



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

RELATÓRIO DO PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

**IMPLANTAÇÃO DO DISTRITO INDUSTRIAL
AV. DAS INDÚSTRIAS
DISTRITO TÚNEL VERDE
BALNEÁRIO PINHAL/RS**

Perímetro:

- Frente: 187,35 m
- Divisa (LD) : 441,10 m
- Fundos: 185,00 m
- Divisa (LE) : 411,51 m

Área total: 79.100,1340 m²



Maio/11



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

1. GENERALIDADES

O presente memorial trata do sistema de drenagem urbana do Loteamento Industrial, localiza-se no município de Balneário de Pinhal com a área superficial de 7,9 ha onde serão construídos lotes para fins industriais, áreas verdes e áreas institucionais. O projeto visa dotar um sistema adequado de coleta e condução das águas pluviais.

1ª Fase : Ala norte 224,64 m (medido no eixo da pista de rolamento);

Ala Sul 246,13 m (medido no eixo da pista de rolamento).

2ª Fase : Ala norte 176,06 m (medido no eixo da pista de rolamento);

Ala Sul 170,73 m (medido no eixo da pista de rolamento).

A rede de esgoto pluvial receberá somente as águas de precipitação das chuvas, uma vez que será também implantado um sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários.

Foram consideradas as contribuições provenientes das áreas do loteamento, que são captadas e conduzidas através da rede de esgoto pluvial projetada, indo lançar no canal, natural existente na Av. das Industriais.

2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

No dimensionamento dos trechos da rede coletora foram consideradas apenas as contribuições pluviométricas. Foi adotado o tempo de concentração de 15 minutos para os trechos iniciais.

Para os trechos sucessivos adicionaram – se os tempos de percurso, calculados em função da velocidade real do trecho.

Para o cálculo da precipitação máxima, adotou-se o prescrito na publicação do DNOS-Departamento Nacional de Obras de Saneamento – Chuvas Intensas do Brasil, de autoria do engenheiro Otto Pfafstetter. Essa publicação fornece



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

as precipitações máximas em função de sua duração e tempo de recorrência para 98 postos pluviométricos espalhados pelo Brasil, apresentando a seguinte representação analítica:

$$p = \frac{166,66}{t} \times k \times \left[a \times \frac{t}{60} + b \times \log \left(1 + c \times \frac{t}{60} \right) \right]$$

p - precipitação máxima, em l/s por hectare;

t - duração da precipitação, em minutos;

a, b, c - constantes do posto pluviométrico;

k - fator de probabilidade, calculado por:

$$k = T^{\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma}}$$

T - tempo de recorrência, em anos

γ - constante = 0,25

α e β - valores que dependem da duração da precipitação.

Os valores de a, b, c, α e β são constantes do posto pluviométrico da cidade de Porto Alegre/RS, interpolado com dados da região litorânea:

Para fins de cálculos de deflúvio adotou – se o Método Racional, a vazão na seção considerada é dada pela expressão:

$$Q = C . i . A$$

Q = vazão em l/s

C = coeficiente de escoamento superficial

i = intensidade média da chuva crítica na seção (l/s por hectare)

A = área da bacia contribuinte em hectares



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Admitiu-se para o cálculo o tempo de recorrência de 5 anos.

O coeficiente de escoamento superficial, Run-Off foi determinado com base nas características locais, compiladas à tabela de coeficientes publicada por P.S. Wilken e amplamente adotada em sistema de drenagem urbana no Brasil. O coeficiente C adotado para a determinação da vazão de deflúvio foi 0,60 estabelecido para Zonas adjacentes ao centro, de menor densidade habitacional e com ruas e passeios pavimentados.

Tabela 1 – Valores do coeficiente de Run-Off (P.S. Wilken, 1078).

ZONAS	C
Edificação muito densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 - 0,95
Edificação não muito densa: Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 - 0,25
Matas, parques e campos de esporte: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação	0,05 - 0,20

3. CONCEPÇÃO DO SISTEMA

A rede de drenagem urbana foi concebida mediante ao estudo da topografia do terreno, projeto geométrico de terraplenagem, juntamente com a capacidade de escoamento superficial das vias projetadas. A rede será executada nos passeios, os elementos de coleta serão formados por poços de inspeção, conjugados



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

com bocas-de-lobo, tipo meio-fio vazado de máxima eficiência, construído em pontos baixos, nas esquinas em numero definido conforme a capacidade de engolimento.

O sistema de drenagem será formado por duas galerias, G1 e G2 que despejam em um Bueiro Simples Tubular de Concreto Ø1000 localizada perpendicularmente ao sistema de drenagem e alinhado à vala de drenagem receptora, existente na Av. das Industriais.

3.1 Planejamento das Galerias

Comparando-se os valores da vazão de contribuição para um dado trecho com sua capacidade de escoamento superficial, optou-se racionalmente pela necessidade ou não de uma galeria coletora por esse trecho da via. Esse parâmetro tomou grande importância na definição dos pontos de início de galeria ou início de captação.

Assim, nos pontos situados nos limites de início de contribuição da bacia explorou-se ao máximo o escoamento superficial das águas e definiu-se conscientemente os pontos de início de coleta, quando a vazão de contribuição ultrapassou a sua capacidade de escoamento superficial.

Os pontos de coleta, formado pelas bocas-de-lobo, também definem os pontos de verificação hidráulica do sistema o qual recebe sistematicamente a contribuição proveniente de quinhões estabelecidos pela topografia projetada, resultando a seguinte configuração de despejo:



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

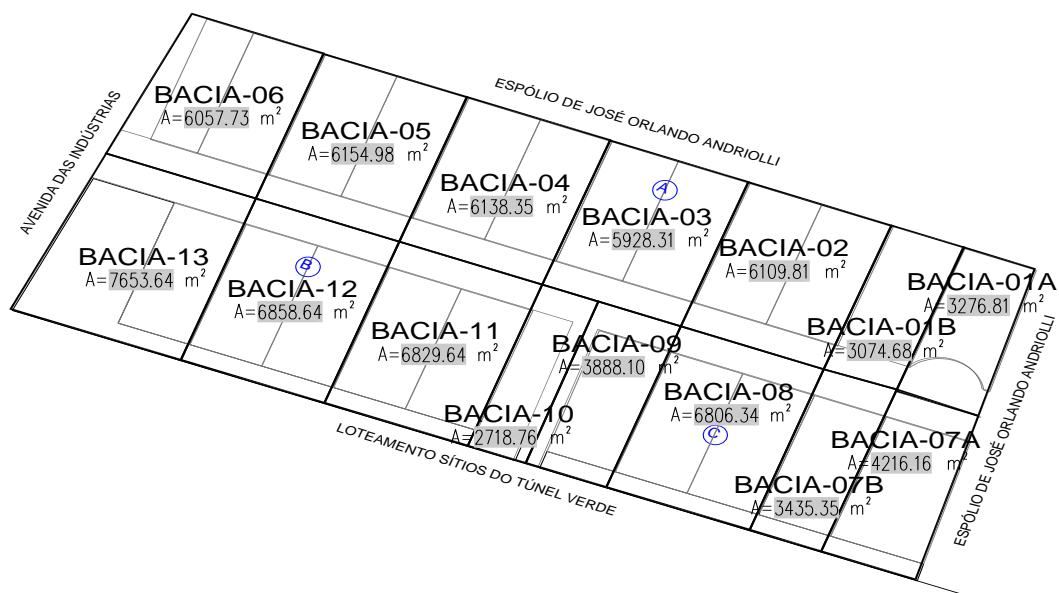


Figura 1 – Quinhões de contribuição da bacia.

3.2 Dimensionamento Hidráulico das Galerias

Para o dimensionamento da rede, foi adotada a fórmula de Manning-Strickler :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R h^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}, \text{ onde:}$$

V = Velocidade em m/s

I = declividade em m/m

Rh = raio hidráulico em m

n = coeficiente de Manning,

$$D_{\min} = \left(\frac{nQ}{I^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{8}{3}}, \text{ onde:}$$

Dmin = diâmetro mínimo

Q = vazão em m³/s



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

I = declividade em m/m

n = coeficiente de Manning,

3.2.1 Critérios de Dimensionamento

A seguir, serão apresentados dos critérios mínimos adotados para o dimensionamento do sistema de drenagem proposto:

- Diâmetro mínimo: 0,30 m
- Velocidade: $0,75 \leq V \text{ (m/s)} \leq 5,00$
- $h/D \text{ (máx)} = 0,90$
- Recobrimento mínimo: 0,50m
- Profundidade: $0,90 \leq \text{Profund (m)} \leq 1,50$

A seguir se apresentada a planilha de dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem.



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Tabela 2 – Dimensionamento Hidráulico das Galerias Pluviais

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS REDES DE DRENAGEM PLUVIAL													OBRA: LOTEAMENTO INDUSTRIAL			TR 5 anos		FOLHA: 1/1						
													LOCAL: BALNEÁRIO PINHAL/RS			tc 15,00								
GALERIA			A. CONTRIB. (ha)	RUN OFF	ÁREA EQUIV.		TEMPO CONC. (min.)	INTENS. PREC. (l/s/ha)	VAZÃO (l/s)		TIRANTE LÍQUIDO (m)	COTA DO NÍVEL DÁGUA		DIAM. (m)	COMPR. (m)	DECLIV. (m/m)	COTA DO TERRENO		COTA DO COLETOR		PROF. DO COLETOR			
NOME	TRECHO				UNIT.	ACUM.			A JUS.	REAL (m/s)		MONT. (m)	JUS. (m)				MONT. (m)	JUS. (m)	MONT. (m)	JUS. (m)	MONT. (m)	JUS. (m)	MONT. (m)	JUS. (m)
	PV M	PV J																						
G1-1	E1	E2	0,328	0,60	0,20	0,20	15,00	253,77	49,88	1,07	0,16	13,53	13,36	0,40	33,50	0,0052	14,27	14,10	13,37	13,20	0,90	0,90		
G1-2	E2	E3	0,306	0,60	0,18	0,38	15,52	249,41	94,74	1,27	0,23	13,43	13,25	0,40	33,50	0,0052	14,10	13,92	13,20	13,02	0,90	0,90		
G1-3	E3	E4	0,305	0,60	0,18	0,56	15,96	245,86	138,45	1,37	0,30	13,32	13,14	0,40	33,50	0,0053	13,92	13,74	13,02	12,84	0,90	0,90		
G1-4	E4	E5	0,305	0,60	0,18	0,75	16,37	242,69	181,14	1,48	0,27	12,91	12,74	0,60	33,50	0,0052	13,74	13,57	12,64	12,47	1,10	1,10		
G1-5	E5	E6	0,296	0,60	0,18	0,92	16,75	239,86	221,69	1,58	0,30	12,77	12,61	0,60	30,85	0,0053	13,57	13,41	12,47	12,31	1,10	1,10		
G1-6	E6	E7	0,296	0,60	0,18	1,10	17,07	237,47	261,71	1,63	0,33	12,64	12,46	0,60	33,50	0,0052	13,41	13,23	12,31	12,13	1,10	1,10		
G1-7	E7	E8	0,307	0,60	0,18	1,29	17,41	235,03	302,30	1,68	0,36	12,50	12,32	0,60	33,50	0,0052	13,23	13,06	12,13	11,96	1,10	1,10		
G1-8	E8	E9	0,307	0,60	0,18	1,47	17,75	232,73	342,19	1,74	0,39	12,35	12,18	0,60	33,50	0,0053	13,06	12,88	11,96	11,78	1,10	1,10		
G1-9	E9	E10	0,308	0,60	0,18	1,65	18,07	230,54	381,54	1,87	0,41	12,19	11,99	0,60	33,50	0,0060	12,88	12,71	11,78	11,58	1,10	1,13		
G1-10	E10	E11	0,308	0,60	0,18	1,84	18,37	228,56	420,46	2,24	0,38	11,96	11,66	0,60	33,50	0,0090	12,71	12,54	11,58	11,28	1,13	1,26		
G1-11	E11	E12	0,510	0,60	0,31	2,15	18,61	226,95	487,00	2,31	0,42	11,70	11,43	0,60	30,00	0,0090	12,54	12,37	11,28	11,01	1,26	1,36		
G1-12	E12	E13	0,170	0,60	0,10	2,25	18,83	225,56	507,05	2,32	0,43	11,44	11,39	0,60	6,00	0,0090	12,37	12,34	11,01	10,96	1,36	1,38		
G2-1	D1	D2	0,422	0,60	0,25	0,25	15,00	253,77	64,19	1,15	0,18	13,55	13,38	0,40	33,50	0,0052	14,27	14,10	13,37	13,20	0,90	0,90		
G2-2	D2	D3	0,344	0,60	0,21	0,46	15,49	249,68	114,62	1,32	0,26	13,46	13,28	0,40	33,50	0,0052	14,10	13,92	13,20	13,02	0,90	0,90		
G2-3	D3	D4	0,340	0,60	0,20	0,66	15,91	246,26	163,33	1,46	0,25	13,07	12,89	0,60	33,50	0,0053	13,92	13,74	12,82	12,64	1,10	1,10		
G2-4	D4	D5	0,340	0,60	0,20	0,87	16,29	243,28	211,02	1,50	0,30	12,94	12,77	0,60	36,00	0,0048	13,74	13,57	12,64	12,47	1,10	1,10		
G2-5	D5	D6	0,389	0,60	0,23	1,10	16,69	240,25	264,45	1,78	0,31	12,78	12,73	0,60	8,00	0,0065	13,57	13,52	12,47	12,42	1,10	1,10		
G2-6	D6	D7	0,272	0,60	0,16	1,26	16,77	239,70	302,92	1,70	0,36	12,78	12,67	0,60	21,00	0,0053	13,52	13,41	12,42	12,31	1,10	1,10		
G2-7	D7	D8	0,341	0,60	0,20	1,47	16,97	238,18	349,81	1,74	0,40	12,71	12,53	0,60	33,50	0,0052	13,41	13,23	12,31	12,13	1,10	1,10		
G2-8	D8	D9	0,341	0,60	0,20	1,67	17,30	235,87	394,74	1,77	0,44	12,57	12,40	0,60	33,50	0,0052	13,23	13,06	12,13	11,96	1,10	1,10		
G2-9	D9	D10	0,343	0,60	0,21	1,88	17,61	233,66	439,10	1,79	0,48	12,44	12,27	0,60	33,50	0,0053	13,06	12,88	11,96	11,78	1,10	1,10		
G2-10	D10	D11	0,343	0,60	0,21	2,09	17,92	231,52	482,72	1,92	0,50	12,28	12,08	0,60	33,50	0,0060	12,88	12,71	11,78	11,58	1,10	1,13		
G2-11	D11	D12	0,344	0,60	0,21	2,29	18,21	229,57	526,09	2,33	0,45	12,03	11,73	0,60	33,50	0,0090	12,71	12,54	11,58	11,28	1,13	1,26		
G2-12	D12	D13	0,344	0,60	0,21	2,50	18,45	228,00	569,59	2,35	0,48	11,76	11,49	0,60	30,00	0,0090	12,54	12,37	11,28	11,01	1,26	1,36		
G2-13	D13	D14	0,077	0,60	0,05	2,54	18,67	226,62	576,56	2,35	0,49	11,50	11,42	0,60	9,00	0,0090	12,37	12,34	11,01	10,93	1,36	1,41		

* PREFIXO "E" GALERIA DE DRENAGEM LADO ESQUERDO

* PREFIXO "D" GALERIA DE DRENAGEM LADO DIRETO





PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

3.3 Dimensionamento Hidráulico dos elementos de coleta

Para as ligações das bocas-de-lobo posicionadas na Rua Pernambuco, foi adotado tubos de diâmetro de 30 com declividade mínima de 0,05%. No dimensionamento das bocas-de-lobo foi considerando um meio-fio vazado, cujo a vazão é determinada, considerando um vertedouro de parede espessa, conforme fórmula a seguir:

$$Q = 1,71 * L * Y^{3/2}$$

Q = vazão de engolimento, em m³/s

Y = altura d'água, próximo a abertura na guia (0,13m)

L = Largura (m).

Adotando um comprimento de 100 cm, a capacidade de engolimento equivalente é de 79 l/s. De posse da eficiência de engolimento das bocas-de-lobo, verificou-se a necessidade criação de novos pontos de coleta entre os trechos de cálculo.



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Tabela 3 – Localização das Bocas-de-Lobo pela capacidade de engolimento.

GALERIA	TRECHO		COMPR. (m)	VAZÃO (l/s)			BOLA-DE-LOBO		DIST. ELEM. ADICIONAIS (m)
				ÁREA	A JUS.	SARJETA	LARG.	CAPAC.	
	PV M	PV J		DE CONTR.	tc=5 min.		DA BOCA	ENGOL.	
G1-1	E1	E2	33,50	0,20	48,89	48,89	1,00	79,00	-----
G1-2	E2	E3	33,50	0,18	45,59	45,59	1,00	79,00	-----
G1-3	E3	E4	33,50	0,18	45,58	45,58	1,00	79,00	-----
G1-4	E4	E5	33,50	0,18	45,58	45,58	1,00	79,00	-----
G1-5	E5	E6	30,85	0,18	44,23	44,23	1,00	79,00	-----
G1-6	E6	E7	33,50	0,18	44,23	44,23	1,00	79,00	-----
G1-7	E7	E8	33,50	0,18	45,80	45,80	1,00	79,00	-----
G1-8	E8	E9	33,50	0,18	45,80	45,80	1,00	79,00	-----
G1-9	E9	E10	33,50	0,18	45,92	45,92	1,00	79,00	-----
G1-10	E10	E11	33,50	0,18	45,92	45,92	1,00	79,00	-----
G1-11	E11	E12	30,00	0,31	76,18	76,18	1,00	79,00	-----
G1-12	E12	E13	6,00	0,10	25,39	25,39	1,00	79,00	-----
G2-1	D1	D2	33,50	0,25	62,92	62,92	1,00	79,00	-----
G2-2	D2	D3	33,50	0,21	51,26	51,26	1,00	79,00	-----
G2-3	D3	D4	33,50	0,20	50,78	50,78	1,00	79,00	-----
G2-4	D4	D5	36,00	0,20	50,78	50,78	1,00	79,00	-----
G2-5	D5	D6	8,00	0,23	58,02	58,02	1,00	79,00	-----
G2-6	D6	D7	21,00	0,16	40,56	40,56	1,00	79,00	-----
G2-7	D7	D8	33,50	0,20	50,96	50,96	1,00	79,00	-----
G2-8	D8	D9	33,50	0,20	50,96	50,96	1,00	79,00	-----
G2-9	D9	D10	33,50	0,21	51,17	51,17	1,00	79,00	-----
G2-9	D10	D11	33,50	0,21	51,17	51,17	1,00	79,00	-----
G2-10	D11	D12	33,50	0,21	51,39	51,39	1,00	79,00	-----
G2-11	D12	D13	30,00	0,21	51,39	51,39	1,00	79,00	-----
G2-12	D13	D14	9,00	0,05	11,42	11,42	1,00	79,00	-----

Para a verificação da sarjeta, adotou-se a vazão de escoamento para um canal triangular de altura de 13cm e faixa máxima de alagamento de 150cm.

4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações a seguir têm como objetivo a fixação de diretrizes técnicas e métodos para avaliação quantitativa e qualitativa dos serviços necessários para a implantação de Redes de Esgotos Pluviais em loteamentos.

4.1 Referencias Normativa

- NBR-8890/03 - Tubo de concreto simples de seção circular para águas pluviais;



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- NBR-8090/03 - Tubo de concreto armado seção circular para águas pluviais da ABNT;
- Diretoria de Esgotos Pluviais do município de Porto Alegre, Caderno de Encargos e diretrizes da Prefeitura de Pinhal;

4.2 Materiais

4.2.1 Redes de Drenagem

Salvo disposição em contrário, os materiais serão fornecidos pela fábrica em quantidade de acordo com o desenvolvimento das obras de modo que não haja interrupção no andamento dos serviços.

Os materiais e peças deverão ser testados na fábrica e fornecidos conforme as exigências da ABNT. Serão utilizados na rede tubos de diâmetros nominais de 30, 40, 60, 80 e 100, com comprimento útil de 1 metro.

4.2.1.1 Ligação entre as captações e cabeceiras:

Tubos de concreto simples, classe PS-1 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,30, 0,40 m;

4.2.1.2 Rede de drenagem pluvial;

Tubos de concreto armado, classe PA-1 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,60, 0,80, 1,00, 1,20, 1,50 m e 2,00m.

Os tubos de concreto simples e armado são projetados para trabalhar em pressão atmosférica (escoamento livre). No entanto, tanto o tubo, como suas juntas, deverão ser testados hidrostáticamente na fábrica à pressão interna de $P_i = 100$ kPa.

Na travessia da Rua Pernambuco, a tubulação deverá ser envelopada em concreto, visando garantir a integridade da tubulação, uma vez que o cobrimento de



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

projeto foi reduzido com o objetivo de integração do sistema projetado ao sistema de drenagem existente na área.

4.2.2 Bocas de Lobo/Caixas de Inspeção

4.2.2.1 Execução

As bocas de lobo serão retangulares, conforme dimensões de projeto, sobre um colchão de brita, será construído o radier de fundo com espessura de 10cm. Internamente serão concluídos calhas em argamassa de cimento e área 1:3, com declividade de 3%, dando o sentido de fluxo das águas pluviais.

As paredes serão construídas em alvenaria de pedra grês, rejuntados com argamassa de cimento e areia 1:3 e revestidos internamente com argamassa 1:3. No respaldo da alvenaria, será construído uma viga de concreto armado, 25x10 visando apoiar a tampa de inspeção.

As bocas de lobo serão executadas da seguinte forma:

- em continuidade ao meio-fio e em frente à boca de lobo será colocado um meio-fio vazado para o embocamento pluvial;
- em frente à boca de lobo o pavimento deverá ser rebaixado para orientar as águas pluviais;
- sobre as paredes será colocado laje de concreto no mesmo plano do passeio, devendo ficar uma fenda de 1 cm entre o chassis e o passeio, para facilitar a remoção.
- no interior das caixas serão construídas calhas de concordância de fundo, com definição dos fluxos de escoamento e eliminação de cantos vivos, para possibilitar perfeito fluxo hidráulico.
- as caixas de inspeção quando executadas na pista de rolamento, serão munidas de chassis de ferro fundido.



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

4.3 Serviços

Nos itens subsequentes abordamos as diferentes etapas que serão desenvolvidas na implantação do sistema da rede de esgotos pluviais.

4.3.1 Desvio de Trânsito e Sinalização

A Contratada deverá tornar mínima a interferências dos seus trabalhos com o trânsito de pedestres e de veículos, criando facilidades e meios que demonstrem esta preocupação. A sinalização deverá ser feita em obediência a todas as exigências do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN e daquelas contidas neste Caderno de Encargos.

Nenhuma obra ou serviço poderá ser iniciado sem a prévia licença do órgão gestor de trânsito e implantação da sinalização adequada.

4.3.2 Locação

A locação dos elementos de drenagem deverá ser executada pelo seu eixo principal, pelo seu ponto central (poços de visita) ou com base no dispositivo hidráulico. Deverão ser demarcados no terreno os limites previstos na escavação para implantação das obras. Juntamente com referências topográficas ao longo das obras.

As cotas de fundo das valas deverão ser verificadas de 10 em 10 metros, antes do assentamento da tubulação, para que sejam obedecidas as cotas de projeto, quer sejam nos trechos planos com em aclives ou declives.

Quando, a critério da Fiscalização, for determinado o uso de cruzetas, a ordem de serviço conterá a numeração das estacas correspondentes ao trecho, com a indicação para cada estaca, de todos os elementos necessários à execução dos serviços ou sejam:

- cota do terreno (piquete) (CT)
- cota do projeto (geratriz inferior interna do tubo (CP)
- cota do coletor (geratriz superior externa do tubo (CC)



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- cota do bordo superior da régua (CR)
- declividade (i)
- diâmetro interno mais espessura do tubo ($\varnothing + e$)
- altura da cruzeta a ser utilizada (C)
- altura do recobrimento (P)
- altura do bordo superior da régua em relação ao piquete (H)

Quando, a critério da Fiscalização, for determinado o uso de gabarito, as régua deverão ser colocadas no máximo a 10m uma da outra e a ordem de serviço conterá a numeração das estacas correspondentes ao trecho e a indicação para cada estaca, de todos os elementos necessários à execução dos serviços, como sejam:

- cota do terreno (piquete) (CT)
- cota do projeto (geratriz inferior interna do tubo (CP)
- cota do bordo superior da régua (CP)
- declividade (i)
- diâmetro (\varnothing)
- altura do gabarito a ser utilizado (G)
- profundidade da geratriz inferior interna do coletor (P)
- altura do bordo superior da régua em relação ao piquete (H)

A Contratada deverá colocar no mínimo 4(quatro) régua de cada vez, a fim de possibilitar uma imediata verificação por meio de uma linha de visada. Todas as obras subterrâneas encontradas e que não constam dos cadastros ou desenhos fornecidos a Contratada, serão locadas e cadastradas.

Os trabalhos topográficos efetuados pela Contratada, serão verificados pela Fiscalização e aqueles encontrados fora das tolerâncias estabelecidas serão



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

obrigatoriamente refeitos. Antes de iniciar a escavação, a Empreiteira fará a pesquisa de interferências no local juntamente com o pessoal das concessionárias, a fim de confirmar o posicionamento correto das utilidades mostradas nos desenhos de projeto.

Uma vez locado e nivelado o eixo da tubulação e colocadas estacas de amarração e RN fora da área de trabalho, será iniciada a escavação para o assentamento dos tubos, a ser efetuada de acordo com as dimensões e detalhes indicados no projeto.

Logo após o assentamento da tubulação, deverá ser feita verificação da cota da geratriz superior da tubulação, particularmente, nas tubulações de grande diâmetro. A verificação dessas cotas indicará possíveis recalques da tubulação, possibilitando assim, quando for o caso, as correções necessárias.

A seguir será apresentado o método do gabarito para assentamento das tubulações.



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

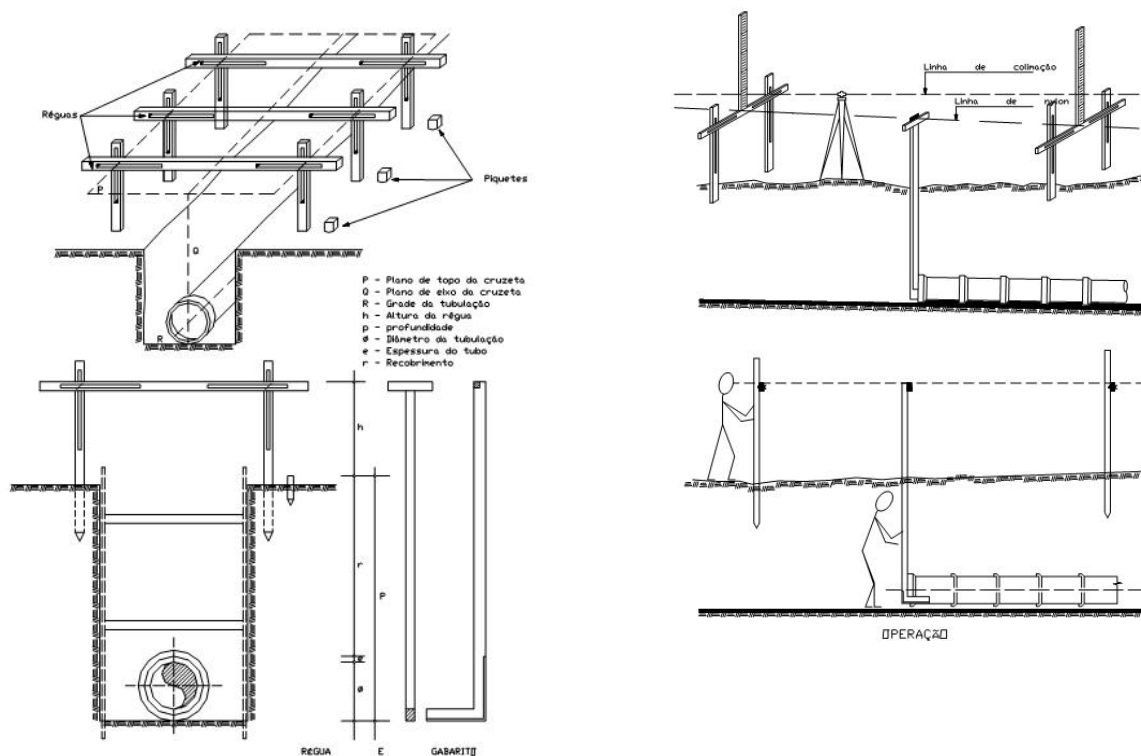


Figura 2 – Operação de assentamento.

4.3.3 Escavações

As valas deverão ser escavadas segundo a linha de eixo, respeitando o alinhamento e cotas indicadas no projeto. A escavação compreenderá a remoção de qualquer material abaixo da superfície natural do terreno até as linhas e cotas especificadas no projeto e ainda a carga, transporte e descarga do material nas áreas e depósitos previamente aprovados pela Fiscalização.

A escavação poderá ser manual ou mecânica em função das interferências existentes, a critério da Fiscalização. A extensão máxima de abertura de vala deverá observar as limitações do local de trabalho, condições de produção da Empreiteira nas operações de assentamento, reaterro, etc.

Visto que as obras são usualmente localizadas em áreas de passagem pública, deverão ser observados os aspectos de segurança dos transeuntes



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

e veículos. Os locais de trabalho deverão ser sinalizados, de modo a preservar a integridade tanto do público em geral, como dos operários e equipamentos utilizados.

Deverão ser definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se a total obstrução da passagem de pedestres e/ou veículos.

Quando a escavação em terreno de boa qualidade tiver atingido a cota indicada no projeto, deverá ser feita a regularização e limpeza do fundo da vala. Caso ocorra a presença de água, a Empreiteira deverá executar sistemas de controle e captação de águas superficiais e subterrâneas convergentes às valas abertas, para que:

- A vala permaneça seca, durante a escavação e assentamento dos tubos.
- As juntas dos tubos possam ser mantidas limpas antes da sua ligação.
- A segurança e a estabilidade das paredes da vala sejam garantidas durante a realização dos trabalhos.

Se no decorrer da escavação for atingido terreno rochoso, este deverá ser desmontado a fogo, se apresentar sob a forma maciça e contínua, ou simplesmente retirado. A autorização do órgão competente para transporte e uso de explosivos deverá ser encaminhada à Fiscalização antes do início das detonações.

O desmonte a fogo deverá ser executado em bancadas ou por altura total, com perfurações verticais ou inclinadas, em conformidade com a natureza da rocha a desmontar e com todas as precauções de segurança. Os planos de fogo deverão ser obrigatoriamente submetidos à aprovação prévia da Fiscalização.

Quando, pela proximidade de prédios e seus complementos, logradouros ou por circunstâncias outras, a critério da Fiscalização, for inconveniente ou desaconselhável o emprego de explosivos para o desmonte da rocha, esta deverá ser desmontada a frio, empregando-se processo mecânico.



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Em especial no primeiro metro de profundidade da escavação, esta deverá ser realizada cuidadosamente para identificação e proteção de interferências não assinaladas no projeto.

Todas as interferências localizadas deverão ser identificadas e cadastradas, atualizando-se os desenhos de projeto. Deverão ser seguidas as orientações de projeto ou da Fiscalização para escoramento e / ou remanejamento das interferências localizadas.

O material retirado da abertura das valas será depositado à distância de 50 cm da borda da vala, quando de boa qualidade de boa qualidade será utilizado no reaterro da canalização, desde que aprovado pela fiscalização.

Em princípio, as dimensões das valas obedecerão o critério a seguir exposto:

- para diâmetros nominais de até 60 cm, a largura da vala será igual ao diâmetro externo do tubo, acrescido de 70 cm.
- para diâmetros nominais superiores a 80 cm, a largura da vala será igual ao diâmetro externo do tubo, acrescido de 80 cm.

Quando houver escoramento, a espessura deste será acrescida à largura da vala. A profundidade das escavações será a medida resultante do ponto de interseção do plano vertical que contém o eixo da tubulação com a linha que une os pontos superiores das margens da vala ao fundo da mesma.

4.3.4 Aterro, Reaterro e Remoção

4.3.4.1 Camadas de Aterro e Reaterro

O aterro, assim como o reaterro, de uma maneira geral, deverão ser executados em camadas não superiores a 20cm, compactados mecanicamente, utilizando – se para isto, material da vala, ou transportado especialmente escolhido para este fim.



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

4.3.4.2 Reaterro de Valas

O espaço compreendido entre as paredes da vala e a superfície externa do tubo, até 30 cm acima deste, deverá ser preenchido com material cuidadosamente selecionado, isento de corpo estranhos, como pedras, torrões, materiais duros, etc. e adequadamente apiloado em camadas não superiores a 20 cm de cada vez.

O restante do reaterro será compactado mecanicamente (com sapo), até a altura do greide de projeto. Junto à canalização e em valas de pequenas larguras a compactação será executada manualmente.

4.3.5 Transporte do Material Excedente

Quando de acordo com as normas vigentes, o material escavado não for adequado para o reenchimento dos valos, será considerado como excedente, devendo ser transportado e depositado em lugar afastado do local das obras.

4.3.6 Escoramento

O uso de escoramento de valas ou cavas é indicado quando constatada a sua necessidade, em função do perigo de desmoronamento, face à natureza do solo ou de construções no terreno adjacente. As valas para implantação da rede de águas pluviais deverão ser executadas atendendo as determinações de projeto:

- Com taludes laterais estáveis;
- Com taludes verticais.

Será obrigatório, no mínimo, o escoramento de valas e cavas de talude vertical com profundidade superior a 1,30 m. O tipo de escoramento a ser utilizado será aquele apresentado nos desenhos de projeto.

4.3.7 Embasamento das Tubulações

Completado o serviço de escavação, deverá ser inspecionada a superfície de escavação para verificar sua adequabilidade conforme as diretrizes de projeto. Nos



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

locais em que o solo de fundação não apresente condições satisfatórias, deverá ser promovida a sua substituição, conforme especificações de projeto e/ou da Fiscalização.

O fundo da vala deve ser apiloado para eliminar a existência de materiais soltos. Este deverá se apresentar uniforme nas cotas e declividades especificadas em projeto, desprovido de quaisquer saliências ou reentrâncias. Não é admitida a instalação dos tubos diretamente sobre o fundo da vala, deverão ser sempre construídos em material granular ou concreto, berços de apoio, salvo em situações onde seja comprovada a boa capacidade de suporte do terreno natural.

A superfície dos berços, sobre o qual se apoiará a tubulação, deverá ser lisa, uniforme e retilínea, sem pontos altos e baixos. Se os tubos forem assentados por meio de guindaste com eslingas, deverão ser escavados pequenos sulcos no berço para facilitar a remoção das eslingas debaixo dos tubos.

Nas juntas de ponta e bolsa deverão ser deixados amplos recessos, a fim de impedir que as bolsas fiquem apoiadas sobre o fundo. Todos os tubos deverão ter seu apoio feito sobre o corpo do mesmo, conforme mostrado na figura.



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Apoio feito sobre o corpo do tubo



Correto (assentamento sobre o cano)



Incorreto (assentamento sobre as bolsas)



Incorreto (assentamento não uniforme)

Figura 3 – Detalhe de assentamento da tubulação.

4.3.8 Esgotamento

As águas de infiltração, de rompimento de canalizações existentes ou de chuvas que se acumulam nas valas, deverão ser retiradas por bombeamento, para que, a Executora deverá ter, no local da obra, equipamento adequado. A água retirada deverá ser encaminhada às galerias pluviais ou valas mais próximas, por meio de calhas ou condutores, a fim de evitar o alagamento das superfícies vizinhas ao local de trabalho.

4.3.9 Assentamento de tubos

Os tubos serão assentados sobre a superfície da vala regularizada, para que a geratriz inferior fique perfeitamente alinhada, tanto no greide quanto em planta.

Conforme condições do terreno, a vala poderá ter a seguinte regularização:



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- nos trechos rochosos, as valas deverão ter de 10 a 15 cm de profundidade a mais de que a indicada no projeto, a fim de assentar os tubos sobre areia ou terra desprovida de corpos duros.
- quando o terreno se mostrar lodoso, poderá ser executado um lastro de areia, de 10 a 30 cm. O enrocamento poderá também ser regularizado com uma camada de concreto magro de 150 kg/m³, com 10 a 15 cm.
- no caso do solo apresentar poder de suporte muito baixo, poderá ser executado um radier de concreto armado, de 10 a 15 cm de espessura e largura igual ao diâmetro do tubo. Este radier será apoiado sobre uma camada de enrocamento.

4.3.9.1 Assentamento de Tubos com Junta Rígida

Assentamento de Tubos PS2, Ponta-e-Bolsa:

- Devem ser utilizados somente tubos PS2, ponta e bolsa, de diâmetros internos 0,30; 0,40; 0,50 e 0,60 m;
- A geratriz inferior da tubulação deve ficar perfeitamente alinhada, tanto em greide como em planta;
- Os tubos devem ser rejuntados externamente com argamassa grossa de cimento e areia média, traço 1:3.
- Antes da conexão da ponta com a bolsa, deve ser colocada argamassa sobre a parte interna da gola, com espessura mínima de 2 cm até um terço da altura, medida a partir da geratriz inferior;
- O rejunte externo na junção dos tubos deve ter dimensões (espessura e comprimento), iguais às da bolsa;



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- Os tubos devem ser assentados na superfície do fundo da vala regularizada, enterrados até $0,6xD$ (sendo D o diâmetro externo), para que o fator de equivalência (f_e) no ensaio de três cutelos seja aumentado, melhorando a resistência a compressão.
- Salvo especificações de projeto, os tubos devem ser assentados sobre as estruturas de embasamento.

4.3.10 Assentamento de Tubos PA2, Macho-e-Fêmea

- Devem ser utilizados somente tubos PA2, macho e fêmea de diâmetros internos 0,80; 1,00; 1,20; e 1,50 m.
- b) A geratriz inferior da tubulação deve ficar perfeitamente alinhada, tanto em greide como em planta;
- Os tubos devem ser calçados lateralmente por um anteparo de concreto moldado no local, f_{ck} 15 MPa, apoiado sobre a base da fundação, onde deve ficar engastada a armadura da cinta;
- Os tubos devem ser rejuntados externamente, com uma cinta de concreto armado, f_{ck} 15 MPa, com 0,20 m de largura e 0,10 m de altura. A armadura é composta por malha quadrada de \varnothing 4,6 mm a cada 0,10 m.
- Salvo especificações de projeto, os tubos devem ser assentados sobre as estruturas de embasamento.

4.3.11 Assentamento de Tubos com Junta Elástica

Assentamento de Tubos PS2 e PA2, Ponta-e-Bolsa:



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- Devem ser utilizados somente tubos classe PS2, para diâmetros internos de 0,30; 0,40; 0,50 e 0,60 m; e tubos classe PA2 para diâmetros internos de 0,80; 1,00; 1,20 e 1,50 m;
- b) A geratriz inferior da tubulação deve ficar perfeitamente alinhada, tanto em greide como em planta;
- Os anéis de vedação das juntas devem obedecer rigorosamente a NBR 8.890/2003;
- Os tubos devem ser batidos e encaixados de tal forma que o anel de borracha (vedação) penetre na bolsa de jusante e não fique aparente;
- Salvo especificações de projeto, os tubos devem ser assentados sobre as estruturas de embasamento.

4.3.12 Transporte do Material

O Transporte dos tubos até o local da obra correrá por conta do fabricante, devendo ele ficar responsável pelos danos que venham a ocorrer.

4.3.13 Rejunte dos tubos de ponta e bolsa

Os tubos do tipo ponta e bolsa serão rejuntados externamente com argamassa grossa (1:3 cimento: areia média), e antes da conexão da ponta e bolsa, deverá ser colocada argamassa sobre a parede interna da gola, com espessura de 2 cm até 1/3 do raio.

4.3.14 Rejunte dos tubos macho e fêmea

Os tubos do tipo macho e fêmea, poderão ser assentados sobre um radier de concreto magro (teor de cimento 150 kg/m³), de largura igual ao diâmetro do tubo. Todo o perímetro da junta, externa e interna deverá ser rejuntado com argamassa (1:3 cimento: areia média).



PODER EXECUTIVO DE BALNEÁRIO PINHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTOS
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

4.3.15 Fornecimento de Tubos

Na rede pluvial pública, devem ser utilizados tubos de diâmetro interno de 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,80; 1,00; 1,20 e 1,50 metros, com comprimento útil de 1,00 m, no mínimo. Os tubos de diâmetro 0,30; 0,40; 0,50 e 0,60 metros devem ser do tipo PS2 (NBR 8.890/2003), concreto simples com seção circular, ponta-e-bolsa, junta rígida ou elástica.

Para diâmetros de 0,80; 1,00; 1,20 e 1,50 metros, devem ser utilizados tubos do tipo PA2 (NBR 8.890/2003), concreto armado com seção circular, macho-e-fêmea quando as juntas forem rígidas e ponta-e-bolsa para juntas elásticas.

Quanto aos materiais, amostras, ensaios, aceitação e rejeição de tubos, deve ser seguida a NBR 8.890/2003. Os tubos devem trazer, em caracteres bem legíveis e indelévels, a marca, a data de fabricação, o diâmetro interno, a classe a que pertencem e um número para rastreamento de todas suas características de fabricação, gravados no concreto ainda fresco, conforme requisito geral da NBR 8.890/2003.

Para atendimento da NBR 8.890/2003, em redes com pouca declividade e escoamento de efluentes sanitários, devem ser utilizados tubos de concreto centrifugado, cujo cimento tenha a adição de aluminato tricálcico inferior a 6% ou cujo revestimento interno seja resistente ao ataque dos gases provenientes do esgoto, com juntas elásticas.

4.4 Manutenção do Sistema de Drenagem

O município deverá após o recebimento da infra-estrutura, promover o monitoramento, a manutenção e a limpeza das caixas de inspeção e boca-de-lobo, removendo as partículas soldas acumuladas em todo o sistema. Em caso de entupimento, as redes deverão ser desobstruídas por sistemas de hidrojateamento.