

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO DISTRITO DE MIRACICA NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS/PE



SETEMBRO / 2023

IDENTIFICAÇÃO

Objeto	
Manutenção e adequação de estação de tratamento de água para o povoado de Miracica, pertencente à cidade de Garanhuns - PE	

Proprietário do Empreendimento	
Nome	PREFEITRUA MUNICIPAL DE GARANHUNS
CPF/CNPJ	11.303.906/0001-00

Empresa Projetista	
Nome da Empresa	C. FERNANDO DE OLIVEIRA JUNIOR ENGENHARIA E SERVICOS
CNPJ	41.210.979/0001-00
Endereço	Rua: Major Joao Ferreira, 199, Cabuga, São Caetano-PE
Proprietário/ Resp.	Carlos Fernando de Oliveira Junior
E - mail	cfernandojr10@hotmail.com

Engenheiro Responsável	
Nome	Carlos Fernando de Oliveira Junior
Formação	Engenheiro Civil
Nº CREA	CREA-PE: 1813677263
E - mail	cfernandojr10@hotmail.com

Sumário

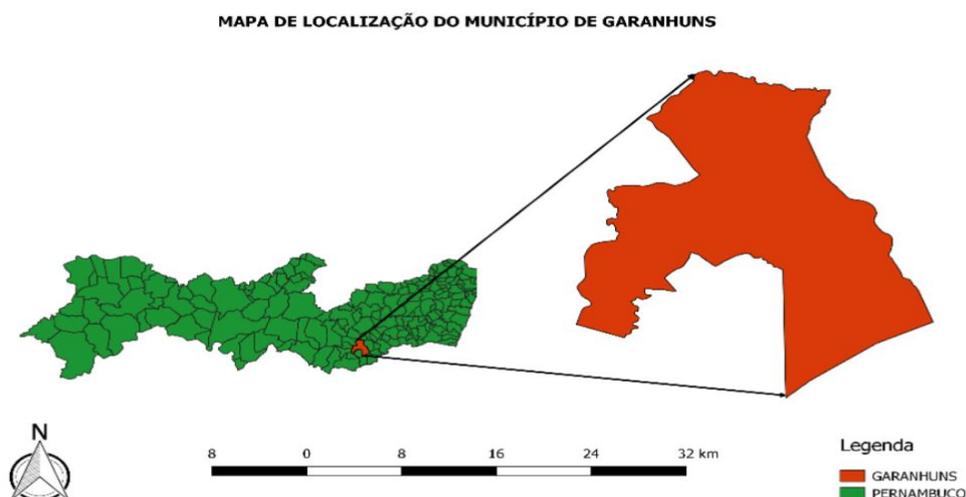
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	4
3. OBJETO.....	4
4. OBJETIVO	5
5. JUSTIFICATIVA	5
6. METODOLOGIA.....	5
7. AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	5
7.1. LAYOUT DO SISTEMA	6
7.2. CAPTAÇÃO	6
7.3. UNIDADE DE TRATAMENTO.....	7
7.4. ADUTORA.....	7
7.5. RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO.....	7
7.6. REDE DE DISTRIBUIÇÃO	7
7.7. LIGAÇÕES DOMICILIARES	7
8. MEMORIAL DE CÁLCULO.....	8
9. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	20
10. ESPECIFICAÇÕES GERAIS DOS SERVIÇOS E MATERIAIS.....	24
10.1. SERVIÇOS	24
10.2. MATERIAIS	41

1. INTRODUÇÃO

Projeto Básico da ampliação do sistema de abastecimento de água do distrito de Miracica, no município de Garanhuns - Pernambuco.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

Garanhuns é um município da Mesorregião do Agreste Pernambucano, no estado de Pernambuco, no Brasil e dista cerca de 230 km a capital pernambucana. Em 2016, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estimou sua população em aproximadamente 137.810 habitantes, sendo o nono mais populoso município pernambucano, o terceiro mais populoso do interior do estado e o segundo mais populoso da região do agreste pernambucano. O clima garanhuense é classificado como tropical de altitude com temperatura média compensada anual é de 21 °C, chegando a 15 °C ou até menos nos meses mais frios, época que também é tradicionalmente a mais chuvosa do ano. O índice pluviométrico é de aproximadamente 920 milímetros (mm) anuais, com umidade do ar relativamente alta durante o ano todo (Wikipedia, 2020).



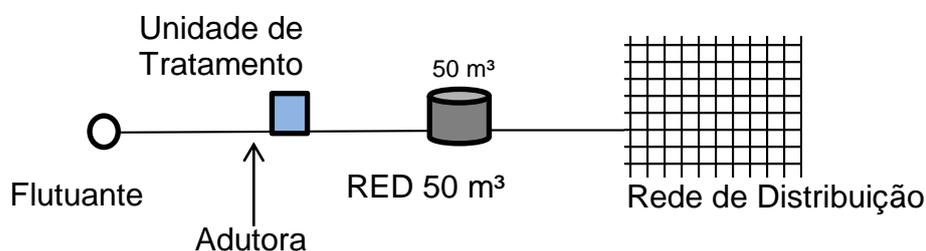
O distrito de Miracica situada próximo ao município de Paranatama.

3. OBJETO

Projeto Básico da ampliação do Sistema de Abastecimento de Água (SAA), incluindo aumento de capacidade de tratamento da Estação de Tratamento de Água (ETA) do distrito de Miracica no município de Garanhuns - Pernambuco.

A execução desta obra visa o tratamento adequado da água bruta assegurando a disponibilidade de água potável no distrito de Miracica, com qualidade e quantidade suficientes para uma boa qualidade de vida da população.

7.1. LAYOUT DO SISTEMA



7.2. CAPTAÇÃO

A captação de água bruta superficial será realizada por conjunto elevatório instalado sobre plataforma flutuante que recalcará a água captada até a unidade de tratamento. Este tipo de estrutura permite a captação de água em condições de nível variável, onde o nível de captação acompanhará as variações do nível d'água ocorridas ao longo do ano.

O recalque de água bruta será realizado por conjunto motor-bomba horizontal centrífuga de rotor fechado, monoestágio, potência de 7,5 CV, vazão de 2,8 l/s e altura manométrica de 90 metros. A tubulação de recalque principal é formada por um mangote DN 50 mm com extensão de 60 metros, tubulação de aço galvanizado DN 50 mm com extensão de 80 metros.

A sucção será realizada por tubulação de aço galvanizado classe média DN 65 mm (2.1/2") e extensão 2,00 m. Será provida de válvula de pé com crivo, de forma a manter a bomba sempre escorvada, ficando o crivo a uma profundidade que permite manter submergida a boca evitando a entrada de ar.

Para acionamento da bomba centrífuga será instalado um quadro comando, conforme descrito no memorial do projeto elétrico.

A alimentação será realizada em extensão de rede a partir da linha de transmissão Trifásico secundária, com instalação de poste de concreto e padrão de acordo com as especificações da CELPE (Companhia de Eletricidade do Estado de Pernambuco).

7.3. UNIDADE DE TRATAMENTO

Para o tratamento da água será ampliada a estação de tratamento existente, com etapas de floculação, decantação, filtração e cloração através de bombas dosadoras. A estação de tratamento de água será composta de chicana em concreto armado e filtro de areia e claripetra com pintura protetora contra corrosão. As tubulações serão em aço carbono. A água tratada será armazenada em um reservatório apoiado existente, que funcionará como um tanque de retenção, sendo recalçada para o reservatório elevado.

7.4. ADUTORA

A adutora existente será aproveitada e deverá passar teste hidrostático, conforme NBR 9650, para avaliação da estanqueidade das juntas nas tubulações, realizados com a utilização de bombas e equipamentos adequados.

7.5. RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

Será aproveitado o reservatório existente.

7.6. REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Será aproveitada a rede de distribuição existente.

7.7. LIGAÇÕES DOMICILIARES

Não será modificada.

8. MEMORIAL DE CÁLCULO

POPULAÇÃO DE PROJETO - AMPLIAÇÃO DO SISTEMA MIRACICA

$$P = P_0 * (g)^{(T - T_0)}$$

sendo:

P = População calculada para o ano T

P₀ = População inicial

g = Taxa de crescimento

T = Ano de cálculo

T₀ = Ano inicial

Dados

Taxa de Crescimento = 1,0206

População : 415

Ano: 2023

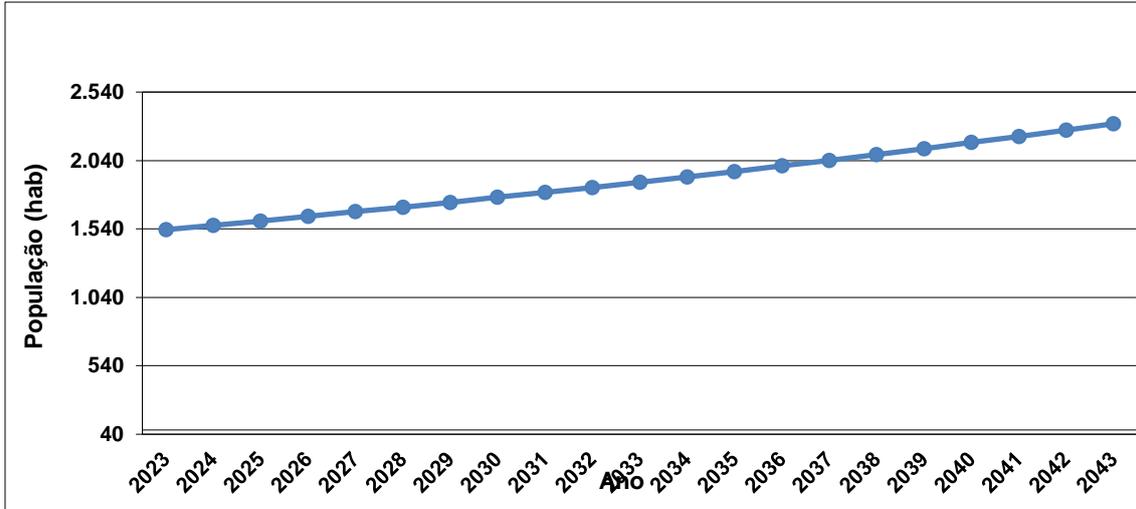
**Tabela Crescimento
Populacional**

Ano	População (hab)
2023	415
2024	424
2025	432
2026	441
2027	450
2028	460
2029	469
2030	479
2031	489
2032	499
2033	509
2034	519
2035	530
2036	541
2037	552
2038	563
2039	575
2040	587
2041	599
2042	611
2043	624

Tabela Resumo de População de Projeto

Ano	População
2023	415
2033	509
2043	624

Gráfico de Crescimento Populacional



DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO

Dados:

População

Ano 2023 = 415 hab

Ano 2033 = 509 hab

Ano 2043 = 624 hab

Per capita = 160 l/hab*dia

k1 = 1,2

k2 = 1,5

Determinação das Vazões de Projeto

Ano	População	Q _{média} (l/s)	Q _{dia} (l/s)	Q _{máxima} (l/s)
2023	415	0,77	0,92	1,38
2024	424	0,78	0,94	1,41
2025	432	0,80	0,96	1,44
2026	441	0,82	0,98	1,47
2027	450	0,83	1,00	1,50
2028	460	0,85	1,02	1,53
2029	469	0,87	1,04	1,56
2030	479	0,89	1,06	1,60
2031	489	0,90	1,09	1,63
2032	499	0,92	1,11	1,66
2033	509	0,94	1,13	1,70
2034	519	0,96	1,15	1,73
2035	530	0,98	1,18	1,77
2036	541	1,00	1,20	1,80
2037	552	1,02	1,23	1,84
2038	563	1,04	1,25	1,88

2039	575	1,06	1,28	1,92
2040	587	1,09	1,30	1,96
2041	599	1,11	1,33	2,00
2042	611	1,13	1,36	2,04
2043	624	1,16	1,39	2,08

Notas:

População (hab) - Quantidade estimada de habitantes no ano

Consumo percapita (pc) - consumo de água por habitante por dia

$Q_{\text{média}}$ - (Pop x pc) - Vazão médio no período

Q_{dia} - ($Q_{\text{média}}$ x k1) - Vazão do dia de maior consumo

$Q_{\text{máxima}}$ - (Q_{dia} x k2) - Vazão na hora do dia maior consumo

Sistema de Abastecimento de Água - Aldeia Missão Velha/Salgado

Município de Curaça

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - CAPTAÇÃO À ETA

i) Vazão de Projeto (Q)

Tempo de bombeamento por dia	4 h
Q _{máx} diária (considerado no bombeamento) =	1,47 L/s
	0,001 m³/s
	5,29 m³/h

ii) Pré-Dimensionamento Diâmetros de Recalque e Sucção

Para a determinação do diâmetro econômico do sistema de recalque foi utilizado a fórmula da Forcheimmer Bresse recomendada para funcionamento intermitente:

$$D_r = 1,3 * (T/24)^{0,25} * (Q^{0,5})$$

D_r = Diâmetro de Recalque

T = Período de funcionamento da bomba 4 h

Q = Vazão de Projeto

D _r =	0,0318 m	
D _r =	50 mm	
Classe do tubo =	12	OK
D _{ia} =	54,6 mm	D _{ia} = Diâmetro Interno Adutora

Verificação da Velocidade Econômica

$$V = (4 * Q) / \pi * D_r^2$$

V = Velocidade Econômica. Deve estar entre 0,6 a 3,0 metros por segundo.

Q = Vazão de Projeto

D_r = Diâmetro interno de Recalque

V _a =	0,60 m/s	OK	V _a = Velocidade Adutora
------------------	----------	----	-------------------------------------

iii) Altura Manométrica (H)

$$H = H_g + \Delta H_r + \Delta H_s$$

H_g = Altura geométrica

ΔH_r = Perda de Carga no Recalque

ΔH_s = Perda de Carga na sucção

Cálculo da Perda de Carga pela Equação de Hazen-Williams:

$$H_f = L * (10,641 * (Q^{1,85}) / (C^{1,85}) * (D^{4,87}))$$

Q = Vazão de Projeto	0,001 m³/s
C = Coeficiente de Atrito Adutora	140 PVC PBA
C = Coeficiente de Atrito Sucção e Recalque	125 Aço carbono

ADUÇÃO

L_r = Comprimento da adutora 690,00 m

D_{ia} = Diâmetro Interno da Adutora 0,0546 m

H_{fr} = Perda de Carga Contínua no recalque 6,38 m

ΔH_r = Perda de Carga Localizada nos Barriletes 0,87 m

J_r = Perda de Carga Unitária 0,01050 m/m

Velocidade = 0,60 m/s

D_s = Diâmetro Nominal de Sucção 2.1/2" Aço Carbono

D_{is} = Diâmetro interno de Sucção (mm) 62,71 Aço Carbono

D_r = Diâmetro Nominal de Recalque 2" Aço Carbono

D_{ir} = Diâmetro interno de Recalque (mm) 52,50 Aço Carbono

QUADRO RESUMO - CONEXÕES - BARRILETES				
ITEM	ACESSÓRIO	QUANT.	EQUIVAL. UNITÁRIO*	EQUIVAL. TOTAL [m]
1	Válvula de pé com Crivo 2.1/2"	1	32	32,00
2	Curva 90° 2.1/2"	2	1,68	3,36
3	Tê de saída lateral 2.1/2"	1	3,43	3,43
4	Registro Gaveta 2.1/2"	1	0,9	0,90
5	União 2.1/2"	1	0,01	0,01
6	Redução 2.1/2" x 1.1/2"	1	0,48	0,48
Comprimento Equivalente de Sucção (Lvs)				40,18
7	Redução 2" x 1"	1	0,64	0,64
8	Curva 90° 2"	4	1,35	5,40
9	Registro Gaveta 2"	2	0,8	1,60
10	Tê de saída lateral 2"	3	3,33	9,99
11	Tê de passagem direta 2"	1	0,33	0,33
12	Válvula de Retenção 2"	1	25	25,00
13	União 2"	4	0,1	0,40
Comprimento Equivalente de Recalque (Lvr)				43,36

$$\Delta H_r = J_r * (L_r + L_v)$$

$$\Delta H_s = 0,23 \text{ m}$$

$$\Delta H_r = 0,60 \text{ m}$$

QUADRO RESUMO - TUBOS E CONEXÕES - ADUTORA			
DESCRIÇÃO	DN	QUANT.	UNIDADE
Tubulação Adutora de aço carbono	50	690,00	m
Bomba Centrífuga	1"	2	und.

BARRILETE RESERVATÓRIO

Lr = Comprimento Barrilete	3,00 m
Dr = Diâmetro Interno Barrietele	0,0546 m
Hfrrp = Perda de Carga Contínua no Barrilete	0,03 m
Dr = Diâmetro Nominal Barrilete	50
Dis = Diâmetro Interno Barrilete	0,0546 mm

ITEM	ACESSÓRIO	QUANT.	EQUIVAL. UNITÁRIO	EQUIVAL. TOTAL
1	União 2"	4	0,1	0,40
2	Registro Gaveta 2"	2	0,8	1,60
3	Curva 90° 2"	2	1,35	2,70
Comprimento Equivalente de Recalque (Lv)				4,70 m

$$\Delta H_r = J_r * (L_r + L_v)$$

$$\Delta H_{rBARRILETE} = 0,03 \text{ m}$$

Cálculo da Altura Geométrica (Hg)

Nível de água mínimo =	329,50 m
Cota do eixo da Bomba =	331,50 m

Cota do Terreno Reservatório =	345,20 m
Altura Fuste de Elevação (b) =	0,00 m
Altura Reservatório (h) =	3,00 m
Cota NA Resev =	348,20 m
Hg =	18,70 m

$$\text{Altura Manometrica H} = 25,95 \text{ m}$$

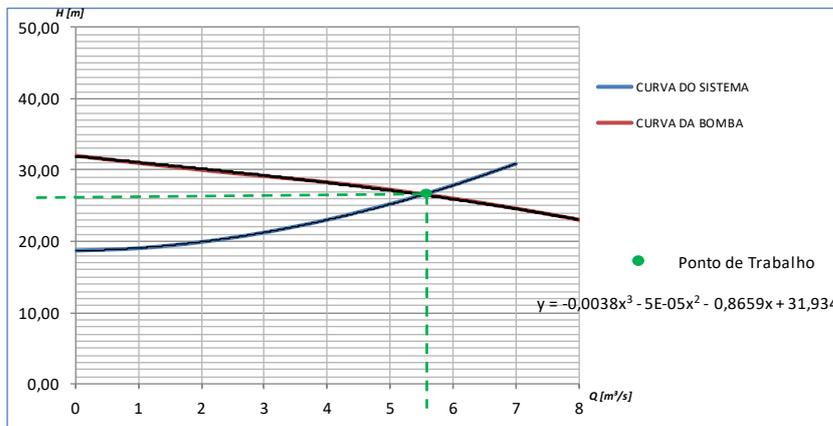
H =	$H_g + K \cdot Q^{1,85}$
Sendo:	
K =	$(H - H_g) / Q^{1,85}$
K =	0,332
$H = 0,38 \cdot (Q^{1,85}) + 46,63$	

CURVA DO SISTEMA

Q (m³/h)	H(m)
0,00	18,70
1,00	19,03
2,00	19,90
3,00	21,24
4,00	23,02
5,00	25,23
5,29	25,95
6,00	27,84
7,00	30,86

CURVA DA BOMBA

Q (m³/h)	H(m)
0,00	32,00
2,00	30,00
4,30	28,00
6,00	26,00
7,40	24,00
8,60	22,00
9,70	20,00
10,70	18,00
11,60	16,00



EQUIPAMENTO DE REFERÊNCIA	
Marca: Schneider Motobombas	
BC-92 S 1C - Centrífuga Monoestágio	
Motor	380V - 3F - 2 Polos
POTÊNCIA	1,00 Cv
	0,70 KW
Nº DE ESTÁGIOS	1
RENDIMENTO	47 %
PROT. DO MOTOR	IP-21

Ponto de Trabalho	
Hm (m.c.a)	Q (m³/h)
26,79	5,29
OK	OK

Ponto de Dimensionamento	
Hm (m.c.a)	Q (m³/h)
25,95	5,29

Cálculo Potência do Conjunto Motor-Bomba		
Altura Manométrica =	25,95	m
Rendimento Adotado =	47	%
Vazão =	1,47	l / s
Potência =	1,08	CV
Folga =	10	%
Potência com folga (CV) =	1,19	CV
Potência com folga (W) =	0,875	KW

Resqritos do Conjunto Motor-Bomba		
Q =	5,29	m³/h
Hm =	25,95	m
Potência Instalada Adotada =	1,0	CV
Fator de Potência Adotado =	0,8	-
Rendimento Adotado =	47	%
Corrente Nominal Calculada =	3,00	A
Corrente de Partida Calculada =	7,50	A

Ip=2,5*In Obs: Partida por Soft-Starter

Golpe de Aríete

Cálculo realizado para a condição de Sobrepressão Máxima - Fechamento Rápido

$$DH_{SP} = C \cdot V / g$$

$$C = 9900 / (48,3 + K \cdot Di / e)^{0,5}$$

Sendo:

- DH_{SP} = Sobre-Pressão
- C = Celeridade das ondas de pressão (m/s)
- V = Velocidade do escoamento
- g = Aceleração da gravidade (9,81 m/s²)
- K = Coeficiente conforme o material da canalização
- Di = Diâmetro interno da tubulação (mm)
- e = Espessura da parede da tubulação

Cálculo da Celeridade

Di =	54,6	mm
Espessura do Tubo =	2,7	mm
Material do tubo =	PVC PBA CLASSE 12	
Coef. de Elasticidade =	18	
C =	487,56	m/s
V =	0,60	m/s

Cálculo da Sobre-Pressão

$$DH_{SP} = C_{eq} \times V_m / g$$

DH _{SP} =	29,85	m
--------------------	-------	---

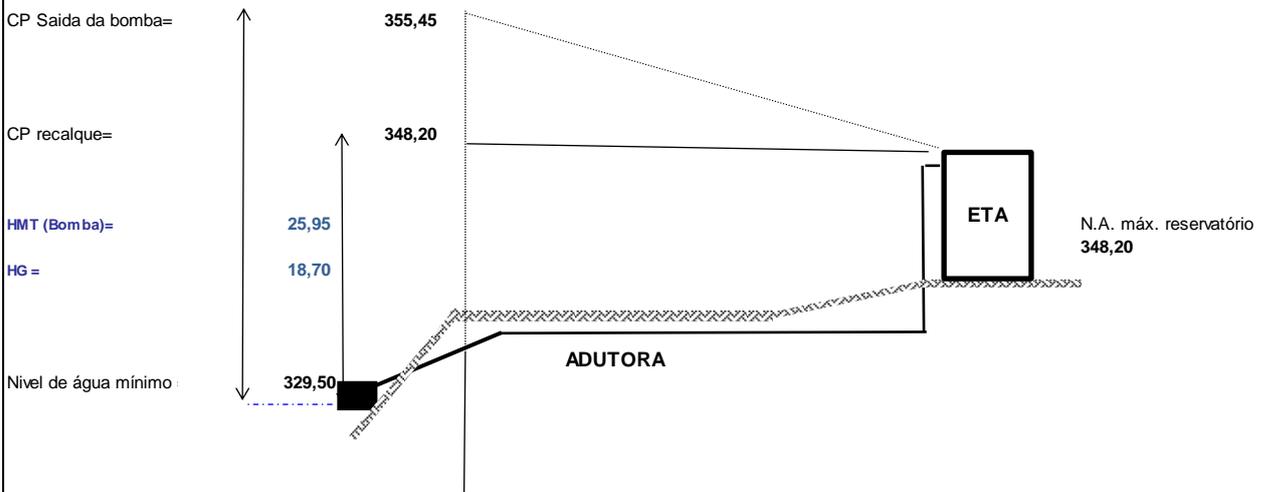
Pressão do Golpe de Aríete

$$P_{golpe} = DH_g + DH_{SP}$$

P _{Golpe} =	48,55	m
----------------------	-------	---

Classe necessária =	12
---------------------	----

Layout do Sistema Adutor



ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - ETA AO RED**i) Vazão de Projeto (Q)**

Tempo de bombeamento por dia	4 h
Qmáx diária (considerado no bombeamento) =	1,47 L/s
	0,001 m³/s
	5,29 m³/h

ii) Pré-Dimensionamento Diâmetros de Recalque e Sucção

Para a determinação do diâmetro econômico do sistema de recalque foi utilizado a fórmula da Forchheimer Bresse recomendada para funcionamento intermitente:

$$D_r = 1,3 \cdot (T/24)^{0,25} \cdot (Q^{0,5})$$

D_r = Diâmetro de Recalque

T = Período de funcionamento da bomba 4 h

Q = Vazão de Projeto

$$D_r = 0,0318 \text{ m}$$

$$D_r = 2" \text{ mm}$$

Tubo de aço carbono

$$D_{ia} = 52,5 \text{ mm}$$

D_{ia} = Diâmetro Interno Adutora

Verificação da Velocidade Econômica

$$V = (4 \cdot Q) / \pi \cdot D_r^2$$

V = Velocidade Econômica. Deve estar entre 0,6 a 3,0 metros por segundo.

Q = Vazão de Projeto

D_r = Diâmetro interno de Recalque

$$V_a = 0,70 \text{ m/s} \quad \text{OK} \quad V_a = \text{Velocidade Adutora}$$

iii) Altura Manométrica (H)

$$H = H_g + \Delta H_r + \Delta H_s$$

H_g = Altura geométrica

ΔH_r = Perda de Carga no Recalque

ΔH_s = Perda de Carga na sucção

Cálculo da Perda de Carga pela Equação de Hazen-Williams:

$$H_f = L \cdot (10,641 \cdot (Q^{1,85})) / (C^{1,85}) \cdot (D^{4,87})$$

Q = Vazão de Projeto 0,001 m³/s

C = Coeficiente de Atrito Adutora 125 Aço carbono

C = Coeficiente de Atrito Sucção e Recalque 125 Aço carbono

ADUÇÃO

L_r = Comprimento da adutora 18,00 m

D_{ia} = Diâmetro Interno da Adutora 0,0525 m

H_{fr} = Perda de Carga Contínua no recalque 0,25 m

ΔH_r = Perda de Carga Localizada nos Barriletes 0,80 m

J_r = Perda de Carga Unitária 0,05806 m/m

Velocidade = 0,70 m/s

D_s = Diâmetro Nominal de Sucção 2" Aço Carbono

D_{is} = Diâmetro interno de Sucção (mm) 52,50 Aço Carbono

D_r = Diâmetro Nominal de Recalque 2" Aço Carbono

D_{ir} = Diâmetro interno de Recalque (mm) 52,50 Aço Carbono

QUADRO RESUMO - CONEXÕES - BARRILETES				
ITEM	ACESSÓRIO	QUANT.	EQUIVAL. UNITÁRIO*	EQUIVAL. TOTAL [m]
1	Válvula de pé com Crivo 2"	1	24	24,00
2	Curva 90° 2"	1	1,35	1,35
3	União 2"	1	0,01	0,01
4	Redução 2" x 1.1/4"	1	0,35	0,35
Comprimento Equivalente de Sucção (Lvs)				25,71
5	Redução 2" x 1"	1	0,21	0,21
6	Curva 90° 2"	5	1,35	6,75
7	Válvula de Retenção 2"	1	25	25,00
8	União 2"	3	0,01	0,03
Comprimento Equivalente de Recalque (Lvr)				31,99

$\Delta H_r = J_r * (L_r + L_v)$

$\Delta H_s =$ 0,35 m

$\Delta H_r =$ 0,44 m

QUADRO RESUMO - TUBOS E CONEXÕES - ADUTORA			
DESCRIÇÃO	DN	QUANT.	UNIDADE
Tubulação Adutora de aço carbono	2"	18,00	m
Bomba Centrífuga	1"	1	und.

BARRILETE RESERVATÓRIO

Lr = Comprimento Barrilete 0,00 m
Dr = Diâmetro Interno Barrilete 0,0525 m
Hfrp = Perda de Carga Contínua no Barrilete 0,00 m
Dr = Diâmetro Nominal Barrilete 2"
Dis = Diâmetro Interno Barrilete 0,0525 mm

ITEM	ACESSÓRIO	QUANT.	EQUIVAL. UNITÁRIO	EQUIVAL. TOTAL
1				0,00
2				0,00
Comprimento Equivalente de Recalque (Lv)				0,00 m

$\Delta H_r = J_r * (L_r + L_v)$

$\Delta H_{BARRILETE} =$ 0,00 m

Cálculo da Altura Geométrica (Hg)

Nível de água mínimo = 344,00 m
Cota do eixo da Bomba = 345,70 m

Cota do Terreno Reservatório = 345,20 m
Altura Fuste de Elevação (b) = 12,00 m
Altura Reservatório (h) = 1,90 m
Cota NA Resev = 359,10 m
Hg = 15,10 m

Altura Manometrica H = 16,15 m

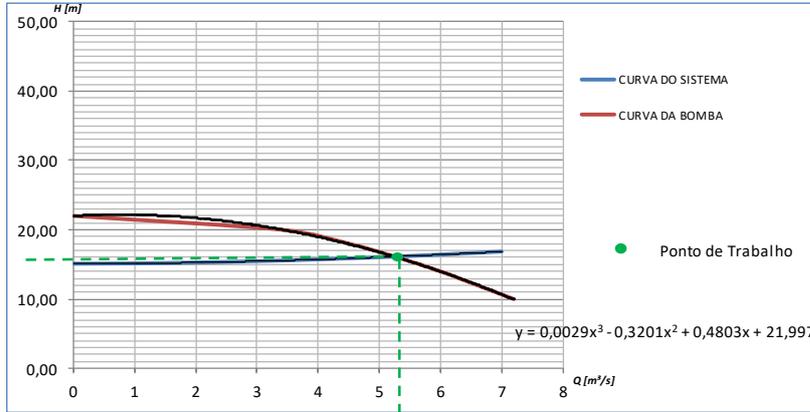
H =	$Hg + K * Q^{1,85}$
Sendo:	
K =	$(H - Hg) / Q^{1,85}$
K =	0,048
H = 0,38*(Q^{1,85}) + 46,63	

CURVA DO SISTEMA

Q (m³/h)	H(m)
0,00	15,10
1,00	15,15
2,00	15,27
3,00	15,47
4,00	15,72
5,00	16,04
5,29	16,15
6,00	16,42
7,00	16,85

CURVA DA BOMBA

Q (m³/h)	H(m)
0,00	22,00
3,40	20,00
4,50	18,00
5,30	16,00
6,00	14,00
6,30	13,00
6,60	12,00
6,90	11,00
7,20	10,00



EQUIPAMENTO DE REFERÊNCIA

Marca: Schneider Motobombas	
BC-91 S - Centrífuga Monoestágio	
Motor	220V - Monofásico
POTÊNCIA	0,50 Cv
	0,40 KW
Nº DE ESTÁGIOS	1
RENDIMENTO	47 %
PROT. DO MOTOR	IP-21

Ponto de Trabalho

Hm (m.c.a)	Q (m³/h)
16,15	4,96
OK	NÃO

Ponto de Dimensionamento

Hm (m.c.a)	Q (m³/h)
16,15	5,29

Cálculo Potência do Conjunto Motor-Bomba		
Altura Manométrica =	16,15	m
Rendimento Adotado =	47	%
Vazão =	1,47	l / s
Potência =	0,67	CV
Folga =	10	%
Potência com folga (CV) =	0,74	CV
Potência com folga (W) =	0,544	KW

Requisitos do Conjunto Motor-Bomba		
Q =	5,3	m³/h
Hm =	16,1	m
Potência Instalada Adotada =	0,5	CV
Fator de Potência Adotado =	0,8	-
Rendimento Adotado =	47	%
Corrente Nominal Calculada =	4,40	A
Corrente de Partida Calculada =	11,00	A

Ip=2,5*In Obs: Partida por Soft-Starter

Golpe de Ariete

Cálculo realizado para a condição de Sobrepressão Máxima - Fechamento Rápido

$$DH_{SP} = C \cdot V / g$$

$$C = 9900 / (48,3 + K \cdot Di / e)^{0,5}$$

Sendo:

DH_{SP} = Sobre-Pressão

C = Celeridade das ondas de pressão (m/s)

V = Velocidade do escoamento

g = Aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

K = Coeficiente conforme o material da canalização

Di = Diâmetro interno da tubulação (mm)

e = Espessura da parede da tubulação

Cálculo da Celeridade

Di =	52,5	mm
Espessura do Tubo =	3,91	mm
Material do tubo =	Aço carbono	
Coef. de Elasticidade =	0,5	
C =	1.334,75	m/s
V =	0,70	m/s

Cálculo da Sobre-Pressão

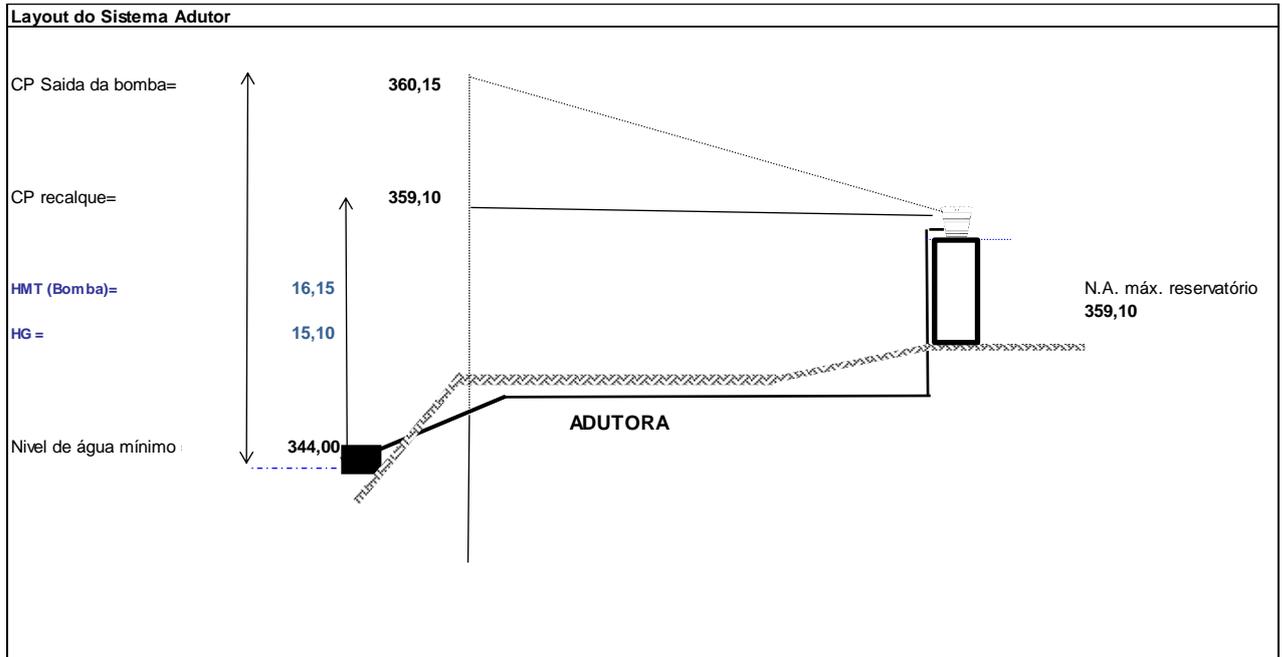
$$DH_{SP} = C_{eq} \times V_m / g$$

DH _{SP} =	95,34	m
--------------------	-------	---

Pressão do Golpe de Ariete

$$P_{golpe} = DH_g + DH_{SP}$$

P _{Golpe} =	110,44	m
----------------------	--------	---



RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO

Cálculo da Capacidade de Reservação

Volume Reservação

Pop. = 624 hab
 $q = 160$ l/hab.dia
 $K1 = 1,2$
 CMD = 119,80 m³/dia

$$V_R = 1/3 * CMD$$

$$V_R = 39,93 \text{ m}^3$$

Volume Reservação Mínimo (V_{R-MIN})

Pop. = 624 hab
 $pc = 160$ l/hab.dia
 $K2 = 1,5$
 $K1 = 1,2$
 $Q_{med} = 1,16$ m³/dia

$$V_{R-MIN} = (K2 - 1/Pi) \times n \times k1 \times Q_{md}$$

$$V_{R-MIN} = 1,77 \text{ m}^3$$

Volume Total Calculado

$V = 39,93 \text{ m}^3$ OK
 Vadotado= 50,00 m³

01 reservatório elevado com capacidade de 50 m³

9. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Foto 1 – Localização do Manancial.



Foto 2 – Reservatório a ser demolido.



Foto 3 – ETA existente.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DO
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

10. ESPECIFICAÇÕES GERAIS DOS SERVIÇOS E MATERIAIS

Estas especificações estabelecem as condições para execução dos serviços de construção civil referentes à implantação do sistema de abastecimento de água, bem como as principais características que os materiais a serem empregados nas obras devem atender. Casos Específicos e/ou omissões, serão resolvidos pelas presentes Especificações Técnicas ou pela Fiscalizadora.

10.1. SERVIÇOS

- Disposições Gerais

Os serviços serão executados segundo estas especificações e recomendações das normas brasileiras editadas pela ABNT ou, nos casos omissos, a critério da Fiscalização.

A mão-de-obra deverá ser experiente e o acabamento esmerado.

A Fiscalização poderá impugnar qualquer trabalho em execução ou executado que não obedeça rigorosamente às condições contratuais.

- Normas Técnicas

Os serviços e ou matérias deverão seguir rigorosamente as recomendações das normas técnicas NBR 5647, NBR 9822, NBR 9650, NBR 12266, NBR 12586, NBR 10165, NBR 12218.

- Organização do canteiro da obra

Constará de:

- depósito de materiais a descoberto (areia, brita, tijolos, etc.).
- local para os equipamentos.
- depósito coberto para materiais (cimento, cal, etc.).
- escritório da obra, possuindo inclusive um compartimento para a fiscalização, o qual deverá oferecer condições mínimas de conforto e espaço (cobertura impermeável, paredes bem fechadas, piso assoalhado, iluminação, etc.).
- instalações sanitárias provisórias, que deverão obedecer às exigências da Prefeitura.
- acesso às obras.
- quadros e suportes de madeira para colocação das placas, de acordo com o estipulado pelo CREA e pela fiscalização.
- placas de sinalização de tráfego, se for o caso.
- cercas para vedação dos terrenos das obras, que serão executadas com arame farpado de 7 fios número 14, com estacas de madeira de 2m, espaçadas 2,5 e cravadas 0,50m no solo, se for o caso.

- Placas de Obras

- **Movimento de Terra**

- **Escavação e reaterros**

Serão feitos os cortes necessários, para obter-se um perfil do terreno adequado a implantação da obra, e o assentamento das tubulações.

Estes trabalhos deverão ser acompanhados de esgotamento de águas pluviais e de infiltração quando necessário. Deverão ser previstos escoramento de modo a garantir a segurança dos operários.

Os trabalhos de aterro e reaterro serão executados com material escolhido. Nos locais onde for possível o uso de equipamento mecânico para o apiloamento, o aterro será executado em camadas de 20cm, devendo ser alcançado um grau de compactação de 95% do Proctor Normal; nas áreas onde não for viável a utilização do equipamento, o aterro será feito em camadas de 10cm e apilado manualmente.

A EMPREITEIRA será responsável integral por desmoronamentos ou recalques e pelos eventuais enganos nos níveis, cabendo a mesma executar as suas próprias custas, todo o serviço necessário para restaurar o terreno, estruturas e outras instalações as suas condições originais.

Se quaisquer escavações forem feitas, por engano, abaixo da profundidade indicada nos desenhos, a EMPREITEIRA reintegrará o excesso de escavação até o nível indicado no projeto, as suas próprias custas.

O material excedente das escavações deverá ser levado para depósito ou bota-fora em local a ser especificado pela FISCALIZADORA.

- **Escavação mecanizada**

Tratam-se de escavações de valas ou cavas executadas mecanicamente dentro de áreas urbanas e que, por consequência, demandam cuidados especiais.

A vala é a escavação longitudinal, executada em solo ou rocha, com profundidade, largura e declividade definidas em projeto, com finalidade de receber e conduzir águas ou para a instalação de rede enterrada de água, esgoto ou drenagem.

O material procedente da escavação do terreno natural, geralmente, é constituído por solo, alteração de rocha, rocha ou associação destes tipos.

Para os efeitos desta Especificação será adotada a seguinte classificação:

Material de 1ª categoria

Compreende os solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 m, qualquer que seja o teor da umidade apresentado.

Material de 2ª categoria

Compreende os solos de resistência ao desmonte mecânico inferior à rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos

que obriguem a utilização de equipamento de escarificação de grande porte. A extração, eventualmente, poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 0,15 m e 1,00 m.

Material de 3ª categoria

Compreende os solos de resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1,00 m, ou de volume igual ou superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem com o emprego contínuo de explosivos ou de rompedor.

A escavação deverá ser conforme os projetos e as Especificações no que se refere a localização, profundidade e declividade da escavação. Entretanto, em alguns casos, as escavações poderão ser levadas até uma profundidade superior à projetada, até que se encontrem as condições necessárias de suporte para apoio das estruturas, a critério da Fiscalização.

Nas escavações executadas próximas a prédios ou edifícios, vias públicas ou servidões, deverão ser empregados métodos de trabalho que evitem as ocorrências de qualquer perturbação oriundas dos fenômenos de deslocamento, tais como : Escoamento ou ruptura das fundações; descompressão do terreno da fundação; descompressão do terreno pela água.

Quando necessário, os locais escavados deverão ser isolados, escorados e esgotados por processo que assegure rotação adequada.

As escavações com mais de 1,25 m de profundidade deverão dispor de escadas ou rampas, colocadas próximas aos postos de trabalho, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores, independentemente da adoção de escoramento.

As áreas sujeitas a escavações em caráter permanente deverão ser estabilizadas de maneira a não permitir movimento das camadas adjacentes.

Em caso de valas, deverão observadas as imposições do local do trabalho, principalmente as concernentes ao trânsito de veículos e pedestres.

As grelhas, bocas de lobo e os tampões das redes dos serviços públicos, junto às escavações, deverão ser mantidos livres e desobstruídos.

Ao se atingir a cota de projeto, o fundo da escavação será regularizado e limpo. Atingida a cota, se for constatada a existência de material com capacidade de suporte insuficiente para receber a peça ou estrutura projetada, a escavação deverá prosseguir até que se possa executar um "colchão" de material de base, a ser determinado de acordo com a situação.

No caso do fundo da escavação se apresentar em rocha ou material indeformável, a sua cota deverá ser aprofundada, no mínimo, em 0,10 m, de forma a se estabelecer um embasamento com material desagregado, de boa qualidade normalmente, areia ou terra). A espessura esta camada deverá ser determinada de acordo com a especificidade da obra.

- **Escavação em rocha.**

Desmonte a Fogo:

A utilização de explosivos deverá ser previamente autorizada pela Fiscalização.

Nas escavações com emprego de explosivos, serão obedecidas as regulamentações técnicas e legais concernentes à atividade.

Deverá ser apresentada a autorização do órgão competente para transporte, armazenamento e uso de explosivos, antes do início das detonações. A Contratada deverá apresentar um plano de fogo, para aprovação pela Fiscalização.

A aprovação de um plano de fogo pela Fiscalização não exime a Contratada de suas responsabilidades.

A área de fogo deverá ser protegida contra a projeção de partículas, quando a risco trabalhadores e terceiros. Em função das condições locais, poderá ser exigido o uso de redes de segurança, sem ônus para a CONTRATANTE.

A detonação das cargas deverá, obrigatoriamente, ser precedida e seguida de sinais de alerta;

A carga das minas será feita somente por ocasião da execução dos trabalhos de detonação, jamais na véspera ou mesmo com simples precedência de horas; As detonações deverão ser programadas para horários que não perturbem o repouso dos moradores das vizinhanças e que não coincidam com aqueles de maior movimento.

Sempre que, de acordo com a indicação do projeto ou por determinação da Fiscalização, for necessário preservar a estabilidade e resistência dos cortes executados em rocha, estes deverão ser conformados utilizando-se pré-fissuramento (detonação controlada do perímetro, realizada antes da escavação), fogo cuidadoso – “cushion blasting” (detonação controlada do perímetro, realizada durante a escavação) ou perfuração em linha. O diâmetro dos furos e a técnica de detonação a ser utilizada ficarão subordinados à aprovação da Fiscalização.

No decorrer do desmonte a fogo, o escoramento deverá ser permanentemente inspecionado e reparado após a ocorrência de qualquer dano.

Desmonte a Frio:

Sempre que for inconveniente ou desaconselhável o emprego de explosivos, a critério da Fiscalização, será utilizado o desmonte a frio, empregando-se o processo manual, mecânico (rompedor) ou pneumático (cunha metálica).

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser adequados aos tipos de escavação. Nas valas ou cavas de profundidade até 4,0 m, serão utilizadas

retroescavadeiras, podendo ser usada escavação manual no acerto final do fundo.

A escavação mecânica de valas e cavas com profundidade acima daquela alcançada pela retroescavadeira, deverá ser executada com escavadeira hidráulica. Caso a Contratada não disponha de tal equipamento, a Fiscalização poderá permitir o uso de retroescavadeira, considerando-se, neste caso, a ressalva feita nos Critérios de Medição desta Especificação.

- **Escavação manual**

A adoção da escavação manual dependerá da natureza do solo, das características do local (topografia, espaço livre, interferências) e do volume a ser escavado, ficando sua autorização a critério da Fiscalização.

Deverão ser seguidos os projetos e as Especificações no que se refere a locação, profundidade e declividade da escavação.

Entretanto, em alguns casos, as escavações poderão ser levadas até uma profundidade superior à projetada, até que se encontrem as condições necessárias de suporte para apoio das estruturas, a critério da Fiscalização.

Nas escavações executadas próximas a prédios ou edifícios, vias públicas ou servidões, deverão ser empregados métodos de trabalho que evitem as ocorrências de qualquer perturbação oriunda dos fenômenos de deslocamento, tais como : Escoamento ou ruptura das fundações; descompressão do terreno da fundação; descompressão do terreno pela água.

Quando necessário, os locais escavados deverão ser isolados, escorados e esgotados por processo que assegure proteção adequada.

As escavações com mais de 1,25 m de profundidade deverão dispor de escadas ou rampas, colocadas próximas aos postos de trabalho, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores, independentemente da adoção de escoramento.

As áreas sujeitas a escavações em caráter permanente deverão ser estabilizadas de maneira a não permitir movimento das camadas adjacentes.

Em caso de valas, deverão ser observadas as imposições do local do trabalho, principalmente as concernentes ao trânsito de veículos e pedestres.

As grelhas, bocas de lobo e os tampões das redes dos serviços públicos, junto às escavações, deverão ser mantidos livres e desobstruídos.

Materiais não reutilizáveis serão encaminhados aos locais de “bota - fora”.

- **Interferências**

Antes de se iniciar a escavação, deverá ser feita a pesquisa das interferências existentes no trecho a ser escavado, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, postes ou outra estrutura que esteja na zona atingida pela escavação ou em suas proximidades.

As sondagens poderão ser executadas por processo manual ou mecanizado, devendo-se observar cautela extrema, principalmente quando houver expectativa de interferência de rede de energia elétrica, rede telefônica ou adutoras.

Ao se proceder as sondagens, a Contratada deverá estar de posse das plantas de possíveis interferências de outros serviços públicos. Se possível, deverá fazer-se acompanhar de técnicos das empresas responsáveis, durante sua execução.

Na ausência dos projetos de serviços públicos existentes, as sondagens deverão ser executadas nos pontos extremos da escavação e a cada 20 m.

As interferências deverão ser cadastradas, com pontos de amarração suficientes para a fácil detecção pela equipe de produção, quando da execução da escavação propriamente dita, devendo ser apresentado à Fiscalização, “croquis” das localizações, antes do início dos serviços.

Caso o serviço de escavação não tenha início imediato, as cavas executadas para as sondagens deverão ser reaterradas e o pavimento reconstituído, conforme Especificações próprias.

As áreas onde estiverem sendo executados serviços de sondagem deverão estar devidamente protegidas e sinalizadas ao tráfego de veículos e pedestres.

Quando existir cabo subterrâneo de energia nas proximidades das escavações, as mesmas só poderão ser iniciadas quando o cabo estiver desligado. Na impossibilidade de desligar o cabo, devem ser tomadas medidas especiais junto à concessionária.

Ocorrendo interferência com instalações de outros serviços públicos, não identificada nos serviços de sondagem, a CONTRATANTE deverá ser comunicada e o serviço paralisado até que sejam autorizados e efetuados os respectivos remanejamentos.

Se a escavação interferir com galerias ou tubulações deverá ser executado o escoramento e sustentação das mesmas.

A responsabilidade civil, as conseqüências legais e os custos, referentes ao rompimento de interferências e aos danos causados a propriedades públicas ou privadas, ficarão a cargo da Contratada.

- Sinalização e Proteção

São os serviços de apoio necessários à execução do empreendimento a construir, programados e executados conforme as necessidades locais da obra, com o objetivo de garantir a segurança dos transeuntes, dos veículos e dos operários, bem como de evitar ao máximo a ocorrência de transtornos na rotina da comunidade que habita ou transita nas adjacências das áreas onde os serviços serão executados.

Esses serviços constam basicamente de elementos de utilização transitória, no decorrer da execução da obra propriamente dita, como: placas e outros acessórios de sinalização; tapumes, cercas e telas; passadiços provisórios para pedestres e veículos.

A execução dos serviços deverá ser plenamente protegida contra riscos de acidentes com o próprio pessoal da obra e com terceiros. Com este fim, serão utilizadas placas de sinalização obedecendo às exigências do Código de Trânsito e às normas locais porventura existentes. Também deverá ser isolado o local de trabalho por meio de cercas, telas ou tapumes resistentes, de modo a sinalizar e evitar a queda de pessoas ou veículos nas valas ou cavas abertas.

Esses tapumes, cercas e telas deverão ser mantidos permanentemente com bom aspecto e deverão ser pintados sempre que necessário, a critério da Fiscalização.

À noite, deverão ser instalados e mantidos acesos lâmpadas e outros avisos luminosos, em cada ângulo ou extremidade de cerca protetora, em cada cavalete de aviso e ao longo do canteiro de trabalho.

A obra que implique a suspensão do trânsito ou a redução da área de circulação de veículos deverá ser executada após a prévia consulta ao órgão de trânsito competente, anexando-se à solicitação da interdição plantas propondo as alterações indispensáveis, com indicação de todas as informações necessárias, incluindo período de suspensão e projeto de sinalização.

Quando necessário, a Contratada fornecerá sinalizadores, solicitados pela Fiscalização, a fim de permitir o fluxo do tráfego sob controle.

Sinalização com tela-tapume em PVC, Será feita através de pedestais fabricados com barras de aço diâmetro de 1/2", chumbados em bases de concreto simples de 30 x 30 x 20 cm, removíveis, e com telas tapumes em PVC, fixadas nos pedestais, conforme padrões da Concessionária, sendo o seu uso obrigatório nas vias de tráfego intenso, constantemente ou a critério da Fiscalização.

- **Formas das Valas**

A vala deverá ser escavada de forma a resultar numa seção transversal retangular sempre que possível, ou pelo menos em sua parte inferior.

Quando for o caso, durante as escavações os materiais de revestimento e base e sub-base dos pavimentos das ruas e passeios deverão ser convenientemente depositados, separadamente do material comum, para que possam ser reaproveitados nas mesmas condições.

- **Profundidade das Valas**

A profundidade das valas, no caso de assentamento sob passeio, deverá permitir um recobrimento de no mínimo 0,60 m. Quando sob lastro de rua deverá permitir um recobrimento mínimo de 0,80 m.

- **Largura das Valas**

A largura da vala deverá ser tão reduzida quanto possível, respeitando-se os valores mínimos de $(D + 0,30\text{m})$ onde D é o diâmetro externo da tubulação em metros, nunca, porém deverá ter menos de 0,40 m.

- **Fundo das Valas**

O fundo das valas deverá ser plano, de modo a permitir o assentamento contínuo de toda a tubulação.

Atingida a cota, se for constatada a existência de material com capacidade de suporte insuficiente para receber a peça ou estrutura projetada, a escavação deverá prosseguir até que se possa executar um “colchão” de material de base, a ser determinado de acordo com a situação.

No caso do fundo da escavação se apresentar em rocha ou material indeformável, a sua cota deverá ser aprofundada, no mínimo, em 0,10 m, de forma a se estabelecer um embasamento com material desagregado, de boa qualidade (normalmente, areia ou terra). A espessura desta camada deverá ser de 15 cm.

- **Enchimento das Valas**

Deverá ser feito de modo que, quando for o caso, os materiais de pavimentação e base e sub-base, das ruas e passeios sejam reaproveitados retornando as posições que ocupavam anteriormente.

O espaço compreendido entre a base de assentamento do tubo e a altura de 30 cm acima do tubo deve ser procedido com aterro isento de pedras ou corpos estranhos, e adensados em camadas não superiores de 0,20 m. O restante do aterro deve ser feito de maneira que o adensamento seja executado em camadas não superiores a 0,30 m ou que o aterro apresente uma densidade aproximadamente igual a do solo das paredes da vala, e também isento de pedras grandes ou corpos estranhos.

Quando o material for considerado, a critério da Fiscalização, apropriado para utilização no reaterro, será ele, a princípio, estocado ao longo da escavação, a uma distância equivalente à profundidade escavada, medida a partir da borda do talude.

Em vias públicas onde a deposição do material escavado puder acarretar problemas de segurança ou maiores transtornos à população, poderá a Fiscalização, a seu critério, solicitar a remoção e estocagem do material escavado para local adequado, para posterior utilização.

- **Colchão de areia**

Os lastros e berços constituem, juntamente com a regularização manual ou mecânica do fundo da vala, os serviços necessários à estabilidade da fundação das tubulações.

A regularização manual ou mecânica do fundo das valas de assentamento de tubulação de água é feita para propiciar um leito uniforme e nivelado de acordo com as cotas de projeto. Isto é possível em terreno seco e onde não haja a incidência de rocha.

O colchão ou lastro deverá ser executado de material granular, tipo areia, perfeitamente adensado, na espessura mínima abaixo da geratriz externa inferior do tubo de 10 cm.

Quando não for possível fazer o rebaixamento no terreno natural, deverá ser executado um colchão ou lastro de material granular, normalmente areia, brita ou pó de pedra, perfeitamente adensado, na espessura mínima abaixo da geratriz

externa inferior do tubo de 10 cm ou de 20 cm no caso de o leito apresentar-se, respectivamente, em solo ou rocha.

- **Escoramento das Valas**

Caso sejam necessários, serão empregados os seguintes tipos de escoramento:

Pontaleamento:

Utilizado em solos coesivos, geralmente em cota superior ao do lençol freático e em profundidades menores.

Neste caso, a superfície lateral da vala ou cava é contida por tábuas verticais de madeira de lei de 1" x 10" (até 2,00 m de profundidade) ou por pranchas de madeira de lei de 6 x 16 cm (acima de 2,00 m de profundidade), espaçadas de 1,35 m e travadas na transversal por estroncas com diâmetro de 20 cm, distanciadas verticalmente de 1,00 m.

Poderão, também, ser utilizadas pranchas metálicas, espaçadas de 1,35 m e travadas na transversal por estroncas com diâmetro de 20 cm, distanciadas verticalmente de 1,00 m. A cravação dos perfis metálicos poderá ser feita por bate-estacas (queda livre), martelo vibratório ou pré-furo.

Escoramento Descontínuo:

Utilizado nas escavações em solos coesivos, geralmente em cota superior ao nível do lençol freático. Neste tipo de escoramento, a superfície lateral da vala ou cava é contida por tábuas verticais de madeira de lei de 1" x 10" (até 2,00 m de profundidade) ou por pranchas de madeira de lei de 6 x 16 cm (acima de 2,00 m de profundidade), espaçadas de 0,30 m e travadas longitudinalmente por longarinas de madeira de lei de 6 x 16 cm (até 2,00 m de profundidade) ou de 8 x 18 cm (acima de 2,00 m de profundidade), em toda a sua extensão.

Travando as longarinas, em sentido transversal, são utilizadas estroncas de madeira (geralmente, eucalipto) com diâmetro de 0,20 m, espaçadas de 1,35 m, exceto em suas extremidades, das quais as estroncas ficam afastadas 0,40 m. As longarinas são espaçadas verticalmente de 1,00 m.

Podem também ser utilizados, em combinações variadas, perfis metálicos verticais, longarinas metálicas e pontaletes metálicos, em substituição às peças de madeira, mantendo-se, porém, os mesmos espaçamentos.

A cravação dos perfis metálicos pode ser feita por bate-estacas (queda livre), martelo vibratório ou pré-furo.

Escoramento Contínuo:

Utilizado em escavações de solos arenosos, sem coesão, ou quando alguma circunstância exigir uma condição estanque das paredes da escavação.

A superfície lateral da vala ou cava é contida por tábuas verticais de madeira de lei de 1" x 10" (até 2,00 m de profundidade) ou pranchas de madeira de lei de 6 x 16 cm (acima de 2,00 m de profundidade), encostadas umas às outras e travadas longitudinalmente por longarinas de madeira de lei de 6 x 16 cm (até 2,00

m de profundidade) ou de 8 x 18 cm (acima de 2,00 m de profundidade) em toda a sua extensão. Travando as longarinas, em sentido transversal, são utilizadas estroncas de madeira (geralmente, eucalipto) de diâmetro 20 cm, espaçadas de 1,35 m, exceto em suas extremidades, das quais as estroncas ficam afastadas 0,40 m. As longarinas deverão estar espaçadas entre si de 1,00 m na vertical.

Podem também ser utilizados, em combinações variadas, perfis metálicos verticais, longarinas metálicas e pontaltes metálicos, em substituição às peças de madeira, mantendo-se, porém, os mesmos espaçamentos.

A cravação dos perfis metálicos pode ser feita por bate-estacas (queda livre), martelo vibratório ou préfuro.

Escoramento Especial:

Utilizado em escavações de solos arenosos, sem coesão, ou quando o escoramento contínuo for insuficiente para propiciar uma condição estanque adequada às paredes da escavação.

A superfície lateral da vala ou cava é contida por pranchas verticais de madeira de lei 6 x 16 cm, do tipo macho e fêmea, travadas horizontalmente por longarinas de 8 x 18 cm em toda a sua extensão.

As longarinas são travadas, longitudinalmente, por estroncas de madeira de diâmetro 20 cm, espaçadas de 1,35 m, exceto em suas extremidades, das quais as estroncas ficam afastadas 0,40 m. As longarinas são ser espaçadas verticalmente ntre si de 1,00 m.

Em escavações abaixo do lençol freático, em solos que apresentem reais dificuldades quanto à fixação, estanqueidade e equilíbrio do fundo da vala ou cava, o escoramento deverá ter uma profundidade adicional, que deverá ser aprovada pela Fiscalização.

Deverá ser utilizado escoramento sempre que as paredes laterais do corte forem constituídas de solo passível de desmoronamento, independente da profundidade da escavação.

A Fiscalização poderá solicitar o cálculo do escoramento, podendo este ser substituído pelo aumento da inclinação dos taludes das paredes da escavação.

O escoramento deverá ser dimensionado de acordo com a profundidade e a natureza dos solos a serem escavados, devendo ser consideradas as dimensões reais necessárias. As dimensões apresentadas nesta Especificação são as mínimas permitidas.

Para elaboração do projeto e execução das escavações a céu aberto, deverão ser observadas as condições exigidas na NBR 9.061/85 – Segurança de Escavações a Céu Aberto, da ABNT.

Deverão ser rejeitadas peças de escoramento que possam comprometer sua estanqueidade e estabilidade.

- Esgotamento das Valas

Onde houver necessidade deverá ser previsto o esgotamento das valas, que poderá ser feito por drenagem direta, por tubos de drenagem, por bombeamento, etc.

- **Bota-fora**

Quando o material for considerado, a critério da Fiscalização, apropriado para utilização no reaterro, será ele, a princípio, estocado ao longo da escavação, a uma distância equivalente à profundidade escavada, medida a partir da borda do talude.

Em vias públicas onde a deposição do material escavado, puder acarretar problemas de segurança, ou maiores transtornos à população, poderá a Fiscalização, a seu critério, solicitar a remoção e estocagem do material escavado para local adequado, para posterior utilização.

Materiais não reutilizáveis serão encaminhados aos locais de “bota-fora”.

- **Localização das Tubulações**

A localização das tubulações deverá ser feita a juízo da Fiscalização. Sempre que possível os critérios abaixo devem ser adotados:

- serão assentados a 1,5 m do eixo da rua, prevendo-se a localização das canalizações de esgoto afastadas também 1,5 m do eixo, para o lado oposto.

- será assentada no eixo demarcado, através do estaqueamento de 20 em 20 metros, devendo assinalar os pontos onde serão instaladas conexões, registros, ventosas, além disso, cruzamentos em nível com outras tubulações ou elementos enterrados.

- **Deflexões das Juntas**

Serão permitidas pequenas deflexões nas juntas, compatíveis com o tipo adotado.

Flechas Permitidas	
DN (mm)	h(cm)
50	25
75	17
100	13

- **Manejo dos Tubos**

Deve-se evitar sempre os choques por serem prejudiciais aos tubos; colocá-los cuidadosamente no local e não permitir que sejam rolados sobre pedras ou terrenos rochosos (em tais casos empregar vigas de madeira por baixo dos tubos).

Os tubos que ficarem estocados, por longos períodos, devem ficar ao abrigo do sol, evitando-se possíveis deformações provocadas pelo aquecimento excessivo.

As conexões, demais acessórias e materiais para as juntas devem ser levados para a obra no momento da utilização.

- **Assentamento dos Tubos**

O sentido da montagem das linhas deve ser, de preferência, caminhando-se das pontas dos tubos para as bolsas, ou seja, cada tubo assentado deve ter como extremidade livre uma bolsa, onde deve ser acoplado a ponta do tubo subsequente.

A montagem da tubulação entre dois pontos fixos – tês, cruzetas – pode ser feita utilizando a flexibilidade natural dos tubos PVC rígido.

Antes do assentamento dos tubos nas valas, estes devem ser examinados com cuidado.

Bater ligeiramente com um martelo para descobrir, pelo som, possíveis rachaduras devidas ao transporte.

Cada vez que se interromper os serviços, deverão ser tamponadas as extremidades das canalizações.

- **Limpeza das Tubulações**

Antes do assentamento todos os tubos devem ser cuidadosamente limpos de material solto, sujeira e material aderente. Quando necessário poderá ser raspado com uma escova dura ou com uma vassoura convenientemente adaptada, que atinja todas as partes de sua superfície interna.

- **Cortes dos Tubos**

Deverão ser executados conforme o procedimento normal para o tipo de material empregado obedecendo às recomendações e processos indicados pelos fabricantes.

- **Posição das Bolsas**

Quando utilizados tubos de ponta e bolsa, estas deverão estar voltadas no sentido em que os trabalhos prosseguem. Nas ladeiras deverão estar viradas para cima.

- **Ancoragens**

Trata-se da confecção de blocos, em concreto simples ou armado utilizados nas redes de distribuição de água, nas adutoras, nos pontos de deflexão e de mudança de diâmetro, nas instalações de aparelhos, peças especiais e conexões com juntas elásticas, nos terminais de linha e nos trechos inclinados sujeitos a deslizamento, com o objetivo de absorver os esforços resultantes da pressão exercida pela água nos mesmos.

As conexões devem ser ancoradas, devendo-se utilizar, para tal, blocos de ancoragem convenientemente dimensionados para resistir a eventuais esforços longitudinais da tubulação, esforços estes que não são absorvidos pela junta elástica.

Os blocos serão em concreto $f_{ck}=15$ mpa.

As válvulas de bloqueio de fluxo e demais aparelhos deverão ser ancorados no sentido do seu peso próprio e dos possíveis esforços longitudinais ou transversais, sendo que a tubulação de PVC rígido interligada a estas e às peças de ligação deverá trabalhar livre desses esforços.

Todos os trabalhos de ancoragem devem ser feitos de tal forma a manter as juntas visíveis para que seja possível a verificação da estanqueidade, quando da realização dos ensaios.

Posicionamento da peça - posicionado e assentado o tubo, conexão ou aparelho, será feito seu escoramento, visando garantir sua imobilidade quando da execução do bloco.

Preparação da peça - em um período não inferior a 24 horas antes da concretagem, as partes do tubo, conexão ou aparelho que ficarão em contato com o concreto do bloco, deverão ser revestidas com uma pintura asfáltica seguida de uma camada de areia fina para melhorar a aderência.

- **Confecção das Juntas**

Além de confeccionadas de conformidade com os processos indicados pelo fabricante dos tubos empregados, os procedimentos abaixo deverão sempre ser adotados:

- efetuar limpeza dos alojamentos dos anéis de borracha, removendo a terra existente.
- as pontas de tubos e os anéis de borracha deverão ser limpos e lubrificados antes do encaixe, utilizando lubrificantes de marcas e tipos indicados pelos fornecedores dos anéis.
- as pontas com arestas vivas deverão ser limadas para evitar danos aos anéis.
- quando for o caso, a ponta do tubo deverá ficar a cerca de 1cm do fundo da bolsa, a fim de permitir uma folga para mobilidade e dilatação do material.

- **Ligação Domiciliar**

A ligação predial será em tubos PVC.

Os tubos serão assentados em valas regularizadas e isentas de pedras. A profundidade mínima é de 60 cm, quando não houver tráfego ou tráfego leve e de 80 cm quando houver tráfego pesado.

A tubulação deverá estar limpa e o assentamento seguirá os seguintes passos:

- Fixar o colar de tomada. Colocar as duas travas simultaneamente até nivelar as faces;
- Vedar as roscas do registro de esfera com fita vedarosca;
- Roscar o registro na derivação do colar, manualmente;
- Furar o tubo com equipamento apropriado;
- Roscar no registro uma luva soldável e com rosca;
- Fazer a montagem das conexões e tubos de PEAD;
- Montar o barrilete do hidrômetro na parede da residência do usuário;
- Montar o hidrômetro;

- Não pressurizar a ligação executada logo após a conclusão. Aguardar em média 2 horas para liberar a ligação;
- O envolvimento da tubulação deverá ser executado com material isento de pedras, seguido de uma compactação adequada.

- **Caixa de Registro**

Consiste na construção de caixas em alvenaria de tijolos cerâmicos maciços, com laje superior em concreto armado e laje de fundo em concreto simples, ou inteiramente pré-moldadas em concreto armado.

Tais caixas são executadas ao longo das redes de água e adutoras, com o objetivo de propiciar o acesso adequado para a manutenção das mesmas, o manuseio de registros e descargas e a proteção de dispositivos de medição (macromedidores) ou de regularização e controle do funcionamento (ventosas).

Possuem dimensões variáveis, de acordo com o diâmetro dos tubos, com a profundidade da rede/adutora e com as dimensões da peça a ser protegida.

Basicamente, as etapas de construção das caixas em alvenaria de tijolos serão as seguintes:

- a) escavação e remoção do material excedente, de forma a comportar a caixa nas dimensões previstas.
- b) caso, na cota prevista para assentamento da caixa, seja encontrado material de baixa capacidade de suporte (argila orgânica, por exemplo), deverá ser feita sua remoção e substituição por material adequado. O material de reposição deverá ser compactado em camadas de, no máximo, 20cm de espessura. Essa substituição deverá ser processada até uma profundidade a ser definida pela Fiscalização.
- c) Regularização e apiloamento manual do fundo da cava.
- d) Lançamento de lastro de concreto magro com espessura mínima de 5,0 cm. O concreto utilizado deverá apresentar consumo mínimo de cimento de 150 kg/m³.
- e) Execução da laje de fundo e do bloco de apoio da peça, em concreto simples ou armado, de acordo com o projeto.
- f) Execução das paredes em alvenaria de tijolos cerâmicos maciços, assentados com argamassa de cimento e areia no traço 1:5 em volume, espessura de 20 cm, revestimento interno e externo com chapisco traço 1:3 e reboco traço 1:4;
- g) Tampa em concreto armado espessura de 10 cm, concreto traço 1:2:4, ser duplamente armado com ferro 3/16" a cada 10 cm;
- h) Tampa para registro em ferro fundido no formato circular ou quadrado, do tipo T-9.

- **Desinfecção dos Tubos Assentados**

Trata-se da destruição de organismos nocivos, causadores de doenças, que se encontrem no interior das redes de distribuição de água e adutoras, através da utilização de produtos químicos apropriados.

Como durante o assentamento, e quase certo que a parte interna da tubulação ficará contaminada e, portanto, necessário desinfetar as linhas novas com cloro líquido, hipoclorito de cálcio ou hipoclorito de alto teor.

A dosagem usual de cloro e, para as linhas novas, de 50 ppm. Em qualquer caso o trecho de tubulação a ser desinfetado deve ser fechado.

A água será admitida lentamente, até que o trecho seja completamente cheio e a água e o cloro deve permanecer na tubulação por 12 horas, no mínimo.

Ao fim deste tempo, todos os registros do trecho serão abertos e a linha é lavada com água do abastecimento até que não haja mais cheiro de cloro e apareça água limpa na descarga.

- **Teste hidrostático**

Tratam-se dos testes de avaliação da estanqueidade das juntas nas tubulações de água, realizados com a utilização de bombas e equipamentos adequados.

O teste é executado através da aplicação, ao conjunto dos tubos e conexões, de pressões superiores à pressão de serviço, por determinado período de tempo.

A carga inicial da linha deve ser feita cuidadosa e lentamente, com início na parte baixa e com uma vazão inferior a vazão de serviço normal. Os registros, ventosas automáticas e outros aparelhos devem ficar todos abertos durante a operação de modo a facilitar a evacuação do ar. Estes aparelhos somente serão fechados quando deixarem passar água isenta de bolhas de ar e serão abertos de vez em quando, até que o regime de funcionamento esteja normalizado.

Os testes de estanqueidade deverão ser executados de acordo com a NBR 9650, da ABNT.

A Contratada deverá fornecer todo equipamento, mão-de-obra e materiais para os testes de pressão e vazamento dos tubos.

Qualquer medidor de água usado nos testes deverá ser aferido pela Concessionária. Se esta decidir fornecê-lo, a Contratada se obrigará a instalá-lo com cuidado, ficando responsável por sua operação.

A Contratada providenciará todos os recursos necessários para conduzir a água da fonte designada pela Concessionária até o ponto de uso.

A Contratada deverá testar a linha por trechos, depois do recobrimento parcial dos tubos, deixando as juntas expostas para exame, exceto em vias de tráfego intenso.

Os trechos da linha não deverão ser colocados em carga enquanto o concreto dos blocos de ancoragem não tiver atingido os seguintes períodos de cura:

Blocos de ancoragem de concreto com cimento normal – 7 dias

Blocos de ancoragem de concreto com cimento de pega rápida – 16 horas

As linhas deverão ser preparadas para teste pelo fechamento dos registros e válvulas quando existirem, adaptando-se temporariamente, peças de extremidade fechadas nas pontas, devidamente ancoradas.

A linha deverá ser enchida aos poucos, observando-se uma velocidade máxima de enchimento de 0,5m/s. Durante o enchimento da tubulação e antes da aplicação da pressão especificada para teste, deverá ser expelido todo o ar da linha.

Cheia a linha ou trecho, assim deverá ser mantida a tubulação, pelo menos durante vinte e quatro horas antes do teste, para que o revestimento interno da tubulação absorva o máximo possível de água.

Durante esse período, todos os tubos, peças, acessórios, válvulas, juntas e acoplamentos expostos, deverão ser examinados quanto a vazamentos. Se encontrados defeitos, trincas ou rupturas, a linha deverá ser esvaziada e os tubos ou peças defeituosas retirados e repostos pela Contratada, às suas expensas, por materiais sem defeito.

Todos os vazamentos deverão ser reparados sob a supervisão da Fiscalização.

A linha, então, deverá ser reenchida e todas as conexões, reexaminadas. Se for encontrado novo vazamento, o procedimento deverá ser reiniciado e repetidas todas as operações do processo.

Eliminados todos os vazamentos e executado o recobrimento total das valas, a linha deverá receber água sob a pressão de teste definida em projeto, com a finalidade de detectar possíveis danos causados na operação de reaterro.

A não ser que seja especificado de outra maneira, no projeto ou nas especificações contratuais, a pressão no teste no ponto mais baixo deverá ser de 140 m.c.a. (14,0 Kgf/cm²) ou 35 m.c.a. (3,5 Kgf/cm³) acima da carga de trabalho do tubo, sendo adotado o valor maior.

A vazão de água escoada durante o teste de pressão será aferida por medidor ou por outros meios que satisfaçam.

- **Ancoragem**

Cada elemento submetido a um empuxo hidráulico (curva, tê, válvula ...) deve ser sustentado por um sistema de ancoragem. Os suportes devem ser dimensionados para manter a canalização corretamente alinhada e resistir aos esforços hidráulicos. Recomenda-se prever um coeficiente de segurança de dimensionamento, a fim de compensar os esforços hidráulicos devidos a um eventual mau alinhamento da canalização.

- **Limpeza Final, Entrega dos Serviços**

Após a execução de cada trecho e a reposição da pavimentação, as ruas deverão ser imediatamente limpas e removidos os entulhos, de modo que o tráfego de veículos e pedestres seja normalizado. Recomenda-se especial rapidez para estes serviços nas ruas onde haja atividade comercial.

Os serviços serão entregues com as obras em condições de integridade e em perfeito funcionamento.

A critério da fiscalização, a entrega dos serviços poderá ser feita por trechos.

10.2. MATERIAIS

- Tubos e Conexões

Os tubos e conexões do barrilete de entrada, saída e extravasor do reservatório elevado de distribuição serão em tubos de ferro galvanizado classe media estão definidos nas plantas que especificam e quantificam os materiais, diâmetros e comprimentos.

Os tubos e conexões de adutora de água por recalque serão em tubo PVC, DEFOFO, Classe-20, com DN 100, fabricados de acordo com a norma técnica brasileira NBR 5647.

Os tubos e conexões da rede de distribuição serão em PVC PBA JE Classe-20 DN 50 e DN 100, com pressão máxima de serviço igual a 100 m.c.a. fabricados de acordo com a norma técnica brasileira NBR 5647.

- Registros

Os Registro de gaveta tipo chato com cunha elástica para tubos PVC, tipo PBA, pressão de serviço de 100 m.c.a. e obedecerão a NBR 5647.

- Colar de Tomada

Colar de tomada em PVC rígido com travas e com saída roscável de ½". Esse tipo de colar é bi-partido e sua fixação à canalização é feita através de duas travas.

- Água

A água a ser empregada no preparo de argamassas e concretos, será de conformidade com o disposto na NB-1.

- Areia

Areia para concreto

Será de granulométrica média, de jazida natural, quartzosa e limpa. Deverá satisfazer a EB-4 e ter a dosagem adequada para cada caso.

Areia para argamassa

A areia para argamassa deverá ser fina, peneirada, de jazida natural, quartzosa e limpa. Nas argamassas de reboco deverá ser alva e, quando necessário, lavada, queimada e peneirada.

- Brita

Deverá provir de rocha sã, ser bem classificada, limpa e isenta de pó, apresentar fratura angulosa e superfícies de fratura não vítrea e atender ao fixado na EB-4.

- Cimento Portland

O cimento será de fabricação recente, só sendo aceito na obra com acondicionamento de fábrica, embalagem e rotulagem intacta, tudo de acordo com a especificação EB-1.

Independente de ensaios serão rejeitados os sacos que se apresentarem empedrados.

À fiscalização se reserva o direito de solicitar da construtora os ensaios de cimento previstos pela ABNT, quando assim o desejar.

- **Ferros**

Os perfis laminados não deverão apresentar defeitos de usinagem ou fundição, ter arestas retas, ser isentas de falhas, bolhas, rebarbas ou oxidação pronunciada.

- **Tijolos**

Serão utilizados tijolos comuns maciços, deverão ser bem cozidos, duros, leves, sonoros, impermeáveis, apresentar faces planas, arestas vivas, ter massa homogênea, isento de gravetos, torrões, etc.

- **Bomba da Estação Elevatória**

Armazenamento

Quando a unidade for armazenada temporariamente, os componentes sujeitos a oxidação, que ficam molhados, precisam ser protegidos com produtos de conservação.

A unidade deve ser guardada em ambiente fechado e seco, com a umidade do ar o mais constante possível. Caso fique ao ar livre, a unidade e os engradados devem ficar cobertos com material impermeável a fim de evitar umidade.

Todas as aberturas dos componentes da unidade montada estão fechados e só devem ser abertos na instalação, quando for preciso. Todas as superfícies sem pintura e partes usinadas estão lubrificadas com óleo ou graxa isentos de silicone, para protegê-las de corrosão.

Períodos de Parada Prolongada

Bomba Permanece Montada e Instalada

Certifique-se que a bomba esteja sempre pronta para início de operação, e para prevenir a formação de depósitos dentro da bomba, recomenda-se ligá-la regularmente uma vez por mês ou uma vez a cada 3 meses por um período curto (aprox. 5 min.). Assegure-se que há líquido disponível suficiente para operação da bomba.

Peças Desmontadas e Guardadas

Antes de armazenar as peças desmontadas, os componentes sujeitos a oxidação precisam ser protegidos com produtos de conservação.

Tubulações

O perfeito funcionamento de uma bomba depende em muito das dimensões e da correta disposição das tubulações a serem utilizadas.

As tubulações de sucção e recalque devem ser suportadas por meios adequados. Desta forma se evitarão esforços mecânicos sobre os bocais da bomba.

Armazenamento

Quando a unidade for armazenada temporariamente, os componentes sujeitos a oxidação, que ficam molhados, precisam ser protegidos com produtos de conservação.

Instalação

Uma montagem mal executada terá como conseqüência perturbações no funcionamento, ocasionando vibrações e desgaste nas partes internas.

Preferencialmente o conjunto deverá ser montado em uma fundação de concreto com superfície plana na área de fixação, que dar-se-á através de 3 parafusos fixados ao corpo espiral da bomba.

a) Operação

Providências para a Primeira Partida

Os tópicos a seguir resumem as providências necessárias para a primeira partida:

Fixação da bomba firmemente na base.

Fixação da tubulação de sucção e de recalque.

Conectar e colocar em funcionamento as tubulações e conexões auxiliares (quando houver).

Fazer as ligações elétricas, certificando-se de que todos os sistemas de proteção do motor encontram-se devidamente ajustados e funcionando.

b) Escorva

Antes de dar início ao funcionamento é necessário que a tubulação de sucção e a bomba estejam completamente cheias de líquido. Esta operação se chama escorva e pode ser conseguida por um dos seguintes métodos: Se o nível do líquido no reservatório de sucção estiver acima da boca de sucção da bomba, basta apenas abrir as válvulas da sucção e recalque e deixar o líquido fluir por gravidade até o preenchimento da bomba ser completado, que é comprovado pelo vazamento através da conexão 6D (quando a bomba estiver instalada na posição vertical).

Outros métodos de escorva poderão ser utilizados dependendo da disponibilidade do local da instalação. A maioria destes métodos baseia-se na criação de uma diferença de pressão entre a tubulação de sucção, a bomba e a tubulação de recalque, sendo principalmente utilizado quando não existir uma válvula de pé.

c) Providências Imediatas Após a Primeira Partida

Após tomadas as precauções acima, ligar o motor por alguns instantes e desligá-lo, observando se o sentido

de rotação do eixo é idêntico ao indicado no corpo espiral da bomba; para as bombas em que não for possível observar o eixo, é necessário instalar um manômetro na tubulação de recalque e verificar se a pressão

é a especificada; se não for, inverter as fases do motor e repetir o processo.

Uma vez controlado o sentido de rotação, ligar o motor e deixar que este atinja sua plena rotação. Após o que, abra vagarosamente a válvula de saída do recalque.

A bomba não pode operar com a válvula de saída do recalque fechada por mais de alguns minutos.

No início de funcionamento, o selo mecânico da bomba pode vazar um pouco. Tal vazamento deve cessar após a acomodação das faces. A marcha da bomba deve ser suave.

d) Providências para a Parada da Bomba

Na parada da bomba observar as seguintes providências: Fechar a válvula de recalque; Desligar o acionador e observar a parada gradativa e suave do conjunto; Fechar as tubulações auxiliares (desde que não haja contra indicações do fabricante do selo mecânico).

e) Instruções para Desmontagem

Antes de iniciar a desmontagem da bomba identifique primeiramente em qual das figuras de montagem seu equipamento se enquadra.

f) Sequência de Desmontagem para até 15 CV - II Pólos e até 40 CV - IV Pólos.

Retirar os parafusos (901.1) que fixam o corpo espiral (102) na tampa de pressão (163). Separar o conjunto do corpo espiral.

Prender o rotor (230) para que o mesmo não gire e remover o parafuso do rotor (906) e a junta plana (400.3) para poder retirar o rotor.

Retirar a luva protetora do eixo (524) junto com as peças do selo mecânico (433) que estão montadas na luva protetora do eixo.