



PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVO HAMBURGO

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO BAIRRO ROSELÂNDIA

**REVISÃO E READEQUAÇÃO
DO PROJETO DAS REDES
COLETORAS, ESTAÇÕES
DE BOMBEAMENTO E
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE ESGOTO SANITÁRIO**



VOLUME II

**PROJETO HIDRO-MECÂNICO DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO DE ESGOTO
TOMO I - MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

TÍTULO: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO BAIRRO ROSELÂNDIA

PRODUTO: REVISÃO E READEQUAÇÃO DAS REDES COLETORAS, ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO E ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO.

EQUIPE TÉCNICA

Eng. Alexandre Grochau Menezes – CREA/RS 120.157
Eng. Fabiano Vianna – CREA/RS 127.137
Eng^a. Caetana Venter – CREA/RS 153.240
Eng. Daniel Cristiano Wrasse – CREA/RS 196.430
Eng. Marcio Martinez Kutscher – CREA/RS 136.067
Eng. Arlindo Soares Räder – CREA/RS 123.055

EQUIPE DE APOIO DE ESCRITÓRIO

Téc. Paola Siebel
Téc. Cristine Berger
Téc. Tanise Melo Nascimento
Jessica Pereira
Estagiária Ana Paula Pereira Villanova

EQUIPE DE APOIO DE CAMPO

Téc. Pedro Jorge Barbosa Pimentel
Téc. Rubens Eduardo Graeff
Téc. Jorge Luiz Oliveira da Silva
Téc. Alex de Melo Luz
Gerson Luiz de Souza
Enio Nunes Cavalheiro
Fábio Hickmann
Lucas Muller Robaldo dos Santos

APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrando do **Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário do Bairro Roselândia**, no município de Novo Hamburgo/RS, desenvolvido pelos Setores de Projetos e Obras, Manutenção Eletromecânica, Produção e a Coordenação Socioambiental da COMUSA Serviços e Água e Esgoto de Novo Hamburgo.

O projeto completo compõe-se de 6 volumes, que compreendem a seguinte disposição:

Volume 1: Projeto Hidráulico das Redes Coletoras de Esgoto.

- Tomo I: Memorial Descritivo e Especificações Técnicas
- Tomo II: Peças Gráficas – Parte 1.
- Tomo III: Peças Gráficas – Parte 2.
- Tomo IV: Peças Gráficas – Parte 3.

Volume 2: Projeto Hidráulico e Mecânico das Estações de Bombeamento de Esgoto.

- Tomo I: Memorial Descritivo e Especificações Técnicas
- Tomo II: Peças Gráficas – Parte 1.

Volume 3: Projeto Hidráulico e Mecânico da Estação de Tratamento de Esgoto.

- Tomo I: Memorial Descritivo e Especificações Técnicas
- Tomo II: Peças Gráficas– Parte 1.

Volume 4: Projeto Elétrico das Estações de Bombeamento e Estação de Tratamento de Esgoto.

- Tomo I: Memorial Descritivo e Especificações Técnicas
- Tomo II: Peças Gráficas– Parte 1.

Volume 5: Projeto de Urbanização da Estação de Tratamento de Esgoto.

- Tomo I: Memorial Descritivo e Especificações Técnicas

- Tomo II: Peças Gráficas (Urbanização, Terraplenagem, Pavimentação e Drenagem Pluvial) – Parte 2.

Volume 6: Memória de Cálculo dos Quantitativos.

- Tomo I: Memória de Cálculo dos Quantitativos



PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ROSELÂNDIA

VOLUME II

ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO DE ESGOTO

EBE 1, EBE2 E EBE3

MEMORIAL DESCRITIVO

ÍNDICE

1	PROJETO DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO DE ESGOTO BRUTO	4
2	EBE001 – RUA FRANCISCO ALVES	4
2.1	Tipo de bomba e formato da elevatória	4
2.2	Vazão	5
2.3	Poço de sucção	5
2.4	Capacidade de bombeamento, tipo de bomba e submergência	8
2.5	Tubulação de descarga	9
2.6	Tubulação de recalque	10
2.7	Tubulação extravasora	11
2.8	Curvas do sistema hidráulico	12
2.9	Verificação dos Tempos de Ciclo com a Curva da Bomba de Referência	18
	EBE 002 – RUA JOÃO ALFREDO KRAEMER	19
2.10	Tipo de bomba e formato da elevatória	19
2.11	Vazão	19
2.12	Poço de sucção	20
2.13	Capacidade de bombeamento, tipo de bomba e submergência	21
2.14	Tubulação de descarga	22
2.15	Tubulação de recalque	23
2.16	Tubulação Extravasora	24
2.17	Curvas do sistema hidráulico	25
2.18	Verificação dos Tempos de Ciclo com a Curva da Bomba de Referência	32
	EBE 003 – ESTRADA BENJAMIN ALTMAYER	33
2.19	Tipo de bomba e formato da elevatória	33
2.20	Vazão	33

2.21	Poço de sucção.....	34
2.22	Capacidade de bombeamento, tipo de bomba e submersão.....	36
2.23	Tubulação de descarga.....	37
2.24	Tubulação de recalque.....	38
2.25	Tubulação extravasora.....	39
2.26	Curvas do sistema hidráulico	40
2.27	Verificação dos Tempos de Ciclo com a Curva da Bomba de Referência	46

1 PROJETO DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO DE ESGOTO BRUTO

Dada a concepção do sistema de redes coletoras, tem-se a necessidade de implantação de três elevatórias de esgoto para alcance de cota, a fim de possibilitar a maior vazão de chegada à ETE Roselândia.

- 1) Estação de bombeamento EB001 localizada na Rua Francisco Alves;
- 2) Estação de bombeamento EB002 localizada na Rua João Alfredo Kraemer
- 3) Estação de bombeamento EB003 localizada na Estrada Benjamin Altmayer;.

Conforme as planilhas de dimensionamento do sistema têm-se as seguintes vazões para as elevatórias:

Tabela 1: Vazões das elevatórias.

	Q inicial (l/s)	Q final (l/s)
EBE 001	2,51	3,13
EBE 002	4,89	6,21
EBE 003	2,16	2,82

Devido às baixas vazões de dimensionamento das elevatórias, as mesmas poderão ser implantadas no leito da rua ou nos passeios, sem a necessidade de grandes estruturas ou áreas que necessitem desapropriações.

2 EBE001 – RUA FRANCISCO ALVES

2.1 Tipo de bomba e formato da elevatória

Definiu-se que a estação de bombeamento seria dotada de bombas submersíveis para poço úmido, dada a economicidade que estas representam para as condições de projeto.

Terá o formato retangular em planta e foi projetada inserida no terreno, no leito da Rua Francisco Alves

2.2 Vazão

As vazões máximas e mínimas afluentes à estação elevatória são:

Tabela 2: Vazões afluentes da EBE001.

	L/s	m³/s	m³/min
Q _{mín}	2,2122	0,002212	0,13272
Q _{máx}	3,1296	0,003129	0,18774
Q _b (vazão de bombeamento adotada)	6,2224	0,006222	0,37332

2.3 Poço de sucção

A estação de bombeamento de esgoto bruto EB001 será dotada de cesto içável, para remoção de sólidos grosseiros com diâmetros iguais ou maiores que 1,9 cm (3/4"). As características principais os critérios de cálculo da mesma são descrito em sequência.

- Volume:

$$\frac{Q_b \cdot t}{V_u} = 4$$

Onde:

Q_b= Vazão de entrada, m³/min;

t = tempo de ciclo, min – adotado 7,50min;

V_u= volume útil do poço de sucção, m³.

Logo:

$$\frac{Qb \cdot 7,50}{V_u} = 4$$

$$V_u = 1,875 \cdot Qb$$

- Volume útil do poço de sucção:

$$V_u = 1,875 \cdot 0,3733 = 0,70m^3$$

- Dimensionais:

Adotando-se para o poço de bombas o formato circular com 1,5 m de diâmetro, a altura de líquido no poço será:

$$H_u = \frac{4 \cdot V_u}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,70}{\pi \cdot 1,5^2}$$

$$H_u = 0,396m$$

$$H_u = 0,40m \text{ (adotado)}$$

- Verificação dos ciclos de operação das bombas:

$$t = \frac{V_u}{Q}$$

Sendo:

V_u em m^3

Q em m^3/min .

Para a vazão mínima afluyente, o tempo de enchimento do poço será de:

$$t = \frac{V_u}{Q_{\text{mín}}} = \frac{0,70}{0,13272}$$

$$t = 5,27 \text{ minutos}$$

Para a vazão máxima afluyente, o tempo de enchimento do poço será de:

$$t = \frac{V_u}{Q_{m\acute{a}x}} = \frac{0,70}{0,18774}$$

$$t = 3,73 \text{ minutos}$$

Para a vazão de bombeamento, o tempo de esvaziamento do poço será de:

$$t = \frac{V_u}{Q_b} = \frac{0,70}{0,37332}$$

$$t = 1,88 \text{ minutos}$$

Tempo de ciclo máximo:

$$t = t_{m\acute{i}n} + t_b$$

$$t = 5,27 + 1,88$$

$$t = 7,15 \text{ minutos} - \text{Ok, } t < 30 \text{ minutos;}$$

Tempo de ciclo mínimo

$$t = t_{m\acute{a}x} + t_b$$

$$t = 3,73 + 1,88$$

$$t = 5,61 \text{ minutos} - \text{Ok, } t < 30 \text{ minutos; (período máximo admitido para retenção do líquido).}$$

2.4 Capacidade de bombeamento, tipo de bomba e submersão

- Capacidade:

Foram previstas duas bombas de igual capacidade, uma operativa e uma de reserva. Assim, a capacidade de cada bomba será igual ou maior à vazão máxima afluyente, neste caso adotada como:

$$Q_b = 6,2224 \text{ l/s}$$

Como o diâmetro da tubulação de recalque (conforme avaliação em tópico seguinte) é DN 80, DE 98, DI 86 F°F°K9, e admitindo a utilização de inversores de frequência para os grupos motor-bomba, recomenda-se que a vazão mínima de bombeamento esteja associada à velocidade mínima sugerida pela Norma 12208.

Assim:

$$Q_{\text{mín},\text{bomb}} = \frac{\pi \cdot DI^2}{4} \cdot V_{\text{mín}}$$

Onde:

$Q_{\text{mín},\text{bomb}}$ = vazão mínima de sucção, m³/s;

DI = diâmetro interno, m;

$V_{\text{mín}}$ = velocidade mínima na sucção, m/s – considerada 0,6m/s;

$$Q_{\text{mín},\text{bomb}} = \frac{\pi \cdot 0,086^2}{4} \cdot 0,6$$

$$Q_{min,bomb} = 0,00348m^3/s - 3,48 l/s - ok.$$

- Tipo de bomba:

Serão utilizadas bombas do tipo submersíveis, de poço úmido.

- Submergência mínima:

A submergência mínima (altura mínima de água acima da “boca” de sucção da bomba) com vistas a evitar-se a cavitação, foi fixada em 0,30 m, na situação mais desfavorável, com vistas a evitar vórtices. Verificando-se esta condição frente ao diâmetro nominal (DN), tem-se:

$$h = 1,5 \cdot DN = 1,5 \cdot 0,08 = 0,12m$$

$$0,12m < 0,30m - ok!$$

2.5 Tubulação de descarga

a) descarga individual:

Como o diâmetro da tubulação de recalque (conforme avaliação em tópico seguinte) é DI 0,086 , tem-se:

$V_r = 0,60 m/s$ - Como serão utilizadas duas bombas, uma operativa e uma de reserva adotar-se-á a mesma velocidade para o cálculo do diâmetro de cada tubulação de descarga individual;

$$D_{individual} = 0,086m = \text{diâmetro interno - DI 86 (F°F°K-9).};$$

b) descarga comum:

Adotar-se-á para diâmetro desta o mesmo adotado para a tubulação de recalque (conforme avaliação em tópico seguinte):

$$D_{comum} = 0,086m = \text{diâmetro interno - DI 86 (FºFºK-9)};$$

2.6 Tubulação de recalque

A escolha do diâmetro foi realizada com base na equação de Bresse:

$$D_r = k \cdot \sqrt{Q}$$

Onde:

D = diâmetro, em m;

k = coeficiente de Bresse, adotado igual a 1,0;

Q = vazão recalcada, em m³/s.

$$D_r = 1,0 \cdot \sqrt{0,003733}$$

$$D_r = 0,061m, \text{ Adotado } \Rightarrow \text{DN 80, DE 98, DI 86 FºFºK-9.}$$

De acordo com a NBR-12208, para a descarga/recalque a velocidade deve estar compreendida entre:

$$0,60 \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$$

$$V_r = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$V_r = \frac{4 \cdot 0,003733}{\pi \cdot 0,086^2}$$

$$V_r = 1,07m/s - ok.$$

Verifica-se que a velocidade fica compreendida no intervalo recomendado pela Norma; como se trata de esgoto bruto, é importante que se limite o diâmetro a um valor que permita a passagem de alguns sólidos de maior diâmetro, sem que haja obstrução. Justifica-se, assim, a adoção de DI 86.

O comprimento da linha de recalque foi estimado em:

$$L_r = 180,00m$$

O material da tubulação será o F^oF^oK-9.

2.7 Tubulação extravasora

Foi adotada para o sistema uma tubulação extravasora de PVC DN150. A cota de saída da mesma, na EBE 01 é de 34,70m, conforme projeto hidromecânico e detalhe da tubulação extravasora.

O extravasor da EBE será conectado ao sistema de drenagem pluvial mais próximo do local, que, segundo a base de dados da Prefeitura Municipal, localiza-se na Rua Granada à 9,00 metros de distância da EBE 001.

Para os trechos de extravasor assentados com cobertura menor que 0,90m está previsto envelopamento de concreto simples.

Cota de saída do extravasor na EBE 001 = 34,50m

Cota de chegada no sistema de drenagem público: 34,45m

A declividade mínima adotada, a fim de se obter a tensão trativa ou de arraste média de 1,0 Pa, foi estabelecida pela expressão:

$$I_{mín} = 0,0061 \times Q^{-0,49}(PVC)$$

Onde:

$I_{\min}$ = declividade mínima, em m/m;

Q = vazão mínima, em l/s.

De onde resulta a inclinação mínima de 0,0034 m/m.

Declividade adotada 0,005 m/m, maior que a mínima, ok.

2.8 Curvas do sistema hidráulico

- Desníveis geométricos de recalque:

Os desníveis geométricos de recalque são definidos pela diferença entre a cota de descarga no PV receptor (neste caso, identificado como PV046, conforme planilha de cálculo da rede), e as cotas máximas e mínimas no poço de sucção.

No PV046, a cota do terreno natural é 39,59 m. Com vistas a se obter uma profundidade da rede que garanta o recobrimento mínimo na linha de recalque, a cota de descarga no PV como sendo 38,24 m. Logo:

Cota de descarga no PV 046 38,32 m

Cota do nível máximo de líquido no poço de sucção 32,11 m

Cota do nível mínimo de líquido no poço de sucção 31,71 m

Logo:

$$HG_{\max} = Cota_{\text{descarga}} - Cota_{\text{nível,mín}}$$

$$HG_{\max} = 38,32 - 31,71$$

$$HG_{\max} = 6,61m$$

$$HG_{\min} = Cota_{\text{descarga}} - Cota_{\text{nível,máx}}$$

$$HG_{\min} = 38,32 - 32,11$$

$$HG_{min} = 6,21m$$

- Perdas de carga:

A verificação hidráulica da tubulação de recalque foi realizada a partir das equações de Darcy-Weisbach e Colebrook-White, considerando-se o escoamento em conduto forçado por recalque. Assim, as perdas de carga lineares ou distribuídas resultaram da aplicação dos modelos:

$$\Delta H_L = \frac{f \cdot L \cdot V^2}{D \cdot 2 \cdot g} \rightarrow (D - W)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon_s}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \rightarrow (C - W)$$

Onde:

f = coeficiente de perdas, adimensional;

L = comprimento de tubulação, em m;

V = velocidade de escoamento do líquido, em m/s;

D = diâmetro nominal da tubulação, em m;

ε_s = rugosidade equivalente a areia de Nikuradse (0,1 mm para tubo de ferro fundido);

Re = número de Reynolds [$Re = (VD)/\nu$] (adimensional);

As perdas de carga singulares ou localizadas foram estimadas a partir da equação:

$$\Delta H_S = \frac{\sum k \cdot V^2}{2 \cdot g}$$

Onde:

Σk = somatório dos coeficientes de perda das singularidades, adimensional, adotado igual a 9,75 (sucção, descarga e recalque);

V = velocidade de escoamento do líquido, em m/s.

As perdas de carga totais resultam da soma das perdas distribuídas e localizadas:

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S$$

Para o recalque em estudo, obtém-se:

$$D = 0,08\text{m}$$

$$Q = 6,2224 \text{ L/s} = 0,003733 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$f = 0,02764$$

$$L = 143,35 \text{ m}$$

$$V = 1,07 \text{ m/s}$$

$$\Delta H_L = \frac{0,02764 \cdot 143,35 \cdot 1,07^2}{0,08 \cdot 2 \cdot 9,8}$$

$$\Delta H_L = 2,69\text{m}$$

$$\Delta H_S = \frac{8,65 \cdot 1,07^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$\Delta H_S = 0,51\text{m}$$

$$\Delta H_T = 2,69 + 0,51$$

$$\Delta H_T = 3,20\text{m}$$

- Alturas manométricas:

As alturas manométricas de recalque resultam da soma das alturas estáticas máxima e mínima com as perdas de carga totais:

$$AMT_{m\acute{a}x} = HG_{m\acute{a}x} + \Delta H_T$$

$$AMT_{m\acute{a}x} = 6,61 + 3,20$$

$$AMT_{m\acute{a}x} = 9,81m$$

$$AMT_{m\acute{i}n} = HG_{m\acute{i}n} + \Delta H_T$$

$$AMT_{m\acute{i}n} = 6,21 + 3,20$$

$$AMT_{m\acute{i}n} = 9,41m$$

- Potências consumida e instalada

A avaliação da potência consumida foi realizada a partir da adoção de um rendimento de 50 % para os conjuntos motor-bomba, compatível com os equipamentos normalmente utilizados em esgotos sanitários, utilizando-se o modelo em seqüência:

$$P (CV) = \frac{1000 \cdot Q \cdot AMT_{m\acute{a}x}}{75 \cdot \eta}$$

A potência instalada é a consumida acrescida de 10 %, fixando-se, no entanto como potência nominal de placa de motor, àquela cujo motor é produzido comercialmente, imediatamente superior à potência calculada.

- Potência consumida:

$$P = \frac{1000 \cdot 0,00622 \cdot 9,81}{75 \cdot 0,50}$$

$$P = 1,62CV$$

- Potência instalada:

$$P_{inst} = 1,62.1,10$$

$$P_{inst} = 1,79CV \Rightarrow \text{Adotado } 2,0 \text{ CV}$$

Na sequência é apresentada uma curva de bomba para referência comercial do projeto. A operação das bombas se dará através de inversores de frequência para ajustar os pontos de operação do sistema.



Figura 1: Curva de desempenho da bomba comercial de referência. EBE001.

Dados Técnicos - Desenhos Dimensionais para Instalações Fixas

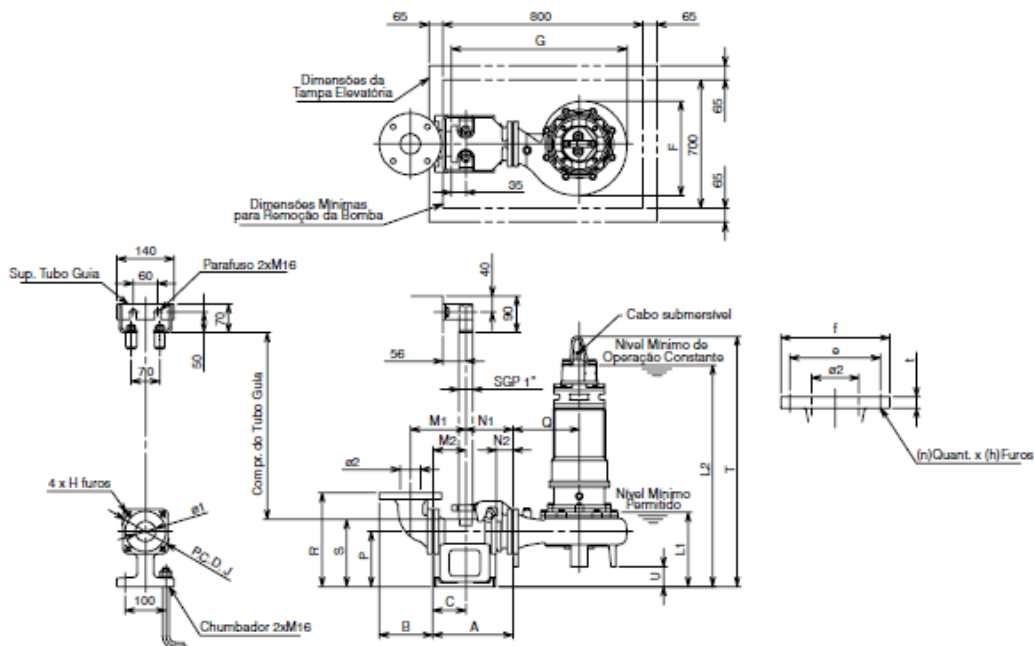
Com Conexão Rápida de Descarga (QDC)

Modelos

50DL, 2 cv

80DL, 2 cv

100DL, 2 ~ 5 cv



Nota:

1 - É permitido o funcionamento entre o nível mínimo de operação constante e o nível mínimo permitido por no máximo 10 minutos.

Flange (ANSI 125 PSI F.F) Dimensões: mm

e	e	f	t	n	h	b	(kg)
50	121	152	15,9	4	19	153	4,3
80	152	191	19	4	19	168	9,8
100	191	229	23,8	8	19	210	11,2

Dimensões: mm

FASE	DIÂM. Ø	MODELO DA BOMBA	POTÊNCIA		MODELO DO QDC	QDC																MOTOBOMBA						MASSA (kg)	
			KW	CV		A	B	C	H	J	M1	M2	N1	N2	P	R	S	Ø1	F	G	L1	L2	Q	T	U	MOTOBOMBA	QDC		
3	50	50DL61.5	1,5	2	LM65	215	152,5	95	12	140	160	95	120	45	145	250	190	65	257	464	210	683,5	180	787	50	63,5	14		
	80	80DL61.5	1,5	2	LM80	215	167,5	90	15	155	165	90	125	50	175	285	230	80	292	511	245	718,5	210	823	65	70,5	17		
	100	100DL61.5	1,5	2	LM80	215	210	90	15	155	195	90	125	50	175	300	230	80	267	494	245	718,5	200	819	25	80,5	17		
		100DL62.2	2,2	3	LM80	215	210	90	15	155	195	90	125	50	175	300	230	80	282	521	245	738	220	841	25	93,5	17		
		100DL63.7	3,7	5	LM80	215	210	90	15	155	195	90	125	50	175	300	230	80	282	521	245	778	220	881	25	101,5	17		

Figura 2: Dados técnicos da bomba comercial de referência. EBE001.

2.9 Verificação dos Tempos de Ciclo com a Curva da Bomba de Referência

Os tempos de enchimento do poço são os já calculados:

$t = 5,27 \text{ minutos}$, para a vazão afluyente mínima;

$t = 3,73 \text{ minutos}$, para a vazão afluyente máxima;

Para o ponto ilustrado da Figura 1, vazão de 6,30 l/s e AMT de 10,77 m, tem-se os seguintes tempos de esvaziamento (t_b):

$$t_b = \frac{V_u}{Q}$$

Q = capacidade de bombeamento, m^3/min ;

t = tempo de ciclo, min;

V_u = volume útil do poço de sucção, m^3 ;

$$t_b = \frac{V_u}{Q_b} = \frac{0,70}{0,378}$$

$$t_b = 1,85 \text{ minutos}$$

Assim, o tempo de ciclo máximo será:

$$t = t_{\text{mín}} + t_b$$

$$t = 5,27 + 1,85$$

$t = 7,12 \text{ minutos}$ - Ok, $t < 30 \text{ minutos}$ (período máximo admitido para retenção do líquido);

O tempo de ciclo mínimo será:

$$t = t_{\text{máx}} + t_b$$

$$t = 3,73 + 1,85$$

$$t = 5,58 \text{ minutos} - \text{Ok, } t < 30 \text{ minutos};$$

Verificação da velocidade de recalque:

$$V_r = \frac{4.0,00630}{\pi \cdot 0,086^2} = 1,08 \text{ m/s} - \text{Ok}$$

Assim sendo, a bomba de referência, no ponto de operação ilustrado (6,30 l/s e 10,77 m), atende ao ponto de operação projetado, com um rendimento de 48,08% e potência consumida de 1,85 CV (1,40kW), respeitando o período de retenção de líquido no poço e velocidade mínima de recalque, tanto para o tempo de ciclo máximo quanto para o mínimo.

EBE 002 – RUA JOÃO ALFREDO KRAEMER

2.10 Tipo de bomba e formato da elevatória

Definiu-se que a estação de bombeamento seria dotada de bombas submersíveis para poço úmido, dada a economicidade que estas representam para as condições de projeto. Terá o formato retangular em planta e foi projetada inserida no terreno, no leito da Rua João Alfredo Kraemer.

2.11 Vazão

As vazões máximas e mínimas afluentes à estação elevatória são:

	L/s	m³/s	m³/min
Fase 1 - Q _{mín}	4,44	0,004440	0,2664
Fase 1 - Q _{máx}	6,21	0,006210	0,3726
Fase 1 e 2 Q _b (vazão de bombeamento adotada)	27,00	0,027000	1,6200

Tabela 3: Vazões afluentes da EBE003.

A vazão de bombeamento adotada neste caso é maior que o dobro da vazão da Fase 1 máxima, pois há possibilidade que no futuro uma vazão concentrada seja lançada neste trecho de rede, sobrecarregando assim a EBE em questão. Esta vazão concentrada no final de plano é estimada em 7,29 litros por segundo, o que somado com a máxima atual (6,21 l/s) resulta 13,5 l/s. Adotando a vazão de bombeamento o dobro da máxima, resulta 27 l/s.

Assim, o dimensionamento da EBE é realizado para atender ambas as vazões máximas satisfatoriamente.

2.12 Poço de sucção

A estação de bombeamento de esgoto bruto EB002 será dotada de cesto içável, para remoção de sólidos grosseiros com diâmetros iguais ou maiores que 1,9 cm (3/4"). As características principais os critérios de cálculo da mesma são descrito em sequência.

- Volume:

$$\frac{Q_b \cdot t}{V_u} = 4$$

Onde:

Q_b = capacidade de bombeamento, m³/min;

t = tempo de ciclo, min – adotado 7,5min;

V_u = volume útil do poço de sucção, m³.

Logo:

$$\frac{Q_b \cdot 7,5}{V_u} = 4$$

$$V_u = 1,875 \cdot Q_b$$

- Volume útil do poço de sucção:

$$V_u = 1,875 \cdot 1,62 = 3,04m^3$$

- Dimensionais:

Adotando-se para o poço de bombas o formato circular com 1,5 m de diâmetro, a altura de líquido no poço será:

$$H_u = \frac{4 \cdot V_u}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 3,04}{\pi \cdot 1,5^2}$$

$$H_u = 1,72m$$

2.13 Capacidade de bombeamento, tipo de bomba e submergência

- Capacidade:

Foram previstas duas bombas de igual capacidade, uma operativa e uma de reserva. Assim, a capacidade de cada bomba será igual ou maior à vazão máxima afluyente, neste caso adotada como:

$$Q_b = 27,00 \text{ l/s}$$

Como o diâmetro da tubulação de recalque (conforme avaliação em tópico seguinte) é DN 150, DE 160, DI 158 F°F°K9, recomenda-se que a vazão mínima de bombeamento esteja associada à velocidade mínima sugerida pela Norma 12208.

Assim:

$$Q_{\min, \text{bomb}} = \frac{\pi \cdot DI^2}{4} \cdot V_{\min}$$

Onde:

$Q_{\min, \text{bomb}}$ = vazão mínima de sucção, m³/s;

DI = diâmetro interno, m;

$V_{\min}$ = velocidade mínima na sucção, m/s – considerada 0,6m/s;

$$Q_{\min, bomb} = \frac{\pi \cdot 0,164^2}{4} \cdot 0,6$$

$$Q_{\min, bomb} = 0,01176 m^3/s - 11,76 l/s - ok.$$

- Tipo de bomba:

Serão utilizadas bombas do tipo submersíveis, de poço úmido.

- Submergência mínima:

A submergência mínima (altura mínima de água acima da “boca” de sucção da bomba) com vistas a evitar-se a cavitação, foi fixada em 0,30 m, na situação mais desfavorável, com vistas a evitar vórtices. Verificando-se esta condição frente ao diâmetro nominal (DN), tem-se:

$$h = 1,5 \cdot DN = 1,5 \cdot 0,158 = 0,237m$$

$$0,237m < 0,30m - ok!$$

2.14 Tubulação de descarga

a) descarga individual:

Como o diâmetro da tubulação de recalque (conforme avaliação em tópico seguinte) é DI 0,158 , tem-se:

$V_r = 1,61 m/s$ - Como serão utilizadas duas bombas, uma operativa e uma de reserva adotar-se-á a mesma velocidade para o cálculo do diâmetro de cada tubulação de descarga individual;

$$D_{individual} = 0,158m = \text{diâmetro interno - DI 158 (F°F°K-9).};$$

b) descarga comum:

Adotar-se-á para diâmetro desta o mesmo adotado para a tubulação de recalque (conforme avaliação em tópico seguinte):

$$D_{comum} = 0,158m = \text{diâmetro interno - DI 158 (F°F°K-9).};$$

2.15 Tubulação de recalque

A escolha do diâmetro foi realizada com base na equação de Bresse:

$$D_r = k \cdot \sqrt{Q}$$

Onde:

D = diâmetro, em m;

k = coeficiente de Bresse, adotado igual a 1,0;

Q = vazão recalcada, em m³/s.

$$D_r = 1,0 \cdot \sqrt{0,0270}$$

$$D_r = 0,158m, \text{ Adotado } \Rightarrow \text{DN 150, DE 160, DI 152 F°F°K-9.}$$

De acordo com a NBR-12208, para a descarga/recalque a velocidade deve estar compreendida entre:

$$0,60 \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$$

$$V_r = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$V_r = \frac{4.0,027}{\pi \cdot 0,158^2}$$

$$V_r = 1,61m/s - ok.$$

Verifica-se que a velocidade fica compreendida no intervalo recomendado pela Norma; como se trata de esgoto bruto, é importante que se limite o diâmetro a um valor que permita a passagem de alguns sólidos de maior diâmetro, sem que haja obstrução. Justifica-se, assim, a adoção de DI 158.

O comprimento da linha de recalque foi estimado conservadoramente em:

$$L_r = 34,60m$$

O material da tubulação será o F°F°K-9.

Para a travessia da galeria pluvial do Arroio Roselândia, na Rua João Alfredo Kraemer, a tubulação de recalque foi forçada a passar em cotas mais altas do que a galeria, evitando interferências com a mesma. Para isso, os trechos com cobrimentos menores do que 90 cm serão envelopados com concreto, conforme indica o detalhamento da linha de recalque.

2.16 Tubulação Extravasora

Foi adotada para o sistema uma tubulação extravasora de PVC DN150. A cota de saída da mesma, na EBE 03 é de 32,41m, conforme projeto hidromecânico e projeto da tubulação extravasora.

O extravasor da EBE será conectado ao sistema de drenagem pluvial mais próximo do local, que, segundo a base de dados da Prefeitura Municipal, localiza-se na Rua João Alfredo Kraemer, à 22,00 metros de distância da EBE 002.

Para os trechos de extravasor assentados com cobrimento menor que 0,65m está previsto envelopamento de concreto simples.

Cota de saída do extravasor na EBE 003 32,41 m

Cota de chegada do extravasor na rede pública 32,30 m

A declividade mínima adotada, a fim de se obter a tensão trativa ou de arraste média de 1,0 Pa, foi estabelecida pela expressão:

$$I_{\min} = 0,0061 \times Q^{-0,49} (\text{PVC})$$

Onde:

$I_{\min}$ = declividade mínima, em m/m;

Q = vazão mínima, em l/s.

De onde resulta a inclinação mínima de 0,0017 m/m.

Inclinação adotada 0,005 m/m, maior que a mínima, ok.

2.17 Curvas do sistema hidráulico

- Desníveis geométricos de recalque:

Os desníveis geométricos de recalque são definidos pela diferença entre a cota de descarga no PV receptor (neste caso, identificado como PV043, conforme planilha de cálculo da rede), e as cotas máximas e mínimas no poço de sucção.

No P0437, a cota do terreno natural é 33,69 m. Com vistas a se obter uma profundidade da rede que garanta o recobrimento mínimo na linha de recalque, cota de descarga no PV como sendo 32,47 m. Logo:

Cota de descarga no PV043 32,47 m

Cota do nível máximo de líquido no poço de sucção..... 31,35 m

Cota do nível mínimo de líquido no poço de sucção 29,63 m

Logo:

$$HG_{m\acute{a}x} = Cota_{descarga} - Cota_{n\acute{i}vel,m\acute{i}n}$$

$$HG_{m\acute{a}x} = 32,47 - 29,63$$

$$HG_{m\acute{a}x} = 2,84$$

$$HG_{m\acute{i}n} = Cota_{descarga} - Cota_{n\acute{i}vel,m\acute{a}x}$$

$$HG_{m\acute{i}n} = 32,47 - 31,35$$

$$HG_{m\acute{i}n} = 1,12m$$

- Perdas de carga:

A verificação hidráulica da tubulação de recalque foi realizada a partir das equações de Darcy-Weisbach e Colebrook-White, considerando-se o escoamento em conduto forçado por recalque. Assim, as perdas de carga lineares ou distribuídas resultaram da aplicação dos modelos:

$$\Delta H_L = \frac{f \cdot L \cdot V^2}{D \cdot 2 \cdot g} \rightarrow (D - W)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon_s}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \rightarrow (C - W)$$

Onde:

f = coeficiente de perdas, adimensional;

L = comprimento de tubulação, em m;

V = velocidade de escoamento do líquido, em m/s;

D = diâmetro nominal da tubulação, em m;

ε_s = rugosidade equivalente a areia de Nikuradse (0,1 mm para tubo de ferro fundido);

R_e = número de Reynolds [$R_e = (VD)/\nu$] (adimensional);

As perdas de carga singulares ou localizadas foram estimadas a partir da equação:

$$\Delta H_S = \frac{\sum k \cdot V^2}{2 \cdot g}$$

Onde:

$\sum k$ = somatório dos coeficientes de perda das singularidades, adimensional, adotado igual a 10 (sucção, descarga e recalque);

V = velocidade de escoamento do líquido, em m/s.

As perdas de carga totais resultam da soma das perdas distribuídas e localizadas:

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S$$

Para o recalque em estudo, obtém-se:

$$D = 0,158\text{m}$$

$$Q = 27,00 \text{ L/s} = 0,0270 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$f = 0,02316$$

$$L = 34,60 \text{ m}$$

$$V = 1,38 \text{ m/s}$$

$$\Delta H_L = \frac{0,02316.34,60.1,38^2}{0,158.2.9,8}$$

$$\Delta H_L = 0,49m$$

$$\Delta H_S = \frac{8,65.1,38^2}{2.9,8}$$

$$\Delta H_S = 0,84m$$

$$\Delta H_T = 0,49 + 0,84$$

$$\Delta H_T = 1,33m$$

- Alturas manométricas:

As alturas manométricas de recalque resultam da soma das alturas estáticas máxima e mínima com as perdas de carga totais:

$$AMT_{máx} = HG_{máx} + \Delta H_T$$

$$AMT_{máx} = 2,84 + 1,33$$

$$AMT_{máx} = 4,17$$

$$AMT_{mín} = HG_{mín} + \Delta H_T$$

$$AMT_{mín} = 1,12 + 1,33$$

$$AMT_{mín} = 2,45m$$

- Potências consumida e instalada

A avaliação da potência consumida foi realizada a partir da adoção de um rendimento de 50 % para os conjuntos motor-bomba, compatível com os equipamentos normalmente utilizados em esgotos sanitários, utilizando-se o modelo em seqüência:

$$P (CV) = \frac{1000.Q.AMT_{m\acute{a}x}}{75.\eta}$$

A potência instalada é a consumida acrescida de 10 %, fixando-se, no entanto como potência nominal de placa de motor, àquela cujo motor é produzido comercialmente, imediatamente superior à potência calculada.

- Potência consumida:

$$P = \frac{1000.0,02700.4,17}{75.0,50}$$

$$P = 3,00CV$$

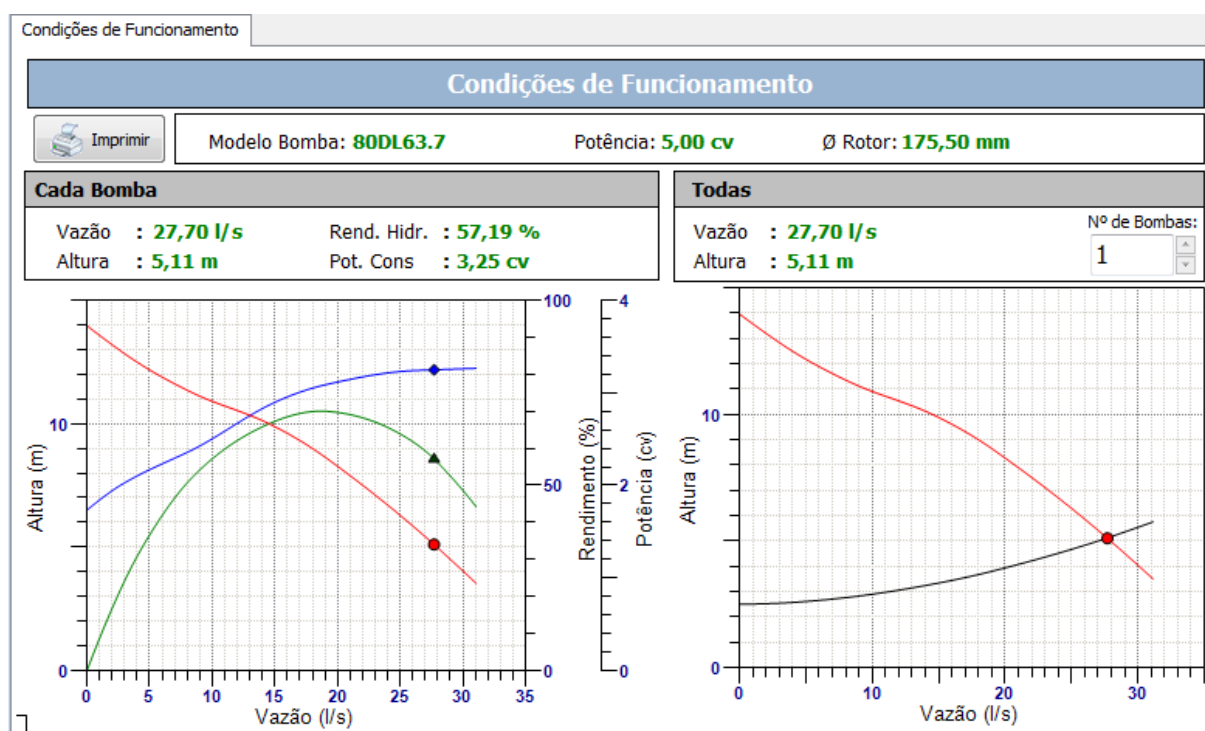
- Potência instalada:

$$P_{inst} = 3,0.1,10$$

$$P_{inst} = 3,30CV \Rightarrow \text{Adotado } 4,0 \text{ CV}$$

Na seqüência é apresentada uma curva de bomba para referência comercial do projeto. A operação das bombas se dará através de inversores de frequência para ajustar os pontos de operação do sistema.

Figura 3: Curva de desempenho da bomba comercial de referência. EBE002.



Bombas Submersíveis EBARA

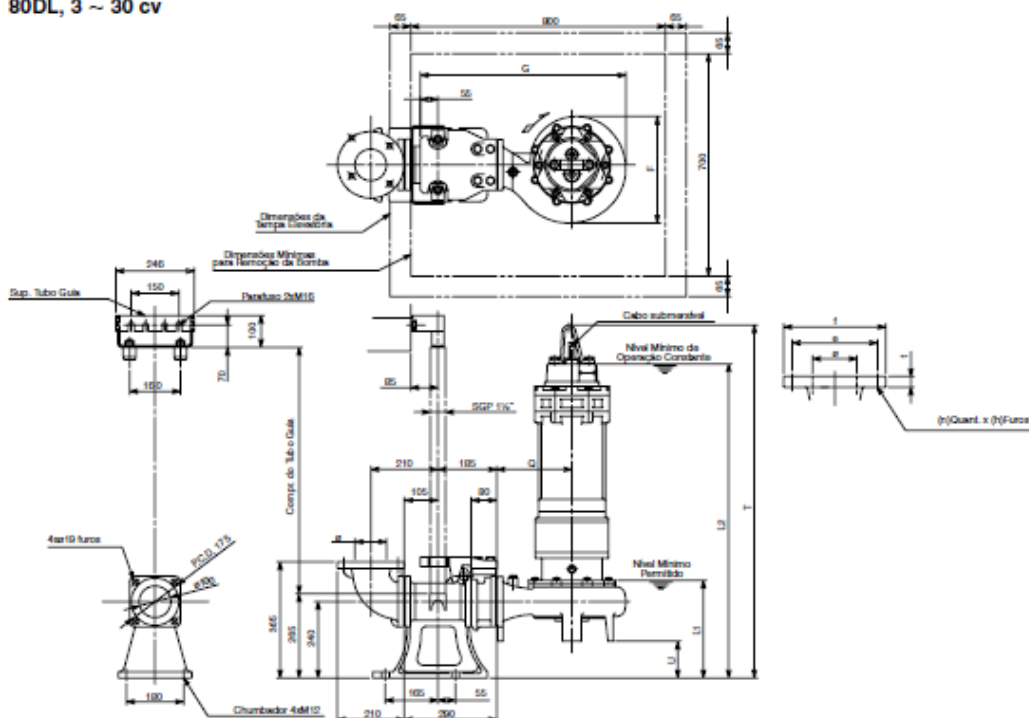
Modelo DL

Dados Técnicos - Desenhos Dimensionais para Instalações Fixas

Com Conexão Rápida de Descarga (QDC)

Modelo

80DL, 3 ~ 30 cv



Nota:

1 - É permitido o funcionamento entre o nível mínimo de operação constante e o nível mínimo permitido por no máximo 10 minutos.

Flange (ANSI 125 PSI F.F) Dimensões: mm

ø	e	f	t	n	h	(kg)
80	152	191	19	4	19	9,8
100	191	229	23,8	8	19	11,2

Dimensões: mm

FASE	DIÂM. Ø	MODELO DA BOMBA	POTÊNCIA		MODELO DO QDC	MOTOBOMBA							MASSA (kg)	
			KW	CV		F	G	L1	L2	Q	T	U	MOTOBOMBA	QDC
3	80	80DL62.2	2,2	3	LL100	335	644	320	813	235	917	115	98	46
	100	80DL63.7	3,7	5	LL100	335	644	320	853	235	957	115	98	46
		80DL65.5	5,5	7,5	LL100	335	644	395	887,5	235	1109,5	115	150	46
		80DL67.5	7,5	10	LL100	369	676	300	892,5	250	1016,5	42	162	46
		80DL611	11	15	LL100	385	703	295	946	270	1116	42	221	46
		80DL615	15	20	LL100	385	703	315	1011	270	1186	42	264	46
		80DL618	18,5	25	LL100	402	730	315	1051	290	1226	42	298	46
		80DL622	22	30	LL100	402	730	315	1051	290	1226	42	323	46

Figura 4: Dados técnicos da bomba comercial de referência. EBE002.

2.18 Verificação dos Tempos de Ciclo com a Curva da Bomba de Referência

Os tempos de enchimento do poço são os já calculados:

$t = 11,41$ minutos, para a vazão afluyente mínima;

$t = 3,75$ minutos, para a vazão afluyente máxima;

Para o ponto ilustrado da Figura 6, vazão de 27,70 l/s e AMT de 5,11 m, tem-se os seguintes tempos de esvaziamento (t_b):

$$t_b = \frac{V_u}{Q}$$

Q = capacidade de bombeamento, m³/min;

t = tempo de ciclo, min;

V_u = volume útil do poço de sucção, m³;

$$t_b = \frac{V_u}{Q_b} = \frac{3,04}{1,662}$$

$$t_b = 1,83 \text{ minutos}$$

Assim, o tempo de ciclo máximo será:

$$t = t_{\min} + t_b$$

$$t = 11,41 + 1,83$$

$t = 13,24$ minutos - Ok, $t < 30$ minutos (período máximo admitido para retenção do líquido);

O tempo de ciclo mínimo será:

$$t = t_{\max} + t_b$$

$$t = 3,75 + 1,83$$

$t = 5,58$ minutos - Ok, $t < 30$ minutos;

Verificação da velocidade de recalque:

$$V_r = \frac{4.0,0277}{\pi.0,158^2} = 1,41\text{m/s} - \text{Ok}$$

Assim sendo, a bomba de referência, no ponto de operação ilustrado (27,70 l/s e 5,11 m), atende ao ponto de operação projetado, com um rendimento de 57,19% e potência consumida de 3,25 CV (2,45 kW), respeitando o período de retenção de líquido no poço e a velocidade mínima de recalque, tanto para o tempo de ciclo máximo quanto para o mínimo.

EBE 003 – ESTRADA BENJAMIN ALTMAYER

O dimensionamento hidráulico da EBE 003 segue os mesmos critérios adotados para a EBE 001, conforme descrito anteriormente.

2.19 Tipo de bomba e formato da elevatória

Em comum acordo com a fiscalização da COMUSA, definiu-se que a estação de bombeamento seria dotada de bombas submersíveis para poço úmido, dada a economicidade que estas representam para as condições de projeto. Terá o formato retangular em planta e foi projetada inserida no passeio público da Estrada Benjamin Altmayer.

2.20 Vazão

As vazões máximas e mínimas afluentes à estação elevatória são:

Tabela 4: Vazões afluentes da EBE003.

	L/s	m³/s	m³/min
Q _{mín}	2,16	0,00216	0,1296
Q _{máx}	2,82	0,00282	0,1692
Q _b (vazão de bombeamento adotada)	5,65	0,00565	0,3390

2.21 Poço de sucção

A estação de bombeamento de esgoto bruto EB002 será dotada de cesto içável, para remoção de sólidos grosseiros com diâmetros iguais ou maiores que 1,9 cm (3/4"). As características principais os critérios de cálculo da mesma são descrito em sequência.

- Volume útil do poço de sucção:

$$V_u = 0,64 \text{ m}^3$$

- Dimensionais:

Adotando-se para o poço de bombas o formato circular com 1,50 m de diâmetro, a altura de líquido no poço será:

$$H_u = \frac{4 \cdot V_u}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,64}{\pi \cdot 1,5^2}$$

$$H_u = 0,36 \text{ m}$$

- Verificação dos ciclos de operação das bombas:

$$t = \frac{V_u}{Q}$$

Sendo:

V_u em m^3

Q em m^3/min .

Para a vazão mínima afluyente, o tempo de enchimento do poço será de:

$$t = \frac{V_u}{Q_{\text{mín}}} = \frac{0,64}{0,1296}$$

$$t = 4,94 \text{ minutos}$$

Para a vazão máxima afluyente, o tempo de enchimento do poço será de:

$$t = \frac{V_u}{Q_{\text{máx}}} = \frac{0,64}{0,1692}$$

$$t = 3,78 \text{ minutos}$$

Para a vazão de bombeamento, o tempo de esvaziamento do poço será de:

$$t = \frac{V_u}{Q_b} = \frac{0,64}{0,339}$$

$$t = 1,88 \text{ minutos}$$

Tempo de ciclo máximo:

$$t = t_{\text{mín}} + t_b$$

$$t = 4,94 + 1,88$$

$$t = 6,82 \text{ minutos} - \text{Ok, } t < 30 \text{ minutos;}$$

Tempo de ciclo mínimo

$$t = t_{\text{máx}} + t_b$$

$$t = 3,78 + 1,88$$

$$t = 5,66 \text{ minutos} - \text{Ok, } t < 30 \text{ minutos;}$$

(período máximo admitido para retenção do líquido).

2.22 Capacidade de bombeamento, tipo de bomba e submersão

- Capacidade:

Foram previstas duas bombas de igual capacidade, uma operativa e uma de reserva. Assim, a capacidade de cada bomba será igual ou maior à vazão máxima afluyente, neste caso adotada como:

$$Q_b = 5,65 \text{ l/s}$$

Como o diâmetro da tubulação de recalque (conforme avaliação em tópico seguinte) é DN 80, DE 98, DI 86 F°F°K9, e admitindo a utilização de inversores de frequência para os grupos motor-bomba, recomenda-se que a vazão mínima de bombeamento esteja associada à velocidade mínima sugerida pela Norma 12208.

Assim:

$$Q_{\min,bomb} = \frac{\pi \cdot DI^2}{4} \cdot V_{\min}$$

Onde:

$Q_{\min,bomb}$ = vazão mínima de sucção, m³/s;

DI = diâmetro interno, m;

$V_{\min}$ = velocidade mínima na sucção, m/s – considerada 0,6m/s;

$$Q_{\min,bomb} = \frac{\pi \cdot 0,086^2}{4} \cdot 0,6$$

$$Q_{\min,bomb} = 0,00348 m^3/s - 3,48 l/s - ok.$$

- Tipo de bomba:

Serão utilizadas bombas do tipo submersíveis, de poço úmido.

- Submergência mínima:

A submergência mínima (altura mínima de água acima da “boca” de sucção da bomba) com vistas a evitar-se a cavitação, foi fixada em 0,30 m, na situação mais desfavorável, com vistas a evitar vórtices. Verificando-se esta condição frente ao diâmetro nominal (DN), tem-se:

$$h = 1,5 \cdot DN = 1,5 \cdot 0,08 = 0,12m$$

$$0,12m < 0,30m - ok!$$

2.23 Tubulação de descarga

a) descarga individual:

Como o diâmetro da tubulação de recalque (conforme avaliação em tópico seguinte) é DI 0,086 , tem-se:

$V_r = 0,60 m/s$ - Como serão utilizadas duas bombas, uma operativa e uma de reserva adotar-se-á a mesma velocidade para o cálculo do diâmetro de cada tubulação de descarga individual;

$$D_{individual} = 0,086m = \text{diâmetro interno} - DI 86 (F^{\circ}F^{\circ}K-9).;$$

b) descarga comum:

Adotar-se-á para diâmetro desta o mesmo adotado para a tubulação de recalque (conforme avaliação em tópico seguinte):

$$D_{comum} = 0,086m = \text{diâmetro interno - DI 86 (FºFºK-9);}$$

2.24 Tubulação de recalque

A escolha do diâmetro foi realizada com base na equação de Bresse:

$$D_r = k \cdot \sqrt{Q}$$

Onde:

D = diâmetro, em m;

k = coeficiente de Bresse, adotado igual a 1,0;

Q = vazão recalcada, em m³/s.

$$D_r = 1,0 \cdot \sqrt{0,005650}$$

$$D_r = 0,0809m, \text{ Adotado } \Rightarrow \text{DN 80, DE 98, DI 86 FºFºK-9.}$$

De acordo com a NBR-12208, para a descarga/recalque a velocidade deve estar compreendida entre:

$$0,60 \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$$

$$V_r = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$V_r = \frac{4 \cdot 0,005650}{\pi \cdot 0,086^2}$$

$$V_r = 0,97m/s - ok.$$

Verifica-se que a velocidade fica compreendida no intervalo recomendado pela Norma; como se trata de esgoto bruto, é importante que se limite o diâmetro a um valor que permita a passagem de alguns sólidos de maior diâmetro, sem que haja obstrução. Justifica-se, assim, a adoção de DI 86.

O comprimento da linha de recalque foi estimado em 15 estacas de 20m mais 4,0m:

$$L_r = 304,00m$$

O material da tubulação será o FºFºK-9.

2.25 Tubulação extravasora

Foi adotada para o sistema uma tubulação extravasora de PVC DN150. A cota de saída da mesma, na EBE 02 é de 37,15m, conforme projeto hidromecânico e detalhe da tubulação extravasora.

O extravasor da EBE será conectado ao sistema de drenagem pluvial mais próximo do local, que, segundo a base de dados da Prefeitura Municipal, localiza-se na Estrada Benjamin Altmayer, à 25,00 metros de distância da EBE 002.

Para os trechos de extravasor assentados com cobertura menor que 0,90m está previsto envelopamento de concreto simples.

Cota de saída do extravasor na EBE 003 36,90 m

Cota de chegada do extravasor na rede pública 36,77 m

A declividade mínima adotada, a fim de se obter a tensão trativa ou de arraste média de 1,0 Pa, foi estabelecida pela expressão:

$$I_{\min} = 0,0061 \times Q^{-0,49}(\text{PVC})$$

Onde:

$I_{\min}$ = declividade mínima, em m/m;

Q = vazão mínima, em l/s.

De onde resulta a inclinação mínima de 0,00367 m/m.

Adotada declividade de 0,005 m/m, maior que a mínima, ok.

2.26 Curvas do sistema hidráulico

- Desníveis geométricos de recalque:

Os desníveis geométricos de recalque são definidos pela diferença entre a cota de descarga no PV receptor (neste caso, identificado como PV040, conforme planilha de cálculo da rede), e as cotas máximas e mínimas no poço de sucção.

No PV040, a cota do terreno natural é 44,91 m. Com vistas a se obter uma profundidade da rede que garanta o recobrimento mínimo na linha de recalque, fixou-se a cota de descarga no PV como sendo 43,72 m. Logo:

Cota de descarga no PV 040 43,72 m

Cota do nível máximo de líquido no poço de sucção..... 36,15 m

Cota do nível mínimo de líquido no poço de sucção 35,79 m

Logo:

$$HG_{\max} = Cota_{\text{descarga}} - Cota_{\text{nível,mín}}$$

$$HG_{\max} = 43,72 - 35,79$$

$$HG_{\max} = 7,93\text{m}$$

$$HG_{\min} = Cota_{descarga} - Cota_{nível,máx}$$

$$HG_{\min} = 43,72 - 36,15$$

$$HG_{\min} = 7,57m$$

- Perdas de carga:

A verificação hidráulica da tubulação de recalque foi realizada a partir das equações de Darcy-Weisbach e Colebrook-White, considerando-se o escoamento em conduto forçado por recalque. Assim, as perdas de carga lineares ou distribuídas resultaram da aplicação dos modelos:

$$\Delta H_L = \frac{f \cdot L \cdot V^2}{D \cdot 2 \cdot g} \rightarrow (D - W)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon_s}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \rightarrow (C - W)$$

Onde:

f = coeficiente de perdas, adimensional;

L = comprimento de tubulação, em m;

V = velocidade de escoamento do líquido, em m/s;

D = diâmetro nominal da tubulação, em m;

ε_s = rugosidade equivalente a areia de Nikuradse (0,1 mm para tubo de ferro fundido);

Re = número de Reynolds [$Re = (VD)/\nu$] (adimensional);

As perdas de carga singulares ou localizadas foram estimadas a partir da equação:

$$\Delta H_S = \frac{\sum k \cdot V^2}{2 \cdot g}$$

Onde:

Σk = somatório dos coeficientes de perda das singularidades, adimensional, adotado igual a 10 (sucção, descarga e recalque);

V = velocidade de escoamento do líquido, em m/s.

As perdas de carga totais resultam da soma das perdas distribuídas e localizadas:

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S$$

Para o recalque em estudo, obtém-se:

$$D = 0,08m$$

$$Q = 5,65 \text{ L/s} = 0,00565 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$f = 0,02778$$

$$L = 304 \text{ m}$$

$$V = 0,97 \text{ m/s}$$

$$\Delta H_L = \frac{0,02778 \cdot 304 \cdot 0,97^2}{0,08 \cdot 2 \cdot 9,8}$$

$$\Delta H_L = 4,71m$$

$$\Delta H_S = \frac{7,75 \cdot 0,97^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$\Delta H_S = 0,38m$$

$$\Delta H_T = 4,71 + 0,38$$

$$\Delta H_T = 5,09m$$

- Alturas manométricas:

As alturas manométricas de recalque resultam da soma das alturas estáticas máxima e mínima com as perdas de carga totais:

$$AMT_{m\acute{a}x} = HG_{m\acute{a}x} + \Delta H_T$$

$$AMT_{m\acute{a}x} = 7,93 + 5,09$$

$$AMT_{m\acute{a}x} = 13,02m$$

$$AMT_{m\acute{i}n} = HG_{m\acute{i}n} + \Delta H_T$$

$$AMT_{m\acute{i}n} = 7,57 + 5,09$$

$$AMT_{m\acute{i}n} = 12,66m$$

- Potências consumida e instalada

A avaliação da potência consumida foi realizada a partir da adoção de um rendimento de 50 % para os conjuntos motor-bomba, compatível com os equipamentos normalmente utilizados em esgotos sanitários, utilizando-se o modelo em seqüência:

$$P (CV) = \frac{1000.Q.AMT_{m\acute{a}x}}{75.\eta}$$

A potência instalada é a consumida acrescida de 10 %, fixando-se, no entanto como potência nominal de placa de motor, àquela cujo motor é produzido comercialmente, imediatamente superior à potência calculada.

- Potência consumida:

$$P = \frac{1000.0,00565.13,02}{75.0,50}$$

$$P = 1,96CV$$

- Potência instalada:

$$P_{inst} = 1,96.1,10$$

$$P_{inst} = 2,15CV \Rightarrow \text{Adotado } 3,0 \text{ CV}$$

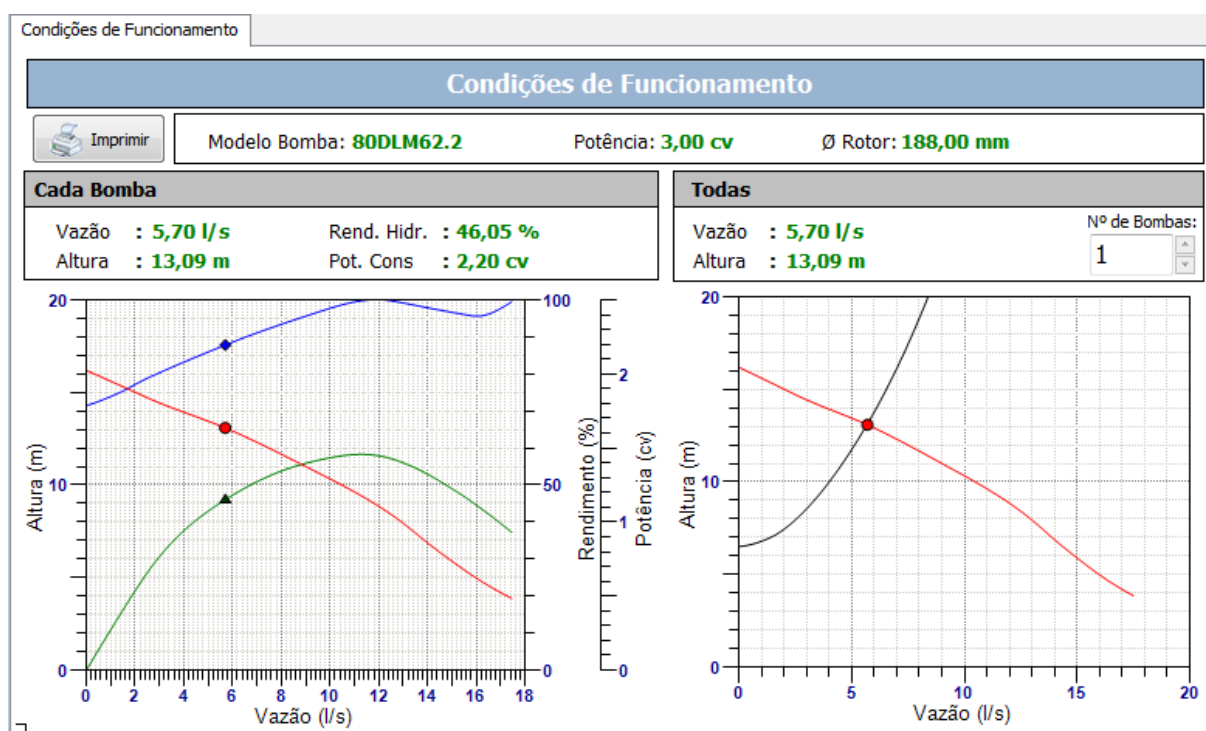


Figura 5: Curva de desempenho da bomba comercial de referência. EBE003.

Bombas Submersíveis EBARA

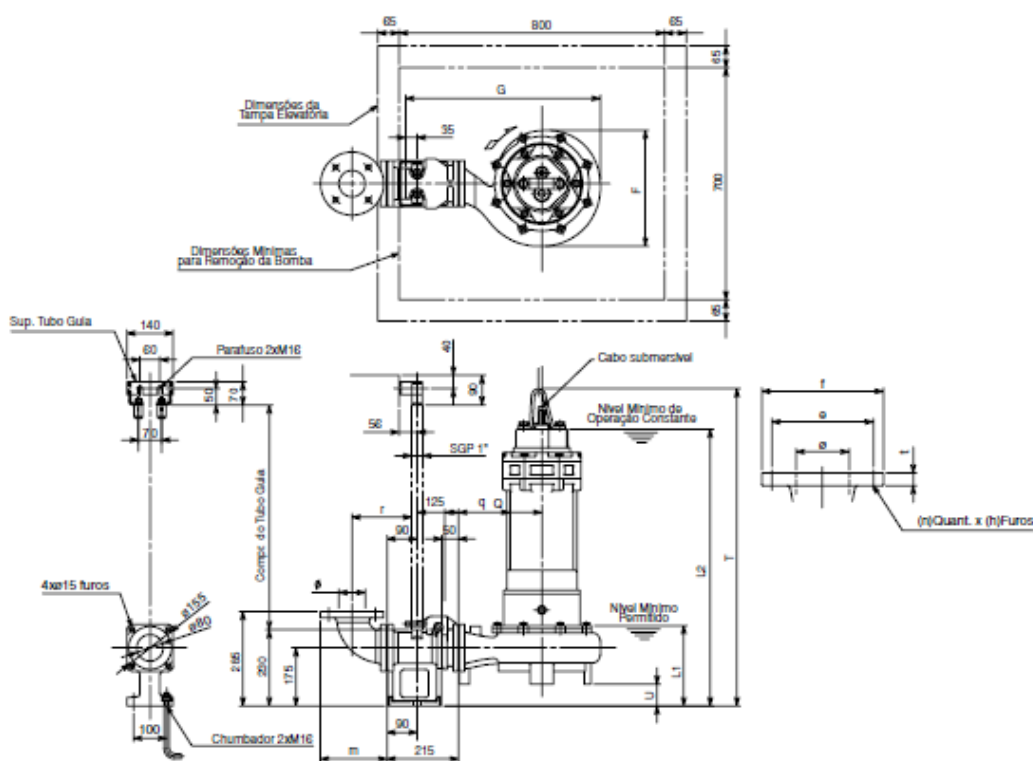
Modelo DL

Dados Técnicos - Desenhos Dimensionais para Instalações Fixas

Com Conexão Rápida de Descarga (QDC)

Modelo

80DLM, 3 ~ 7,5 cv



Nota:

1 - É permitido o funcionamento entre o nível mínimo de operação constante e o nível mínimo permitido por no máximo 10 minutos.

Flange (ANSI 125 PSI F.F) Dimensões: mm

ø	e	f	t	n	h	m	n (kg)
80	152	191	19	4	19	165	7,6
100	191	229	23,8	8	19	195	11,2

Dimensões: mm

FASE	DIÂM. ø	MODELO DA BOMBA	POTÊNCIA		MODELO DO QDC	MOTOBOMBA							MASSA (kg)	
			KW	CV		F	G	L1	L2	Q	T	U	MOTOBOMBA	QDC
3	80/100	80DLM62.2	2,2	3	LM80	292	516	253	746	210	849	65	88,5	17
		80DLM63.7	3,7	5	LM80	308	534	252	785	220	888	65	96,5	17
		80DLM65.5	5,5	7,5	LM80	328	559	327	919,5	235	1040,5	65	147	17

Figura 6: Dados técnicos da bomba comercial de referência. EBE003.

2.27 Verificação dos Tempos de Ciclo com a Curva da Bomba de Referência

Os tempos de enchimento do poço são os já calculados:

$t = 6,82$ minutos, para a vazão afluyente mínima;

$t = 5,66$ minutos, para a vazão afluyente máxima;

Para o ponto ilustrado da Figura 3, vazão de 5,70 l/s e AMT de 13,09 m, tem-se os seguintes tempos de esvaziamento (t_b):

$$t_b = \frac{V_u}{Q}$$

Onde:

Q = capacidade de bombeamento, m³/min;

t = tempo de ciclo, min;

V_u = volume útil do poço de sucção, m³;

$$t_b = \frac{V_u}{Q_b} = \frac{0,64}{0,342}$$

$$t_b = 1,87 \text{ minutos}$$

Assim, o tempo de ciclo máximo será:

$$t = t_{\min} + t_b$$

$$t = 6,82 + 1,87$$

$t = 8,69$ minutos - Ok, $t < 30$ minutos (período máximo admitido para retenção do líquido);

O tempo de ciclo mínimo será:

$$t = t_{\max} + t_b$$

$$t = 5,66 + 1,87$$

$$t = 7,53 \text{ minutos} - \text{Ok, } t < 30 \text{ minutos};$$

Verificação da velocidade de recalque:

$$V_r = \frac{4.0,0057}{\pi.0,086^2} = 0,97 \text{ m/s -Ok}$$

Assim sendo, a bomba de referência, no ponto de operação ilustrado (5,70 l/s e 13,09 m), atende ao ponto de operação projetado, com um rendimento de 46,05% e potência consumida de 2,20 CV (1,66kW), respeitando o período de retenção de líquido no poço e a velocidade mínima de recalque, tanto para o tempo de ciclo máximo quanto para o mínimo.



PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ROSELÂNDIA

VOLUME II

ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO DE ESGOTO

EBE 1, EBE2 E EBE3

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E ORÇAMENTO

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	5
1.1	Orientação aos proponentes.....	6
1.2	Mão de obra.....	6
1.3	Ferramentas e Equipamentos.....	7
1.4	Materiais e Serviços.....	7
2	SERVIÇOS TÉCNICOS E PRELIMINARES	8
2.1	Locação de Redes e Obras	8
2.2	Cadastro da Obra.....	9
3	MOVIMENTAÇÃO DE SOLO	9
3.1	Escavação de Valas.....	10
3.2	Escavação mecânica de valas em solo	12
4	REATERRO DE VALAS	13
4.1	Reaterro Compactado.....	14
4.2	Reaterro com material importado.....	15
4.3	Lastro de areia média	16
4.4	BOTA FORA (Transporte Local com caminhão basculante 6m ³ , rodovia pavimentada p/ dist. Superiores a 4Km)	16
5	ESCORAMENTO DE VALAS	17
5.1	Escoramento de Solo com Blindagem:	18
6	ASSENTAMENTO De TUBULAÇÕES, PEÇAS E EQUIPAMENTOS	19
6.1	Envelopamento e blocos de ancoragem em Concreto	20
7	REMOÇÃO DE PAVIMENTO	21
7.1	Recomposição de Pavimento Asfáltico.....	22
7.2	Repavimentação em saibro	24

8	FUNDAÇÃO E ESTRUTURA	24
8.1	Lastro	25
8.1.1	Lastro de Brita.....	25
8.2	Armaduras.....	25
8.2.1	Armação em Concreto CA-50 (diâmetro de 6.3mm a 12.5mm).....	25
8.3	Concreto.....	26
8.3.1	Concreto de Enchimento.....	26
8.3.2	Concreto Estrutural	26
8.3.3	Concreto Magro	26
8.3.4	Fôrmas 27	
9	IMPERMEABILIZAÇÃO E PINTURAS	28
9.1	Impermeabilização de Estruturas Enterradas com Cimento Cristalizante e Emulsão Adesiva, Até 7 m de Profundidade	28
9.2	Preparação dos substratos	28
10	LIMPEZA FINAL DA OBRA	28
11	MATERIAIS	29
11.1	Tubulações.....	29
11.1.1	Tubos pré-moldados de concreto para poços das EBE's	29
11.1.2	Tubos de ferro fundido	30
11.1.3	Tubos de aço	31
11.2	Especificações para Tubos	32
11.2.1	Conexões em Aço Carbono	32
11.2.2	Flanges33	
11.2.3	Solda 33	
11.2.4	Pintura e acabamento das peças.....	34
12	BOMBAS E DEMAIS EQUIPAMENTOS	35

12.1	2.1. Bombas submersíveis.....	35
12.1.1	Bomba	35
12.1.2	Motor elétrico	37
12.1.3	Ensaio e inspeção	40
12.2	Demais equipamentos	41
12.2.1	Válvula de retenção	41
12.2.2	Registros de gaveta	42
12.2.3	Cesto içável.....	42
12.2.4	Tampas de Inspeção.....	43

1 INTRODUÇÃO

Estas Especificações Técnicas tem por objetivo definir os critérios que devem ser observados para a execução das Linhas de Recalque e Estações de Bombeamento de esgotos do SES Roselândia, componente do Sistema de Esgoto Sanitário de Novo Hamburgo.

A execução da obra deverá obedecer integral e rigorosamente aos projetos, memoriais, detalhes fornecidos e as normas, especificações e métodos aprovados, ou em fase de projeto da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e relacionadas direta ou indiretamente com a obra.

Sempre que inexistir norma brasileira e enquanto não for criada uma normatização referente a determinado assunto, ficará à critério da FISCALIZAÇÃO a indicação da norma a ser seguida.

A CONTRATADA, antes do início das obras, deverá solicitar todas as licenças e/ou autorizações necessárias para implantação das mesmas, pagará taxas, impostos e demais encargos junto aos Órgãos Públicos e demais Órgãos Competentes. A FISCALIZAÇÃO não autorizará o início das obras sem a devida documentação.

A CONTRATADA deverá, durante todo o tempo de execução da obra, manter no mínimo duas frentes de obras, com supervisão adequada, mão-de-obra e equipamentos suficientes para executar os serviços até a sua conclusão, dentro do prazo requerido no contrato.

Ao concluir as obras a CONTRATADA deverá fazer uma limpeza geral nas áreas onde as mesmas se desenvolveram.

Esta limpeza, sem ônus para a CONTRATANTE, deverá ser aprovada pela FISCALIZAÇÃO e será condição indispensável para a liberação da verba de desmobilização e entrega provisória da obra.

Fica a CONTRATADA obrigada a manter, por conta e risco, as obras em perfeitas condições pelo período de noventa (90) dias após a conclusão das mesmas e, somente após este prazo, será providenciado pela CONTRATANTE o Termo de Recebimento Definitivo da Obra.

1.1 Orientação aos proponentes

Para a aprovação da FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA deverá apresentar um Cronograma de Execução e, compatibilizado com o mesmo, plano de execução dos serviços, esquematizando o desenvolvimento das diversas etapas da obra.

A CONTRATADA será considerada responsável pelos danos por ela causados nos serviços executados por seus empregados ou dos serviços de utilidade pública e deverá fazer face ao custo de todos os reparos por tais danos.

Qualquer alteração de projeto deverá ser feita de comum acordo com o setor competente da COMUSA, e devidamente documentada. A CONTRATADA deverá levar um diário de obra onde serão devidamente assentadas as ocorrências que sejam consideradas necessárias pela empreiteira ou pela FISCALIZAÇÃO, tais como consultas, modificações, esclarecimentos, estado de tempo, prazo decorrido, etc.

1.2 Mão de obra

A CONTRATADA deverá, durante todo o tempo, proporcionar supervisão adequada, mão-de-obra e equipamentos suficientes para executar os serviços até a sua conclusão, dentro do prazo requerido no contrato.

Cabe à CONTRATADA a responsabilidade sobre a execução das obras e serviços, fornecimento dos materiais e equipamentos, de acordo com as Especificações estabelecidas pela COMUSA.

A empresa executora deverá apresentar A.R.T. registrada no CREA comprovando a responsabilidade técnica de um profissional habilitado em relação a presente obra.

Todo o pessoal da CONTRATADA deverá possuir habilitação e experiência para executar, adequadamente, os serviços que lhe forem atribuídos.

A mão-de-obra deverá ser especializada, cabendo à FISCALIZAÇÃO alertar a CONTRATADA pela qualidade da execução dos serviços ou mesmo condenando os serviços quando não executados a contento.

Qualquer funcionário operário ou empregado da CONTRATADA que não executar o seu trabalho de maneira correta e adequada ou seja desrespeitoso, temperamental ou

indesejável por qualquer motivo, deverá, mediante solicitação por escrito da FISCALIZAÇÃO, ser afastado imediatamente pela CONTRATADA.

A CONTRATADA se obrigará a manter, durante o período de contrato, pelo menos um técnico qualificado de nível superior no local das obras, com habilitação legal para exercício das atividades previstas na execução da presente obra, o qual será o responsável pelo andamento dos trabalhos.

A CONTRATADA se obrigará a chamar a FISCALIZAÇÃO com antecedência razoável sempre que houver necessidade. Quando a CONTRATADA, ou seu representante, não estiver presente em determinado setor de trabalho onde sejam necessárias instruções, estas serão dadas pela FISCALIZAÇÃO e deverão ser recebidas e acatadas pelo capataz ou pela pessoa eventualmente encarregada do serviço em questão.

A CONTRATADA se obrigará a entregar a obra completamente limpa, acabada, desembaraçada de andaimes, máquinas, sobras de material e com todas instalações em perfeito funcionamento

São de competência e responsabilidade da FISCALIZAÇÃO:

- a) Fazer visitas necessárias de inspeção à obra, verificando se está sendo construída de acordo com os projetos, especificações e cronogramas;
- b) Atender os chamados do empreiteiro para esclarecimentos e decidir os casos nas especificações ou projetos.

1.3 Ferramentas e Equipamentos.

A CONTRATADA deverá fornecer ferramentas e equipamentos em quantidade, tipo e capacidades que se façam necessários para, satisfatoriamente, executar os serviços. Todos os equipamentos e ferramentas usados deverão ser adequados de modo a atender às exigências dos mesmos. A FISCALIZAÇÃO poderá ordenar a remoção e exigir a substituição de qualquer equipamento não satisfatório.

1.4 Materiais e Serviços

Com referência à qualidade dos materiais e dos serviços, serão respeitadas todas as recomendações da ABNT, mesmo que não aqui expressamente citadas.

Os materiais adquiridos deverão ser estocados de forma a assegurar a conservação de suas características e qualidades para emprego nas obras, bem como facilitar sua inspeção. Quando se fizer necessário, os materiais serão estocados sobre plataformas de superfícies limpas e adequadas para tal fim ou, ainda, em depósitos resguardados das intempéries.

De modo geral, serão válidas todas as instruções, especificações e normas oficiais no que se refere à recepção, ao transporte, à manipulação, ao emprego e à estocagem dos materiais a serem utilizados na obra.

2 SERVIÇOS TÉCNICOS E PRELIMINARES

2.1 Locação de Redes e Obras

Este trabalho compreende o fornecimento de toda a mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para a execução das operações relativas à locação e serviços topográficos durante toda a execução das obras.

A execução de todos os serviços topográficos, necessários à locação das valas e demarcação de áreas para estações de bombeamento, será de encargo da CONTRATADA, respeitadas as seguintes condições:

- A FISCALIZAÇÃO acompanhará a implantação dos marcos de referência básicos, julgados necessários a seu critério, para a locação das obras.
- Tais marcos serão devidamente coordenados e nivelados e a partir desses elementos básicos, serão de responsabilidade da CONTRATADA os trabalhos de locação e condução das obras.
- A CONTRATADA não dará início a qualquer serviço, sem que sua locação tenha sido verificada pela FISCALIZAÇÃO, mas tal verificação não eximirá a CONTRATADA da responsabilidade da correta execução dos trabalhos.
- A conservação de todos os marcos e estacas de materialização dos levantamentos bem como as locações, relocações e marcação de “off-set’s” que se fizerem necessárias serão de responsabilidade da CONTRATADA.

A locação obedecerá aos detalhes constantes nos respectivos projetos, quanto a posição planialtimétrica. A locação será obrigação da CONTRATADA e contará sempre com

a participação da FISCALIZAÇÃO. Entretanto, a responsabilidade por essa locação será inteiramente da CONTRATADA.

Havendo paralelismo entre redes de água e de esgoto, a posição relativa dessas redes será:

- horizontalmente: afastadas no mínimo de 1 m;
- verticalmente, a rede de água deverá ficar, no mínimo, 0,50 m acima da de esgoto.

A medição e o pagamento serão por metro linear de vala locada.

2.2 Cadastro da Obra

Refere-se ao cadastro da rede coletora implantada. É um conjunto de informações fidedignas de uma instalação, apresentado através de textos, planilhas e representações gráficas em escalas convenientes.

Salvo indicação em contrário, as convenções, simbologias e escalas deverão ser as indicadas nas normas vigentes da CONTRATANTE.

As pranchas desenhadas deverão ser apresentadas acompanhadas das planilhas correspondentes ao trecho cadastrado.

As folhas de cadastro deverão ser entregues à CONTRATANTE até 10 (dez) dias após o término dos serviços e 3 (três) cópias impressas e uma em CD, em arquivo *Autocad* ou *Microstation*, sendo que o pagamento da última medição ficará condicionado à entrega do respectivo cadastro.

A medição e o pagamento serão por metro linear de trecho cadastrado de rede coletora.

3 MOVIMENTAÇÃO DE SOLO

O movimento de solos compreende os serviços de escavação, reaterros, compactação, carga, transporte, descarga, espalhamento e conformação do material.

Antes do início dos serviços, deverá a CONTRATADA submeter à FISCALIZAÇÃO um plano de trabalho indicando as etapas, as equipes e os equipamentos a serem utilizados, incluindo todas as operações a serem realizadas.

Os serviços somente poderão ser iniciados mediante autorização da FISCALIZAÇÃO e do Poder Público Municipal, quando for o caso, e deverão ser executados de modo a atender às normas de segurança e sinalização pertinentes as apresentadas nesta Especificação Técnica.

3.1 Escavação de Valas

A escavação de valas deverá obedecer aos cuidados descritos no item 18.6 da Norma Regulamentadora NR-18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção da Portaria Nº 3.214, de 8 de junho de 1978 do Ministério do Trabalho. Também deverão ser seguidas as normas ABNT NBR 12266/1992 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana e NBR 9061/1985 – Segurança de escavação a céu aberto.

Os serviços serão realizados com os equipamentos e/ou ferramentas necessários, adequados e suficientes a sua plena efetivação dentro dos prazos estabelecidos (mesmo que não estejam discriminados), utilizando-se a melhor técnica disponível, atendendo as dimensões, cotas e perfis especificados nos projetos. Durante a execução dos serviços, a FISCALIZAÇÃO poderá exigir a remoção ou a substituição de qualquer equipamento que não corresponda às condições precedentemente referidas.

Todo e qualquer dano causado a propriedades particulares, de uso público ou a terceiros, será de responsabilidade exclusiva da CONTRATADA, não cabendo à CONTRATANTE nenhum tipo de culpa ou de indenização.

A utilização de meios manuais ou mecânicos para qualquer tipo de serviço levará em conta fatores como:

- a) Disponibilidade de mão-de-obra na região;
- b) Atendimento ao cronograma de obra;
- c) A relação custo/benefício do serviço;
- d) Condições de segurança a pessoas e propriedades;

- e) Condições de tráfego de pessoas e veículos;
- f) As dimensões das escavações, dos aterros e/ou reaterros.

Os serviços de escavação somente poderão ser iniciados após a aprovação pela FISCALIZAÇÃO do respectivo trecho.

Antes de iniciar a obra, a empreiteira deverá consultar a COMUSA e demais concessionárias do Município, a fim de obter informações quanto à localização de tubulações, redes de água, cabos telefônicos, aterramentos e entradas de energia subterrâneas, ficando a CONTRATADA responsável pela eventual interrupção desses serviços.

Os serviços serão executados em ruas e passeios públicos e seu andamento deverá causar o mínimo de perturbação aos proprietários e ao tráfego de veículos, respectivamente. Todas as construções provisórias serão de responsabilidade da CONTRATADA.

Para efeito de medição das escavações, serão consideradas as seguintes classificações:

- Material Solo: abrange terra, material solto e fragmentos de rocha de pequeno volume, materiais que possam ser removidos a mão ou através de equipamentos mecânicos.
- Material Rocha: abrange material que somente pode ser escavado por meio de explosivos. O empreiteiro deverá conduzir os trabalhos de modo que a superfície da rocha, fora do local da vala, depois de concluída a escavação, se apresente o mais inteira possível, evitando-se escavações desnecessárias. A CONTRATADA apresentará obrigatoriamente:
 - Obtenção junto às autoridades competentes militares e civis, das autorizações para depósito, transporte, manuseio e uso de materiais explosivos;
 - Tomar todas as medidas de segurança para o emprego de explosivos, tanto na proteção de pessoas e patrimônios circundantes, quanto às dimensões das escavações, quanto à preservação do terreno no em torno;
 - Apresentar o plano de fogo aprovado pelas autoridades competentes à FISCALIZAÇÃO, para cada emprego de explosivos, sendo de inteira responsabilidade da

CONTRATADA, eventuais danos ou acidentes que venham a ocorrer pelo uso inadequado dos explosivos.

Ocorrendo a fratura em excesso, não haverá pagamento para remoção da rocha até obter-se paredes firmes o suficiente à segurança dos serviços.

Ao iniciar a escavação, a empreiteira deverá ter feito a pesquisa de interferência, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes ou outros elementos ou estruturas existentes que estejam na área atingida pela escavação ou próximas da mesma. Nos casos de interferência, deverá ser executados escoramento e sustentação dos elementos, ficando o executante responsável por acidentes que eventualmente venham a ocorrer.

Todo o material escavado que não seja passível de reaproveitamento, quando do reaterro das valas, será considerado material excedente, sendo transportado e depositado em local previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A medição e o pagamento serão por metro cúbico de escavação, limitando-se às dimensões aqui especificadas ou estipuladas através de gabarito definido pela FISCALIZAÇÃO.

3.2 Escavação mecânica de valas em solo

A escavação de valas compreende a remoção dos diferentes tipos de solos, desde a superfície do terreno até a cota especificada no projeto, a fim de assentar a tubulação.

Qualquer excesso de escavação ou depressão no fundo da vala, proveniente de erro na escavação, deverá ser preenchido com areia ou material proveniente da própria escavação, quando de boa qualidade, aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Todo o material de escavação cujo volume, a juízo exclusivo da FISCALIZAÇÃO, tiver de ser transportado, para posterior aproveitamento será depositado em lugar escolhido pela CONTRATADA e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Após a utilização dos mesmos, a CONTRATADA será obrigada a entregar o local limpo e livre de entulhos ou material estranho.

As valas serão escavadas segundo a linha do eixo das tubulações, respeitados seu alinhamento e as cotas indicadas nas planilhas de projeto.

A largura da vala deverá ser compatível com as dimensões dos tubos e com o tipo de escavação e escoramento da vala.

A medição e o pagamento serão por metro cúbico de solo escavado.

4 REATERRO DE VALAS

São considerados reaterros os serviços de reposição de materiais em escavações resultantes da execução de assentamento de tubulações, ramais prediais, caixas de calçada, etc.;

O reaterro de valas para assentamento de tubulações deverá ser executado de modo a oferecer condições de segurança e estabilidade às redes e bom acabamento da superfície;

Os serviços de reaterro só poderão ser iniciados após autorização e o “de acordo” da FISCALIZAÇÃO, no qual será definido o material que deverá ser utilizado para o reaterro (escavado ou areia);

Os solos utilizados para reaterros serão provenientes da própria escavação. No caso em que o material proveniente da escavação seja considerado, devido as suas características, impróprio para reaterro, deverá ser utilizado material proveniente de empréstimo (areia), conforme for determinado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Todo o material para uso no reaterro deverá ser uniforme, isento de raízes, pedaços de pavimentos, tocos de madeira, detritos e toda espécie de matéria orgânica, bem como de pedras ou blocos de rocha que possam danificar as tubulações assentadas.

Em geral os serviços de reaterro compreendem os seguintes procedimentos:

- Lançamento e espalhamento;
- Homogeneização e regularização;
- Compactação ou adensamento.

Para lançamento e espalhamento do material serão utilizados ferramentas manuais (como pás, enxadas e rodos) ou equipamentos mecanizados (carregadeiras, tratores, motoniveladoras e caminhões basculantes), conforme o volume de material a ser utilizado e a presença ou não de estruturas ou outras interferências na área a ser aterrada.

A garantia de uniformidade do reaterro, em termos de granulometria, umidade e características geométricas, será obtida pela homogeneização do material e regularização da camada a ser compactada.

A compactação ou adensamento consiste na redução do número de vazios entre as partículas constituintes do material de reaterro por processos e equipamentos adequados, que variam dependendo das características do material, ou das condições locais da área a ser compactada.

Entre os processos de adensamento mais comumente utilizados para redes de esgoto estão: a vibração (rolos, placas e réguas vibratórias); o impacto (soquetes, sapos pneumáticos); a irrigação; ou ainda, processos mistos como a irrigação com vibração (irrigação com vibrador de imersão). Não será permitida a compactação de valas com pneus de retro-escavadeiras, caminhões, etc.

A escolha de um dos processos de adensamento e das ferramentas e equipamentos a serem utilizados será função dos esforços e impactos que possam ser transmitidos às tubulações assentadas e às existentes, bem como do acabamento e capacidade de suporte exigido para a superfície resultante.

Após o término do serviço, as áreas deverão ser limpas e, se necessário, lavadas, quando assim a FISCALIZAÇÃO o exigir, sem ônus para a CONTRATANTE.

Toda e qualquer depressão verificada posteriormente no local das valas serão corrigidas às expensas da CONTRATADA.

Os materiais em sobra serão removidos imediatamente após a conclusão dos serviços no trecho.

Não será permitido deixar lombadas acima do nível da rua para futuros adensamentos.

4.1 Reaterro Compactado

Os serviços de reaterro só poderão ser iniciados após autorização e o “de acordo” da FISCALIZAÇÃO, no qual será definido o material que deverá ser utilizado para o reaterro (escavado ou areia). Antes do assentamento da tubulação, o fundo da vala será regularizado com areia, em camada com espessura mínima de 10cm (dez centímetros).

Após o assentamento dos tubos, a vala será preenchida com areia distribuída manualmente, formando uma camada com espessura igual ao diâmetro do tubo mais 10cm, evitando-se danos às juntas e aos tubos. Para execução destes serviços serão utilizados soquetes de madeira, de ferro fundido ou de concreto.

O restante da vala será reaterroado com material reaproveitado da escavação, distribuída em camadas não superiores a 20cm (vinte centímetros), apiloada manual ou mecanicamente.

O material reaproveitado deverá ser isento de corpos estranhos, e o reaterro deverá ser executado de maneira que resulte em densidade aproximadamente igual a do solo que se apresenta nas paredes da vala. A compactação mecânica será com emprego de "sapos mecânicos" ou rolos compressores.

Caso o reaterro não atenda às exigências acima descritas, os serviços deverão ser refeitos, sem qualquer ônus para a CONTRATANTE, devendo todos os outros serviços necessários e decorrentes, da mesma forma, serem refeitos, tantas vezes quantas forem necessárias, de acordo com a FISCALIZAÇÃO.

Quando o reaterro for executado junto à estruturas de concreto ou alvenaria, deverão ser tomados cuidados especiais para evitar danos aos elementos estruturais, devendo ser respeitado um período mínimo de cura de 7 (sete) dias para peças em alvenaria, e 5 (cinco) dias para peças em concreto armado.

O reaterro localizado de estruturas será executado preferencialmente com material reaproveitado da escavação.

Em hipótese alguma será permitido o reaterro das valas e cavas com material local, onde houver a presença de restos e/ou sobras do pavimento existente.

A medição e o pagamento serão por metro cúbico (m³) de reaterro executado, medido na escavação.

4.2 Reaterro com material importado

Caso o material retirado não apresente boa condição de suporte ($ISC < 9\%$ e expansão $> 2\%$), este será substituído por material importado. O material importado será de boa

qualidade, isento de tocos, pedras ou qualquer outro objeto que possa danificar a estrutura ou a proteção dos tubos.

Nesse caso, conforme consta nas Planilhas de Cálculo de Serviços, o material a ser utilizado no reaterro será areia, sendo o volume adotado conforme o estabelecido na planilha.

A medição e o pagamento serão por metro cúbico de reaterro compactado. No caso de reaterro com material importado, o pagamento deve incluir a aquisição, o transporte, carga e descarga do material de empréstimo.

Para a aquisição do material, recomenda-se a aquisição de areia proveniente das jazidas mais próximas, tal como as localizadas no Rio dos Sinos e Rio Jacuí, sendo a mais próxima a cerca de 16 Km do local das obras.

4.3 Lastro de areia média

Quando a superfície de assentamento for solo, rocha sã ou alterada, os tubos serão assentes sobre um colchão de areia regular devidamente regularizado e compactado.

O colchão de areia regular será executado na espessura mínima de 0,10 m, e estará situado abaixo da geratriz externa inferior do tubo.

A medição e o pagamento serão por metro cúbico de lastro executado.

4.4 BOTA FORA (Transporte Local com caminhão basculante 6m³, rodovia pavimentada p/ dist. Superiores a 4Km)

O “bota-fora” das valas representa o material excedente da escavação, determinado pelo volume ocupado pelos tubos, uso de material importado, e descarte de material inadequado para reaterro.

Qualquer tipo e volume de material remanescente das escavações será levado e espalhado em bota-fora, cuja distância média de transporte (DMT) foi estimada em 6 km. A CONTRATADA deverá obter licença ou autorização da Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMAM – para a realização do descarte.

A CONTRATADA tomará todas as precauções necessárias para que os materiais estocados em local apropriado ou espalhados em bota-foras não causem danos às áreas e/ou obras circunvizinhas, por deslizamentos, erosão, etc. Para tanto, deverá a CONTRATADA manter as áreas convenientemente limpas e bem drenadas.

A medição e o pagamento serão por metro cúbico de material descartado, estando incluídos o transporte, carga e descarga do material não utilizado.

1.1. Esgotamento com Moto-Bomba Autoescorvante

Para esgotamento de água existente no fundo da escavação das valas, a CONTRATADA deverá providenciar a instalação e operação de equipamentos comuns ou especiais e pessoal técnico competente para as tarefas de esgotamento do lençol d'água com utilização de ponteiros, bombas de imersão com funcionamento ininterrupto necessário à execução das obras de implantação do interceptor.

Para tanto, a CONTRATADA deverá prover-se de todo o equipamento necessário para a ligação e medição de força, que deverá estar conforme os padrões da Concessionária local. É indispensável à existência, sempre, de unidades de reserva prontas para serem utilizadas como mangotes, crivos, válvulas de retenção, entre outros. A CONTRATADA poderá utilizar equipamentos com características diferentes das mencionadas, não sendo motivo de pagamento em separado.

A CONTRATADA será totalmente responsável pela execução deste item, cabendo-lhe deixar as valas em condições de trabalho.

A medição e o pagamento será em horas de funcionamento de moto-bomba

5 ESCORAMENTO DE VALAS

Sempre que as escavações de taludes, valas, cavas ou poços, em virtude da natureza e condições do solo, possam provocar deslizamentos ou desmoronamentos de suas paredes laterais, ou alteração da estabilidade do que estiver próximo da região dos serviços, serão providenciados escoramentos adequados.

Independente do tipo de solo, toda e qualquer escavação com taludes verticais, e profundidade superior a 1,30 m, deverá ser obrigatoriamente escorada, em conformidade com o item 18.6.41 da Portaria n.º 17, de 07/07/83, do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT, do Ministério do Trabalho.

Em obras permanentes ou provisórias de características especiais, ou em escavações com profundidade igual ou superior a 6,0 metros, quando não for técnica ou economicamente viável a fixação de taludes compatíveis com as características geotécnicas do solo, os escoramentos deverão ser definidos por projetos específicos, com cálculo de empuxo e verificação de estabilidade.

Neste caso, quando inexistir projeto específico de escoramento, caberá ao executor da obra desenvolver o respectivo projeto e submeter à aprovação da CONTRATANTE.

5.1 Escoramento de Solo com Blindagem:

O Escoramento Blindado é constituído por duas paredes metálicas de tamanhos predefinidos, conectadas entre si por estroncas metálicas ou outro material similar que garanta a sustentabilidade das paredes mantendo o sistema rígido, garantindo assim a proteção dos operários.

O tipo de blindado a ser utilizado, leve ou pesado, será em função da altura da vala, devendo ter como orientação a tabela apresentada abaixo:

Escoramento Tipo	Altura	Comprimento
Leve	< 2,0 m	5 m
Pesado	> 2,0 m	5 m

Tabela 1: Dimensões do escoramento blindado para cada tipo de situação durante a execução das redes coletoras e poços de visita

A medição e o pagamento do escoramento por blindagem, considera que cada metro quadrado de blindado é capaz de escorar as valas em duas faces, logo, o dobro da área de valas.

6 ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES, PEÇAS E EQUIPAMENTOS

As obras de execução das EBE's e linhas de recalque devem obedecer rigorosamente às plantas, desenhos e detalhes de projeto elaborado segundo a NBR 9814/87 – Execução de rede coletora de esgoto sanitário e NBR 12266/92 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana e às recomendações específicas dos fabricantes dos materiais a serem empregados e demais elementos que a fiscalização da COMUSA venha a fornecer.

O tipo de tubo a ser utilizado será definido em projeto. Na execução dos serviços deverão ser observadas, além destas especificações, as instruções dos fabricantes, normas da ABNT e outras aplicáveis, em suas últimas versões, bem como deverá ter a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Sempre que o trabalho for interrompido, o último tubo assentado deverá ser tamponado, a fim de evitar a entrada de elementos estranhos.

Os tubos deverão estar limpos, desimpedidos internamente e sem defeitos. Cuidado especial deverá ser tomado com as partes de conexões (ponta, bolsa, flanges, etc.), contra possíveis danos na utilização de cabos e/ou de tesouras. As conexões deverão ser do mesmo tipo que as tubulações e as prescrições e cuidados para o assentamento serão os mesmos que para os tubos com juntas similares.

Na aplicação normal dos diferentes tipos de materiais, deverá ser observada a existência ou não de solos agressivos à tubulação e as dimensões mínimas e máximas de largura das valas e recobrimentos definidos pelo projeto e pela FISCALIZAÇÃO.

O fundo da vala, em terreno seco onde não haja rocha, deverá ser uniformizado e rebaixado para a execução do lastro de areia, a fim de que a tubulação se assente em todo o seu comprimento. A superfície no fundo da vala deverá ser isenta de torrões, pedras e outros detritos que possam prejudicar a estabilidade do assentamento da tubulação.

Especial atenção será dada à necessidade de escoramento da vala, bem como sua drenagem.

No caso de deflexões verticais e horizontais no ponto de conexão dos tubos, deverão ser respeitadas as tolerâncias admitidas pelo fabricante.

Eventuais modificações no projeto devem ser efetuadas ou aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, sendo que aspectos particulares, casos omissos e obras complementares, não consideradas no projeto, devem ser especificados e detalhados pela CONTRATADA e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

O assentamento dos tubos da linha de recalque deverá atender ao projeto, às normas da ABNT e as determinações da FISCALIZAÇÃO, levando-se em conta o cumprimento do cronograma e programação do trabalho preestabelecido.

Visto que o assentamento será executado em área pública, deverão ser observados os aspectos relativos à segurança dos transeuntes e veículos; bem como os locais de trabalho. Estes serão sinalizados, de modo a preservar a integridade dos próprios operários e equipamentos utilizados. Deverão ser definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se a total obstrução de passagem de pedestres e/ou veículos.

O uso por parte da CONTRATADA de eventual depósito de armazenamento da tubulação fora dos limites da obra, não caberá à CONTRATADA pagamento adicional referente às suas cargas, transporte e descarga.

A medição e o pagamento serão por metro de tubo assentado.

A instalação de peças e equipamentos deverá ser feita por pessoal especializado em montagens mecânicas devidamente credenciadas pela Fiscalização.

Os testes de funcionamento do sistema deverão ser efetuados em condições semelhantes às do funcionamento propriamente dito, em presença da Fiscalização.

Após a instalação e testes dos dispositivos e equipamentos, toda a área será convenientemente limpa de detritos e entulhos resultantes da execução dos serviços.

A medição e o pagamento serão por unidades de peças e equipamentos instalados.

6.1 Envelopamento e blocos de ancoragem em Concreto

O envelope de concreto consiste de um envoltório colocado na tubulação assentada de forma a protegê-la de possíveis danos externos, em locais onde não há recobrimento mínimo. A FISCALIZAÇÃO indicará os locais de execução do envelopamento, cujo projeto será apresentado pela CONTRATADA.

Os trechos de tubulação envelopadas deverão ser assentadas sobre lastro de brita com espessura de 10 cm.

Os blocos de ancoragem serão utilizados para dar estabilidade nas inflexões das linhas de recalque, conforme indicado nos detalhes do projeto.

Nos trechos que serão envelopados serão construídas fôrmas. Estas devem ser projetadas de modo que sua remoção não cause dano ao concreto e que comportem o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto, sem sofrer deformação. Serão utilizadas tábuas que respeitem o especificado acima sem reaproveitamento de material.

A medição e o pagamento serão por metro cúbico de envelope e bloco executados, estando incluídos os custos das fôrmas e do concreto.

7 REMOÇÃO DE PAVIMENTO

Antes do início dos trabalhos de abertura das valas para a implantação da rede coletora de esgoto sanitário, deverão ser removidos, nos locais que existirem, a pavimentação das ruas e, também, dos passeios públicos.

Deverá ser efetuado levantamento fotográfico dos locais de onde será removida a pavimentação e das casas próximas, a fim de garantir documentos que comprovem o tipo, estado de conservação e demais detalhes dessas pavimentações e prédios. Esse trabalho visa colaborar na solução de possíveis questionamentos, com os moradores, sobre as repavimentações e possíveis danos causados pela abertura das valas, principalmente no item detonação de rochas.

A remoção ou demolição da pavimentação deverá ser executada utilizando-se meios mecânicos e manuais, adequados em cada caso ao tipo de pavimentação e a rapidez dos serviços, observando-se sempre a mínima interrupção do trânsito.

Na remoção do pavimento deverão ser observadas todas as precauções necessárias para o máximo reaproveitamento dos materiais. Todos os materiais reaproveitáveis deverão ser empilhados convenientemente de maneira a não prejudicar o tráfego de veículos e pedestres, acessos às residências, etc.

A repavimentação de vias públicas será de acordo o pavimento existente nos arruamentos. As repavimentações de vias públicas, os meios-fios e as repavimentações de

passeios públicos deverão seguir o padrão existente local. Esses trabalhos obedecerão todas as características existentes, quanto à espessura da pavimentação, compactações, materiais e outros dados.

Todas as pavimentações iniciarão após a imediata conclusão dos reaterros compactados e regularizados. A execução dos pavimentos será feita sobre base perfeitamente conformada, sem apresentar depressões ou irregularidades.

A qualidade final do piso reposto deverá ficar em perfeitas condições, de maneira a se obter a maior semelhança possível com o piso existente, tomando cuidado especial nas emendas para obtenção de aspecto perfeito de continuidade.

A medição e o pagamento dos trabalhos de remoção e repavimentação serão realizados pela metragem quadrada obtida no local. A medida será efetuada após a remoção, antes da abertura da vala. O respectivo pagamento será realizado após a repavimentação perfeitamente executada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

O levantamento fotográfico não será pago em item específico, devendo, seus custos, estarem embutidos no preço unitário dos serviços de repavimentação.

7.1 Recomposição de Pavimento Asfáltico

A recomposição de pavimentação asfáltica deverá reproduzir as mesmas características e o acabamento do asfalto adjacente.

Deverá ser colocada uma base de brita graduada que deverá possuir composição granulométrica de mistura que se enquadre dentro da FAIXA “A” DNIT, deverá ter espessura mínima de 24,0cm (vinte centímetros) e compactação com equipamento vibratório, e será aplicada diretamente sobre a última camada de solo, que poderá ser executada com material local, em camadas de espessura máxima de 20,0cm (vinte centímetros) e compactada a 95% (noventa e cinco por cento) do PN (PROCTOR NORMAL), no mínimo, e/ou material pré-determinado pela FISCALIZAÇÃO.

Não será permitido o reaproveitamento da base de brita removida.

Será obrigatório o corte das bordas da vala com equipamento mecânico e a remoção do material recortado antes da execução da impermeabilização.

O capeamento de CBUQ deverá ter espessura mínima de 4,0cm, executado sobre a imprimação asfáltica, com composição granulométrica de mistura que se enquadre dentro da FAIXA “C” DNIT. A reposição do pavimento em asfalto deverá ser executada obedecendo às mesmas características do pavimento existente, inclusive quanto ao leito, camadas de base e sub-base.

A temperatura de chegada da massa asfáltica (CBUQ – Concreto Asfáltico Usinado a Quente) no canteiro de obras deverá ser tal que a espalha seja efetuada sempre no mínimo de 130° C. Serão exigidos ensaios de laboratório ao final da execução da obra, mediante moldagem de corpos de prova pelo método Marshall, para conferir os dados sobre o teor de asfalto, granulometria e grau de compactação da mistura, bem como a estabilidade e a fluência.

O fornecimento de asfalto deverá ser feito através de uma usina da região, que localiza-se a cerca de 8,3 Km do local da obra, conforme mostra o mapa abaixo.

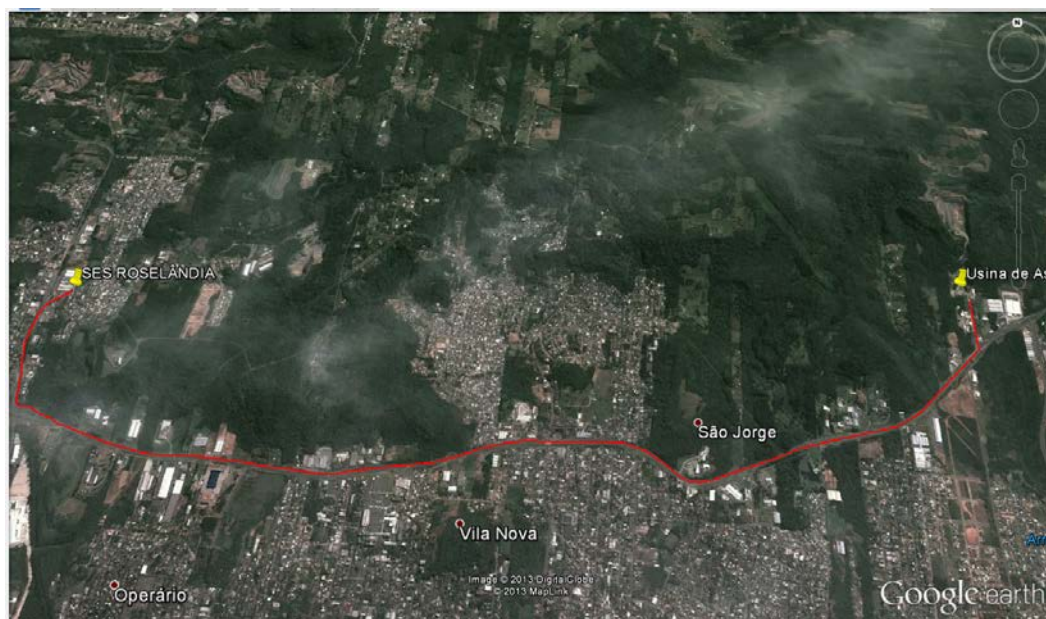


Figura 1 – Localização da usina de asfalto.

A medição e o pagamento serão por metro quadrado (m²) de asfalto recomposto e metro cúbico (m³) de base de brita graduada.

7.2 Repavimentação em saibro

Nos locais onde houver a reposição de pavimentação em saibro, não será considerado sobre-largura de escavação.

Após o devido reaterro compactado das valas, deverá estar incluído a regularização do sub-leito, inclusive compactação da sub-base e o pavimento de saibro de 20 cm.

Toda e qualquer irregularidade ou depressão verificada posteriormente no local da vala deverá ser corrigida às expensas da CONTRATADA.

8 FUNDAÇÃO E ESTRUTURA

Antes da execução das mesmas, devem ser levados em consideração os itens a seguir:

- Estanqueidade

A CONTRATADA deverá esmerar-se no que diz respeito à qualidade dos serviços e materiais empregados na obra, utilizando concreto com resistência compatível a especificada em projeto e após executar a impermeabilização, no sentido de construir uma estrutura de concreto sem vazamentos ou infiltrações de qualquer magnitude, tão impermeável quanto possível de forma a contribuir para que se consiga a estanqueidade das unidades. Nas obras de concreto que ficarão em contato permanente com água ou esgoto, deverá ser empregado impermeabilizante após a cura total do concreto.

- Durabilidade

Para que o concreto armado seja resistente aos ambientes agressivos, os seguintes quesitos deverão ser respeitados:

- estanqueidade;
- o cobrimento das armaduras;
- o fator água/cimento não poderá em hipótese alguma ultrapassar o parâmetro determinado nesta especificação, pois incide diretamente na porosidade de concreto;
- o tipo de cimento, estabelecido na dosagem, deve estar dentro dos permitidos nesta especificação e o seu consumo mínimo deve ser respeitado;

- a qualidade dos agregados, sendo que os da origem cristalina são mais adequados;
- o adensamento adequado;
- a cura, dever ser bem feita para permitir uma boa hidratação e evitar fissuras prematuras de retração;
- a qualidade da superfície deve ser observada na escolha e execução adequada das fôrmas;
- o concreto deve ser dosado de forma a permitir uma boa trabalhabilidade, observando-se os parâmetros fixados para o concreto nessas especificações.

8.1 Lastro

8.1.1 Lastro de Brita

Consiste numa camada de pedra britada nº 2, com espessura mínima de 10 cm, aplicada diretamente sobre o terreno nivelado. Essa camada deverá ser regularizada e apiloada com soquete de madeira ou compactador mecânico (sapo).

A medição e o pagamento serão por metro cúbico (m³) de lastro espalhado e compactado.

8.2 Armaduras

8.2.1 Armação em Concreto CA-50 (diâmetro de 6.3mm a 12.5mm)

Deverão ser executadas de acordo com as especificações do Projeto Estrutural, com cobrimento mínimo de 4 cm, exceto nas tampas que podem ser de 3cm.

A medição e o pagamento serão por kg.

8.3 Concreto

8.3.1 Concreto de Enchimento

O concreto de enchimento consiste para regularização dos poços das EBES e formatação da declividade dos poços. Deverão possuir resistência à compressão $f_{ck} = 15$ MPa.

A medição e o pagamento serão por metro cúbico (m^3) de concreto de enchimento lançado e nivelado.

8.3.2 Concreto Estrutural

As estações de bombeamento de esgoto bruto (EB001, EB002 e EB003) serão executadas em concreto estrutural usinado com resistência à compressão $f_{ck} = 30$ MPa, com consumo mínimo de 380kg de cimento por m^3 de concreto, respectivamente. Sendo que a câmara de entrada e o poço de Bombas das EBES em questão, possuirão somente as tampas e as lajes de fundo em concreto estrutural moldado in loco, suas paredes serão compostas por tubos de concreto armado Classe EA-3 PB JE, especificado de acordo com a NBR8890/2007 e ainda deverão atender a resistência à compressão especificada. A câmara de manobras será executada toda em concreto moldado in loco.

A medição e o pagamento serão por metro cúbico (m^3) de concreto estrutural lançado e nivelado e ainda por metro (m) de tubos utilizados na câmara de chegadas e poço de bombas.

8.3.3 Concreto Magro

Consiste numa camada com espessura mínima de 5,0 cm (dez centímetros), quando aplicada sobre base de brita nº 2 compactada. Quando utilizado para enchimento, terá espessura variável, de acordo com o projeto. O concreto deverá ter consumo mínimo de 210,0 kg de cimento/ m^3 , deverá ser lançado, espalhado e desempenado sobre a base, nivelado de acordo com o piso existente e/ou com a utilização de guias de madeira, distanciadas de no máximo de 2,0 m (dois metros).

A medição e o pagamento serão por metro cúbico (m³) de concreto magro lançado e nivelado.

8.3.4 Fôrmas

As fôrmas devem ser constituídas de modo que o concreto acabado tenha as formas e as dimensões de projeto, esteja de acordo com alinhamento e cotas e apresente uma superfície lisa e uniforme. Devem ser projetadas de modo que sua remoção não cause dano ao concreto e que comportem o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto, sem sofrer deformação. Serão utilizadas tábuas que respeitem o especificado acima sem reaproveitamento de material.

O material das fôrmas não será reaproveitado, pois as mesmas devem apresentar uniformidade, estanqueidade, superfície lisa para receber o concreto. Pode haver o risco de no desformar, devido às peças não obterem uma área considerável, as peças não possuírem a sua originalidade, prejudicando assim a segunda fase de concretagem. Ainda, há pontos de dificuldade da desforma, como as lajes dos fundos das câmaras de chegada e dos poços.

As dimensões, nivelamento e verticalidade das fôrmas devem ser verificados cuidadosamente.

Devem ser removidos do interior das fôrmas todo o pó de serra, aparas de madeira e outros restos de material.

Antes da concretagem, as fôrmas devem ser abundantemente molhadas.

A medição e o pagamento serão por metro quadrado (m²) de fôrma executada.

9 IMPERMEABILIZAÇÃO E PINTURAS

9.1 Impermeabilização de Estruturas Enterradas com Cimento Cristalizante e Emulsão Adesiva, Até 7 m de Profundidade

Serão impermeabilizadas as paredes interna dos poços das EBES, com a intenção de deixar as mesmas estanques, ou seja sem vazamentos ou infiltrações de qualquer magnitude, tão impermeável quanto possível de forma a contribuir para que se consiga a estanqueidade das unidades.

A medição e o pagamento serão por metro quadrado de impermeabilização.

9.2 Preparação dos substratos

As superfícies a serem impermeabilizadas deverão estar limpas, livres de poeiras, graxas, óleos ou outros materiais que possam agir como camada separadora entre o substrato e a impermeabilização. Possíveis falhas de concretagem, bolhas de ar e imperfeições deverão ser abertas, limpas e regularizadas (preenchidas) com argamassa de traço 1:3 (cimento/ areia média) aditivada com plastificante sintético tipo AQUAFIN_LATEX, ou similar com as mesmas características.

10 LIMPEZA FINAL DA OBRA

Quando da conclusão das obras, o local onde foram executadas deverá ser totalmente restaurado restabelecendo suas condições originais.

O local deverá ser limpo, compreendendo serviços de remoção de entulhos e detritos, varrição, lavagem de passeios e ruas, fechamento de quaisquer obstáculos que ainda houver. A FISCALIZAÇÃO orientará a execução desses serviços.

11 MATERIAIS

11.1 Tubulações

A relação de materiais a serem adquiridos ou instalados consta nas planilhas de orçamento e nas plantas do projeto. A substituição do material especificado por outro com características diversas somente poderá ocorrer com autorização, por escrito, da CONTRATANTE.

A CONTRATADA antes da aquisição dos materiais e equipamentos, solicitará por escrito à CONTRATANTE, a aprovação das especificações de fornecimento e autorização para compra dos mesmos. A FISCALIZAÇÃO não aceitará os materiais adquiridos sem a prévia aprovação e autorização da CONTRATANTE, ficando esta isenta de quaisquer responsabilidades, cabendo à CONTRATADA arcar com o ônus e/ou prejuízos daí decorrentes.

Todos os materiais empregados deverão ser de primeira qualidade, satisfazendo as normas técnicas pertinentes, Especificações Técnicas e orientações da COMUSA. Os materiais recusados pela FISCALIZAÇÃO deverão ser retirados da obra e substituídos em seguida por outros que satisfaçam as especificações. A reincidência em uso de materiais de qualidade inferior poderá determinar as penalidades previstas no contrato.

A medição e o pagamento serão por metro de tubulação fornecido, referente a fabricação, carga, transporte e descarga do tubo ao lado da vala, ou outro local a ser definido pela FISCALIZAÇÃO.

11.1.1 Tubos pré-moldados de concreto para poços das EBE's

Para a execução dos poços das EBE's serão utilizadas peças pré moldadas em concreto, assentadas verticalmente para a exercer a função de poço, com diâmetros variando entre DN 1000 e DN 1500.

As peças pré-moldadas serão com junta seca, tipo macho-fêmea, tipo EA 3, devendo atender a NBR 8890/03.

O cimento utilizado deverá ser resistente a sulfatos, conforme NBR 5737.

Para armadura, poderão ser utilizados barras de aço ou tela soldada, conforme NBR 7480 ou NBR 7481.

Os agregados serão selecionados e livres de impureza, conforme NBR 7211.

Apresentar resistência mínima à compressão: $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$ e $f_{ck28} = 22 \text{ MPa}$, absorção máxima: 6% do peso seco tolerância para dimensões: diâmetro + ou - 1%, espessura + ou - 5%, posição da ferragem + ou - 10% da espessura da parede.

11.1.2 Tubos de ferro fundido

Os tubos de ferro fundido dúctil centrifugado empregados deverão atender à classe de pressão K-9 (fabricado em DN 80), para tubos com junta do tipo ponta e bolsa, também denominada de junta elástica, pressão nominal PN 10. Os tubos de ferro fundido previstos nas estações de bombeamento serão também PN 10.

Todos os tubos de ferro fundido deverão apresentar identificação do fabricante, classe e tipo de material. Deverão ser revestidos internamente com uma camada de argamassa de cimento aluminoso (aplicada por centrifugação), conforme norma NBR 8682 e, externamente, com uma pintura betuminosa anticorrosiva, preferencialmente com camada de zinco metálico, segundo a norma NBR 11827, e pintura Epóxi com espessura mínima de 120 microns.

Os tubos deverão ser fabricados, transportados e estocados conforme o indicado nas Normas Técnicas Brasileiras NBR-7663 (EB-303) e normas complementares NBR-6152, NBR-6394, NBR-7561.

As conexões e peças especiais deverão atender as Normas Técnicas Brasileiras NBR-7675 (EB-1324) NBR-7677 e Normas Complementares.

Os anéis de borracha para junta elástica deverão ser fabricados, ensaiados e fornecidos segundo as Normas Técnicas Brasileiras NBR-7676 (EB-1326), NBR-7674 e Normas Complementares.

Deverão estar de acordo também com a norma NBR 15420/2006 – Tubos, conexões e acessórios de ferro dúctil para canalizações de esgoto – Requisitos.

11.1.3 Tubos de aço

Os aços-carbono qualificados que poderão ser empregados na confecção dos tubos e flanges são os do tipo ASTM A 36, ASTM 283 GR C, ASTM 570 GR 36 ou similares, desde que comprovadamente equivalentes, sendo que as espessuras das chapas condicionadas as exigências estruturais das peças no projeto.

As dimensões e furações dos flanges deverão estar de acordo com as especificações apresentadas nos desenhos, e a classe de pressão correspondente. Os tubos de aços-carbono com flanges ou com pontas lisas deverão ser submetidos a exame visual, verificação dimensional e ensaio hidrostático conforme a NBR 9797.

Todas as chapas de aço-carbono utilizadas para confecção dos tubos e conexões, antes de serem soldadas deverão sofrer limpeza por jateamento abrasivo ao metal quase branco conforme o padrão visual SA 2½ (Norma Sueca SIS 05 5900) e pintura imediata ("holding primer" de montagem) com uma demão de tinta a base de epoxi poliamida, com espessura de 40 µm de película seca. Poderá o fabricante utilizar outro procedimento de limpeza por jateamento abrasivo desde que previamente aprovado pela fiscalização.

Após a montagem das chapas os cordões de solda deverão sofrer uma eficiente limpeza mecânica, ou, na sua impossibilidade, limpeza manual, porém, sem polir e/ou proporcionar acentuado brilho à superfície, pois há a necessidade em manter-se a rugosidade a fim de não comprometer a aderência da tinta e, imediatamente após, repor a pintura com uma demão de "holding primer" com espessura de 40 µm de película seca.

Quanto a pintura interna e externa dos tubos e conexões em aço carbono devem ser seguidas as seguintes recomendações:

a) Na superfície interna dos tubos e conexões deverão ser aplicadas quantas demãos se fizerem necessárias para garantir uma espessura de película seca de 600µm da tinta a base de alcatrão de hulha (resina epoxídica curada com poliamina ou poliamida). Deverão ser utilizadas cores alternadas em cada demão a fim de facilitar a aplicação e fiscalização, tomando-se o cuidado de aplicar a cor preta na última demão.

b) Na superfície externa dos tubos e conexões deverão ser aplicadas três demãos de tinta a base de alcatrão de hulha (resina epoxídica curada com poliamina ou poliamida) com espessura de 80 µm por demão, observando-se a utilização de cores alternadas em cada demão a fim de facilitar a aplicação e fiscalização. No caso dos tubos ficarem submersos ou

enterrados em solo altamente agressivo (aterros sanitários), deverão ser aplicadas quantas demãos se fizerem necessárias, a fim de garantir uma espessura de película seca total de 600 µm.

c) Para pintura de acabamento externa (decorativa ou de acordo com a norma aplicável), deverá ser utilizada tinta compatível com a tinta de base e na cor indicada em projeto.

Tolerância: Devem ser respeitados os limites de 10% para menos e 30% para mais nas espessuras indicadas por demão de tinta.

11.2 Especificações para Tubos

Os tubos de aço carbono ASTM A 36, ASTM 283 GR C, ASTM 570 GR 45, ou de outros tipos, desde que comprovadamente equivalentes tendo as espessuras das chapas condicionadas as exigências estruturais. Os tubos de aço-carbono deverão ser submetidos a exame visual, verificação dimensional e ensaio hidrostático conforme a NBR 9797.

O comprimento “L” dos tubos fornecidos será especificado previamente na ordem de compra, dos quantitativos constantes na relação de peças, sempre cuidando a simetria no corte e acabamento sem respingos e rebarbas de usinagem, que sofrerá aceite condicionado a inspeção de recebimento.

A espessura dos tubos deverá atender a pressão nominal mínima de 1,2 MPa.

O pagamento será por metro de tubo fornecido.

11.2.1 Conexões em Aço Carbono

As conexões de aço carbono ASTM A 36, ASTM 283 GR C, ASTM 570 GR 45, ou similares, desde que comprovadamente equivalentes tendo as espessuras das chapas condicionadas as exigências estruturais. As dimensões das conexões serão as indicadas nas peças gráficas.

As conexões de aço carbono deverão ser submetidas a exame visual, verificação dimensional e ensaio hidrostático conforme a NBR 9797, sempre cuidando a simetria da peça e acabamento sem respingos e rebarbas de usinagem, o aceite estará condicionado a inspeção de recebimento.

A espessura das conexões deverá atender a pressão nominal mínima de 1,2 MPa.

O pagamento será por peça fornecida.

11.2.2 Flanges

Os flanges de aço carbono serão ASTM A 36, ASTM 283 GR C, ASTM 570 GR 45 nas classes de pressão PN 10, e as dimensões e furações dos flanges deverão ser compatíveis com as dimensões especificadas na NBR 7560.

Os flanges de aço-carbono deverão ser submetidos a exame visual, verificação dimensional e ensaio hidrostático conforme a NBR 9797, sempre cuidando a simetria da peça, e, o aceite estará condicionado a inspeção de recebimento.

O pagamento será por peça fornecida. As dimensões das peças são as indicadas nas peças gráficas.

11.2.3 Solda

A solda corresponde em unir uma peça em uma extremidade previamente solicitada na ordem de compra. A soldagem deverá ser realizada com máquina MIG com eletrodo compatível para a união das duas peças.

O cordão de solda deverá ser formado no mínimo por 4 passes: um passe de base, um de enchimento, um de cobertura e um lado oposto "interno".

Os quantitativos serão medidos por metro de solda, especificados na ordem de compra.

O acabamento da solda sofrerá inspeção de recebimento, devendo a mesma vir sem respingos de solda e rebarbas de usinagem.

O processo de soldagem deverá ser Certificado pelos agentes técnicos capacitados, e executado dentro das Especificações ASME seção IX.

Materiais: Deverão ter Certificados de Qualidade Técnica de composição e características, fornecido pela siderúrgica e distribuidor, acompanhado de cópia autenticada da Nota Fiscal de aquisição dos mesmos, com documento de apresentação e responsabilidade firmado pela própria Empresa fabricante dos itens.

Soldadores: Os profissionais que executarão as soldas deverão apresentar além da perfeita habilidade e conhecimentos técnicos, certificado de qualificação dos soldadores conforme ASME seção IX. A Empresa fará a apresentação de cópia autenticada dos certificados e relatório firmado dos profissionais executantes dos serviços com respectivo cronograma de execução.

Normas Técnicas Aplicadas: A construção dos itens deverá obedecer à norma ASME ANSI B16.5-150 - ANBT-NBR.

Espessura de materiais: Deverá ser calculada conforme os esforços e cargas em questão, podendo ser inferior a ASME, contanto que assegure a resistência necessária. Obs.: Não pode ser usado o processo de sobreposição de chapas nas linhas de soldagem, mas tão somente a união de chapas, plana, “solda de topo”.

Acabamento de superfícies: Todas as linhas de soldagem deverão ser chapeadas, para perfeita correção de deformações existentes, com alívio das tensões resultantes das contrações e dilatações das soldas.

11.2.4 Pintura e acabamento das peças

Todas as conexões e peças constantes neste edital deverão sofrer limpeza por jateamento abrasivo ao metal quase branco conforme o padrão visual SA 2½ (Norma Sueca SIS 05 5900) e pintura imediata (“holding primer” de montagem) com uma demão de tinta a base de epoxi poliamida, com espessura de 40 µm de película seca.

Na superfície interna das conexões deverão ser aplicadas quatro demãos de tinta a base de resina epoxídica curada com poliamina ou poliamida com espessura de película seca de 80 µm por demão. Deverão ser utilizadas cores alternadas em cada demão a fim de facilitar a aplicação e fiscalização, tomando-se o cuidado de aplicar a cor branca na última demão.

Na superfície externa das conexões deverão ser aplicadas três demãos de tinta a base de alcatrão de hulha com espessura de película seca de 90µm por demão, observando-se a utilização de cores alternadas em cada demão a fim de facilitar a aplicação e fiscalização.

12 BOMBAS E DEMAIS EQUIPAMENTOS

12.1 2.1. Bombas submersíveis

As estações de bombeamento de esgoto serão formadas por poço de sucção e bombas submersíveis com as seguintes características principais: Conjunto Moto-Bomba Centrífuga Submersível para recalque de esgoto bruto, rotor com passagem de sólidos entre 65 e 80 mm, curva, conexão de descarga (pedestal) PN 16 ou ANSI 125 PSI com flanges, gancho e corrente de içamento de no mínimo 5 metros com bitola dimensionada para a carga da bomba, versão fixa, com acessórios, para instalação em estação elevatória tipo poço úmido.

Características dos conjuntos motobombas, inclusive o respectivo painel de comando, instalações elétrico-mecânicas inclusas, são descritos em sequência:

12.1.1 Bomba

- Centrífuga, submersível, com sucção simples de um estágio;
- O corpo espiral e a carcaça do motor deverão ser construídos em ferro fundido ASTM A-48 CL 30 ou de qualidade superior, protegidos em sua parte externa através de pintura anti-corrosiva a base de epóxi ou borracha clorada. A carcaça deverá contar com alça para içamento da bomba;
- O eixo principal deve ser de uma única peça entre a bomba e o motor, em aço inox AISI 420 ou de qualidade superior, não sendo aceitos mancais intermediários;
- Os parafusos, porcas, arruelas, prisioneiros e outros elementos de fixação deverão ser em aço inox AISI 304 ou de qualidade superior;

- O rotor deverá ser construído em ferro fundido ASTM A-40 CL-30 ou superior, desde que atenda às condições de operação especificadas. O rotor poderá ser revestido com material que aumente a resistência ao desgaste ou receber tratamento térmico que atenda à mesma exigência. O rotor poderá ser fechado, aberto ou semi-aberto, de uma ou mais palhetas desde que atenda às características de operação especificadas e que garanta o melhor desempenho (rendimento) ao equipamento. Quando o rotor contar com anéis de desgaste, esses deverão ser substituíveis;

- Quando o corpo espiral for provido de anel de desgaste ou placa ranhurada, estes deverão ser construídos em ferro fundido ASTM A-48 CL 30 ou superior. O anel de desgaste deverá ser do tipo substituível;

- Entre a bomba e o motor elétrico deverá existir um compartimento estanque, onde deverão estar montados os selos mecânicos, preenchido com óleo lubrificante comprovadamente atóxico (tipo sanitário ou medicinal) que, em caso de vazamento, não promova danos ao meio ambiente. O compartimento deverá contar com o sensor detector de umidade, bem como drenos e bujões de inspeção acessíveis pelo exterior para verificação e reposição de óleo;

- As vedações entre peças metálicas usinadas devem ser executadas através de anéis o-ring em borracha nitrílica sem emendas;

- Os mancais de rolamento poderão ser do tipo pré-lubrificado (blindados) ou lubrificados pelo óleo do motor elétrico e deverão garantir o pleno funcionamento, isento de manutenções, por um período mínimo de 20.000 horas;

- a vedação do eixo das bombas deverá ser por selos mecânicos duplos montados no compartimento estanque. Os materiais dos selos mecânicos deverão ser tais que melhor atendam às condições de operação estabelecidas;

- para cada bomba deverá ser fornecido um pedestal em ferro fundido ASTM A48 CL30 ou de qualidade superior;

- Os conjuntos fornecidos deverão ser projetados de forma a ser firmemente e automaticamente conectado à conexão de descarga pelo seu próprio peso, sem nenhum elemento de fixação, guiada por no mínimo um tubo-guia ou cabos-guia estendidos do topo do poço até a conexão de descarga a ser fixada no fundo do poço de sucção. Para

manutenção, não deverá haver a necessidade do operador entrar no poço de sucção, para retirada ou colocação do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os chumbadores necessários para a perfeita fixação do conjunto, em aço inox AISI 304 ou superior.

12.1.2 Motor elétrico

- Deverá ser submersível de indução, assíncrono, trifásico, com rotor em curto-circuito (gaiola de esquilo), alojado em câmara estanque a seco ou com óleo e impermeável;
- O motor deverá ser projetado para trabalho contínuo, com líquido bombeado a temperatura máxima de 40°C, capaz de efetuar partidas a cada quatro minutos. Deverá ser dotado de sistema adequado de refrigeração. O motor deverá ter uma tolerância de tensão de alimentação de 10%, para mais e para menos;
- A câmara de ligação deve ser hermeticamente isolada da câmara do motor através de anéis ó-ring em borracha nitrílica sem emendas;
- A entrada do cabo de energia na câmara de ligações deve ser vedada por prensa cabos;
- Estator dimensionado para operar sob tensões de 380/440 Vac e projetado para trabalho em regime contínuo e permanente com líquido bombeado em temperaturas de até 40°C, capaz de suportar no mínimo 15 (quinze) partidas por hora;
- A isolamento do bobinado e das ligações do estator deverá ser no mínimo em classe “F”, para operar em temperaturas até 155 °C, com grau de proteção mínimo IP 68;
- O motor deverá ser equipado com protetores térmicos embutidos em cada uma das bobinas do estator e ligados em série, a fim de cortar automaticamente a energia em caso de elevação de temperatura acima de limites estabelecidos pelo fabricante;
- A carcaça do estator, para motores acima de 15 Cv, deverá ser provida de um sistema de resfriamento através de camisa de refrigeração de forma que permita uma operação de bombeamento contínuo de líquido a uma temperatura de até 40° C. Para potências inferiores a 15 CV, o sistema de refrigeração poderá ser somente dotado de aletas externas que possibilitem a troca de calor com o meio externo, ou seja, com o líquido à ser bombeado.

- A potência nominal do motor deverá ser de no mínimo 10% superior ao solicitado pelo BHP da bomba no ponto de operação;

- Deverá ser provida com no mínimo 10 metros de cabo elétrico flexível com classe de isolamento de 750 V, capaz de operar em contínua submersão de até 20 metros de profundidade no líquido a ser bombeado, sem perda de suas características físico-químicas e elétricas, dimensionado para a potência e tensão de operação do motor elétrico, com quatro condutores, assim como os condutores para o monitoramento das chaves térmicas;

- O equipamento deverá ser projetado e construído para ser acionado por soft-starter ou inversor de frequência.

Grupos motor-bomba submersíveis previstos:

▪ EB001:

- a) -Número de conjuntos: 1+ 1 reserva
- b) -Vazão: 6,22 L/s
- c) -AMT: 9,91 mca
- d) -Rendimento mínimo do bombeador: 35 %

▪ EB002:

- a) Número de conjuntos: 1+ 1 reserva
- b) Vazão: 27,00 L/s
- c) AMT: 4,68 mca
- d) Rendimento mínimo do bombeador: 35 %

▪ EB003:

- a) -Número de conjuntos: 1+ 1 reserva
- b) -Vazão: 5,65 L/s
- c) -AMT: 13,13 mca
- d) -Rendimento mínimo do bombeador: 35 %

Obs.: estas especificações deverão ser confirmadas com o fabricante antes da aquisição das bombas.

Nas especificações de fornecimento deverão acompanhar os seguintes documentos e informações:

- Catálogos e/ou publicações técnico comerciais das bombas;
- Marca e modelo/tipo da bomba;
- Desenho em cortes da bomba com a respectiva lista completa de componentes devidamente identificados e codificados, no idioma português. Relação de materiais empregados na construção dos principais componentes da bomba e motor;
- Desenhos dimensionais específicos da bomba, nos quais deverão estar representados, no mínimo, as dimensões externas gerais;
- Curvas características do modelo da bomba ofertada, todas em função da vazão de recalque em L/s ou m³/h e com indicação do ponto de operação especificado: altura manométrica total em metros de coluna d'água (m.c.a.), rendimento, potência absorvida em kW ou CV/HP. O ponto de operação deverá ser indicado nas curvas e em tabela ou relação que acompanhe as curvas;
- Peso da bomba;
- Diâmetro do rotor selecionado em polegadas ou mm;
- Tipo do rotor escolhido (fechado, aberto, semi-aberto, número de palhetas). Se forem empregados revestimentos ou tratamentos térmicos na peça, a fim de lhe conferir maior resistência ao desgaste, estes deverão ser referidos;
- Passagem de sólidos em mm;
- Velocidade nominal (rpm);
- Selos mecânicos: tipos e materiais;
- Tipos dos mancais de rolamento, número de identificação, vida mínima e sistema de lubrificação;
- Tipo de óleo empregado no compartimento dos selos mecânicos;
- Instalação fixa (pedestal, tubos guia, entre outros): desenhos dimensionais, relação completa de peças e materiais construtivos dos mesmos;
- Capacidade nominal do motor em kW ou CV/HP;
- Frequência de operação em Hz;

- Tensão de operação em V;
- Corrente a plena carga em A;
- Fator de potência do motor elétrico;
- IP;
- Classe de isolamento do estator;
- Fator de serviço (FS);
- Partidas por hora;
- Motor elétrico: deverá ser informado se opera a seco ou com óleo. Se for com óleo, deverá ser informado o tipo;
- Cabos de alimentação e de sensores: quantidade de cabos, tipo do material de isolamento, isolamento em V, sistema de vedação com a carcaça, comprimento;
- Tipos e quantidades dos sensores e protetores térmicos empregados;
- Temperatura máxima do fluído bombeado;
- Submersão máxima;
- Especificação da pintura;
- Relação recomendada de sobressalentes.

12.1.3 Ensaios e inspeção

Os materiais a serem fornecidos deverão atender às normas, especificações e métodos de ensaio segundo a norma ISO 2548 classe C ou normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Deverão obrigatoriamente ser inspecionados e testados por órgão de reconhecida idoneidade, às expensas do fornecedor.

A contratada deverá fazer a comunicação por escrito, com no mínimo 20 dias de antecedência, informando a data da realização dos testes.

Os parâmetros de eficiência reais de ensaio de cada conjunto deverão ser levantados em ensaios de bancada, utilizando-se instrumentação devidamente aferida. A

referida aferição deverá ser atestada por certificados atualizados emitidos pela Administração de Pesos e Medidas (INMETRO) ou por Laboratório de Metrologia Aplicada.

Com base nestes dados dos testes, deverão ser elaboradas as seguintes curvas: Q x Hm, Curva de Potência (entrada) e curva de rendimento do conjunto.

O fornecedor deverá substituir, em tempo hábil, as peças eventualmente recusadas, sendo que as substitutas deverão se sujeitar às mesmas condições de controle anteriormente mencionadas. Nestes casos o prazo para reposição e/ou substituição será determinado pela COMUSA e a sua inobservância implicará na aplicação das penalidades previstas em Contrato.

A liberação da Nota Fiscal para pagamento ficará condicionada à aprovação da inspeção dos materiais adquiridos.

O laudo de inspeção deverá indicar o lote, a data de fabricação, o destinatário dos materiais e os ensaios a que foram submetidos, conforme as normas da ABNT e/ou constantes das especificações.

Os materiais deverão ser identificados com o carimbo ou selo de aprovação do laboratório responsável pela inspeção.

O prazo de entrega deverá incluir o tempo necessário para a realização dos testes.

Não será admitido atraso na entrega em função de eventuais reprovações de materiais.

A critério exclusivo e dependendo da quantidade de material a ser fornecido, a COMUSA poderá dispensar a inspeção e os testes do material.

Todos os certificados de testes e ensaios deverão ser enviados à FISCALIZAÇÃO da COMUSA por e-mail, antes da entrega dos equipamentos, para validação dos mesmos. Os documentos finais deverão ser entregues juntamente com os materiais.

12.2 Demais equipamentos

12.2.1 Válvula de retenção

Válvula de retenção tipo portinhola única simples, DN 80 ou 150, PN 16, corpo, tampa e portinhola em ferro fundido dúctil NBR 6916 classe 42012; eixo em aço inoxidável

ASTM A 276 Gr. 410 (AISI 410) e vedação em elastômero (EPDM/BUNA N). Extremidades flangeadas conforme ABNT NBR 7675 (ISO 2531). Face a face DIN 3232 e demais dimensões conforme padrão construtivo fornecido pelo fabricante.

Válvula de retenção para esgoto, DN 150, em PVC e vedação em elastômero com corpo, tampa, portinhola, vedações.

12.2.2 Registros de gaveta

Registro de gaveta, DN 150, DN 150, PN 16, padrão construtivo norma NBR 14.968, cunha em ferro fundido dúctil NBR 6916 classe 42012, com revestimento interno e externo em pó de epóxi aplicado por processo eletrostático, com espessura mínima de 250 microns, haste não ascendente aço inoxidável AISI 410 ou 420. Junta corpo/tampa e anéis o'ring de engaxetamento da haste em borracha nitrílica e ou EPDM, acionamento por meio de cabeçote de ferro fundido dúctil e extremidades com bolsas para tubos de ferro fundido ou PVC DEFoFo.

Registro de gaveta, DN 50 e 80, PN 16, corpo curto, com cunha metálica revestida com elastômero sintético EPDM, corpo e tampa em ferro fundido dúctil NBR 6916 classe 42012 (se for empregada tampa fixada por parafusos, esses deverão ser em aço inoxidável), revestidos interna e externamente com epóxi depositado eletrostaticamente com espessura mínima de 250 micron, haste não ascendente com rosca trapezoidal em aço inoxidável AISI 410 forjado, junta corpo/tampa e anéis o'ring de engaxetamento da haste em borracha nitrílica e ou EPDM, extremidades flangeadas conforme ISO 2531 PN 16, e furação conforme ISO 2531 PN 10, distância face a face conforme ISO 5752 série 14, e acionamento através de cabeçote.

12.2.3 Cesto içável

O cesto içável em aço inox e aço carbono para retenção de sólidos maiores que 1,9 cm (3/4"), e instalado na entrada dos poços de sucção, conforme indicado nos projetos das EBEs. O cesto será içado através de guias localizadas no poço.

12.2.4 Tampas de Inspeção

As tampas de inspeção dos poços e caixas de registro deverão ser de ferro fundido cinzento ou dúctil, com articulação e diâmetro de passagem igual a 0,60 m, obedecendo às normas NBR-10158, NBR-10159 e NBR-10160, da ABNT. O telar deverá possuir dispositivo de trava ou articulação que permita o perfeito encaixe e fixação da tampa.

Todos os tampões de ferro fundido terão a inscrição padrão “ESGOTO SANITÁRIO”, “COMUSA” e ano de fabricação.