculo de Consumo (Q)

O consumo de lastro de areia (Q), expresso em metros cúbicos por metro (m³/m) de vala, é determinado pela fórmula volumétrica:

$$Q=L \times e \times C$$

Onde:

Q: Consumo de lastro de areia (m³/m).

L: Largura do tubo (m).

e: Espessura do lastro (m).

C: Comprimento referencial (m/m) (geralmente igual a 1,00, referente a cada metro de tubo instalado).

Os parâmetros referenciais utilizados (L,e,eC), bem como os consumos finais calculados para cada diâmetro de tubo, estão apresentados na Tabela.

Diâmetro Tubo (mm)	Largura do Lastro (L) (m)	Espessura do Lastro (e) (m)	Comprimento (C) (m/m)	Consumo (Q) (m³/m)
500	1,02	0,1	1	0,102
600	1,2	0,1	1	0,12
750	1,43	0,15	1	0,2145
800	1,45	0,15	1	0,2175
900	1,61	0,15	1	0,2415
1.000	1,8	0,15	1	0,27
1.050	1,82	0,15	1	0,273
1.200	2,01	0,15	1	0,3015

1.500	2,4	0,15	1	0,36
-------	-----	------	---	------

Tabela 10: Parâmetros referenciais utilizados (L,e,eC) e consumos finais calculados para cada diâmetro de tubo.

3.2.1.6 Transporte dos Materiais

A Tabela detalha as composições de custos referentes ao momento de transporte associado a cada um dos insumos que fazem parte deste serviço.

Insumo	Código SICRO	Descrição da Composição de Custo
Tubo PEAD Corrugado com Paredes Estruturadas para Drenagem	5914333	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga com caminhão guindauto de 20 t.m
	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada
Pasta Lubrificante para Tubo PEAD	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

Tabela 11: Composições de custos referentes ao momento de transporte associado a cada um dos insumos

A Tabela abaixo exhibe o parâmetro referencial de conversão utilizado para adequar a unidade de medida do insumo à unidade necessária para o cálculo do transporte.

Código SICRO	Descrição	Conversão para Transporte (t/kg)
M1898	Pasta lubrificante para tubo PEAD	1

Tabela 12: Parâmetro referencial de conversão

A Tabela apresenta o parâmetro referencial de conversão para a unidade de transporte, mas aplicado especificamente para o cálculo do tempo fixo (custos com equipamentos parados ou mobilizados). Esta conversão é aplicada exclusivamente aos insumos em que o custo de transporte é limitado pelo esgotamento da capacidade volumétrica do equipamento, e não pelo seu limite de peso.

Código SICRO	Descrição	Conversão para Transporte (t/m)
M0133	Tubo PEAD corrugado - D = 500 mm	0,01267
M0134	Tubo PEAD corrugado - D = 600 mm	0,01633
M0135	Tubo PEAD corrugado - D = 750 mm	0,024
M0136	Tubo PEAD corrugado - D = 800 mm	0,02531
M0137	Tubo PEAD corrugado - D = 900 mm	0,02933
M0139	Tubo PEAD corrugado - D = 1.000 mm	0,03531
M0141	Tubo PEAD corrugado - D = 1.050 mm	0,03617
M0142	Tubo PEAD corrugado - D = 1.200 mm	0,05083
M0143	Tubo PEAD corrugado - D = 1.500 mm	0,0675

Tabela 13: Parâmetro referencial de conversão para a unidade de transporte

Os parâmetros utilizados para calcular a conversão para a unidade de momento de transporte estão detalhados na seção 4.2.2, intitulada Cálculo da conversão para transporte.

3.2.1.7 Critérios de Medição

A medição para o serviço de instalação dos tubos de PEAD para drenagem (com diâmetros variando entre 400 mm e 1.500 mm) será realizada em metros (m). O pagamento será feito com base no comprimento linear total efetivamente instalado no projeto.

3.2.2 Poço de visita

O serviço consiste na construção de poços de visita, elementos intermediários da rede de drenagem pluvial urbana que permitem inspeção, manutenção e modificações no alinhamento, dimensões, declividade ou quedas da tubulação.

3.2.2.1 Normas Técnicas e Regulamentações

A execução e especificações técnicas seguem os seguintes dispositivos:

- DNIT ES 030/2004 – Drenagem: Dispositivos de drenagem pluvial urbana;
- IPR 736/2018 – Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem (5ª edição).

3.2.2.2 Métodos Executivos

A execução do poço de visita envolve as seguintes etapas construtivas:

- a) Confeção do concreto em betoneira, com controle de dosagem e resistência especificada;
- b) Lançamento do concreto com gerica, para execução do lastro de base;
- c) Montagem e instalação de fôrmas de madeira (tábuas de pinho), para moldagem das paredes e da laje do poço;
- d) Fornecimento, preparo e colocação da armação em aço, conforme projeto estrutural;
- e) Lançamento do concreto nas paredes, base e laje de cobertura, utilizando gerica;
- f) Desforma das paredes e laje, após o tempo adequado de cura e consolidação do concreto.

3.2.2.3 Produtividade Horária e Equipamento

Não se aplica produtividade horária específica, pois o serviço é modelado de forma unitária, considerando a execução completa do poço..

3.2.2.4 Mão de Obra

Não há composição direta de mão de obra individualizada, uma vez que o custo é unitário por poço executado.

3.2.2.5 Insumos e Atividade Auxiliares

O serviço emprega os seguintes materiais e atividades auxiliares:

- Armação em aço CA-60: fornecimento, preparo e colocação nas fôrmas de paredes e laje de cobertura, conforme o projeto padrão DNIT/IPR.
- Concreto $f_{ck} = 20$ MPa: confeccionado em betoneira e lançado manualmente, com resistência característica à compressão de 20 MPa.
- Fôrmas de tábuas de pinho: montagem, instalação e posterior retirada após a cura do concreto.

Os consumos seguem as diretrizes do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem – 5ª Edição (IPR nº 736).

3.2.2.6 Transporte dos Materiais

Não se aplica transporte específico a este serviço, visto que os materiais empregados (aço, madeira e concreto) são normalmente preparados e utilizados no próprio canteiro de obras. O deslocamento é restrito ao transporte interno dos insumos, não caracterizando operações de transporte rodoviário.

3.2.2.7 Critérios de Medição

A medição é realizada em unidades (un), correspondendo ao número de poços de visita efetivamente executados e aceitos pela fiscalização.

4 FATOR DE CARGA E CONVERSÃO PARA TRANSPORTE

4.1 Parâmetros de Transporte

4.1.1 Quantidade de Tubos Transportados

- Dimensionamento dos Tubos na Carroceria: O número de tubos a ser transportado é determinado com base na geometria da carroceria e na capacidade de carga útil do veículo, sempre respeitando as normas legais sobre altura máxima de carga e o Peso Bruto Total (PBT).
- O cálculo do número de tubos segue três dimensões: Largura e Comprimento: O número de tubos é encontrado pela relação entre a respectiva dimensão da carroceria e o diâmetro externo do tubo. Deve-se adicionar uma folga entre as peças, especialmente para dispositivos feitos em concreto. Altura: O número de tubos é determinado pela razão entre o diâmetro externo da peça e a altura de carga permitida pelas especificações técnicas do veículo.

4.1.2 Massa transportada

A carga máxima transportada (M) é determinada a partir da quantidade de tubos que pode ser levada, em consonância com as diretrizes técnicas e legais. É calculada pela seguinte expressão:

$$M=Qt\times C\times \gamma$$

Onde:

M: Carga máxima transportada (em toneladas).

Qt: Quantidade de tubos efetivamente transportada (em unidades).

C: Comprimento comercial do tubo (em metros por unidade).

γ : Massa linear do tubo (em toneladas por metro).

4.2 Conversão para Transporte

4.2.1 Fator de Carga

O fator de carga é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Fca = (Cap)/Qt \times C \times \gamma$$

Onde:

Fca representa o fator de carga;

Cap representa a capacidade de carga útil do equipamento transportador, em toneladas;

Qt representa a quantidade efetivamente transportada, em unidades;

C representa o comprimento comercial do tubo, em metros por unidade;

γ representa a massa linear do tubo, em toneladas por metro.

4.2.2 Cálculo de conversão para transporte

O fator de conversão para unidade de momento de transporte é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Fmt = Fca \times \gamma$$

Onde:

Fmt representa o fator de conversão para unidade de momento de transporte, em toneladas;

Fca representa o fator de carga;

γ representa a massa linear do elemento a ser transportado, em toneladas por metro.

A tabela abaixo apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos fatores de conversão para unidade de momento de transporte.

Código SICRO	Descrição	Massa Linear (γ) (t/m)	Quantidade Transportada (Qt) (un)	Carga Máxima Transportada (M) (t)
M2160	Tubo PEAD corrugado perfurado - D = 100 mm	0,00067	9,9	0,0066
M1657	Tubo PEAD corrugado perfurado - D = 170 mm	0,00133	11,145	0,01486
M1658	Tubo PEAD corrugado perfurado - D = 230 mm	0,00233	10,80429	0,02521
M0131	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 400 mm	0,00917	22,68115	0,20799



M0132	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 450 mm	0,00983	28,21107	0,27731
M0133	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 500 mm	0,01267	21,88751	0,27731
M0134	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 600 mm	0,01633	30,56746	0,49917
M0135	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 750 mm	0,024	51,99653	1,24792
M0136	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 800 mm	0,02531	49,30528	1,24792
M0137	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 900 mm	0,02933	42,54745	1,24792
M0139	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 1.000 mm	0,03531	35,34174	1,24792
M0141	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 1.050 mm	0,03617	34,50143	1,24792
M0142	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 1.200 mm	0,05083	24,55079	1,24792
M0143	Tubo PEAD corrugado com paredes estruturadas - D = 1.500 mm	0,0675	36,97531	2,49583

Tabela 14: Parâmetros referenciais adotados e os respectivos fatores de conversão para unidade de momento de transporte



Eng^a Ester da Matta Faria
Engenheira Civil, Esp. em Engenharia Viária; Esp. em Drenagem Urbana e
Viária – CREA 165.989/D