

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
DO ESTADO DO CEARÁ PROURB/CE**

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CANINDÉ

**RELATÓRIO GERAL
VOLUME II**

Memorial de Cálculo

CONCREMAT

**FORTALEZA
DEZEMBRO DE 1996**

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB/CE

PROJETO EXECUTIVO DA
ADUTORA DE CANINDÉ-CE

RELATÓRIO GERAL

VOLUME II

• Memorial de Cálculos

Lote 02076 - Prep () Scan () Index ()
Projeto N° 0190/02
Volume _____
Qtd A4 39 Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____



CONCREMAT
ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A.

FORTALEZA
DEZEMBRO/96



CONCREMAT
ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A

**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE
CANINDÉ - CEARÁ**

RELATORIO GERAL

VOLUME 2

. MEMORIAL DE CÁLCULO



PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CANINDÉ - CEARÁ
RELATÓRIO GERAL - VOLUME 2

ÍNDICE

- 1 - Introdução**
- 2 - Dimensionamento do Projeto**
 - 2.1 - Tomada de Água Bruta**
 - 2.2 - Estação Elevatória**
 - 2.3 - Dimensionamento da Adutora**
 - 2.4 - Curva Característica do Sistema**
 - 2.5 - Escolha da Bomba**
 - 2.6 - Verificação Quanto à Cavitação**
- 3 - Projeto da Adutora**
 - 3.1 - Projeto Geométrico Horizontal**
 - 3.2 - Desenvolvimento das Curvas Horizontais**
 - 3.3 - Perfil**
 - 3.4 - Estudo da Sobrepressão**
 - 3.5 - Válvula de Descarga**
 - 3.6 - Ventosas**
 - 3.7 - Blocos de Ancoragem**
 - 3.8 - Travessias Especiais**
- 4 - Projeto Elétrico - Elementos Descritivos**
 - 4.1 - Características Básicas do Projeto Elétrico**
 - 4.1.1 - Entrada de Energia**
 - 4.1.2 - Sistema de Distribuição**
 - 4.1.3 - Quadro Geral de Baixa Tensão**
 - 4.1.4 - Iluminação**
 - 4.2 - Projeto Elétrico - Memória de Cálculo**
 - 4.2.1 - Objetivo**



4.2.2 - Método de Operação das Moto-Bombas

4.2.3 - Carga Instalada

4.2.3.1 - Iluminação e Tomadas

4.2.3.2 - Moto-Bombas

4.2.3.3 - Tomada de Manutenção (3 ϕ) de 20 A

4.2.3.4 - Tomada Específica (1 ϕ) de 20 A

4.2.3.5 - Carga Instalada Total

4.2.4 - Cálculo da Demanda Máxima Presumida:

4.2.4.1 - Iluminação e Tomadas:

4.2.4.2 - Moto-Bombas

4.2.4.3 - Tomada de Manutenção (3 ϕ) 40 A.

4.2.4.4 - Tomada Específica (1 ϕ) de 20 A.

4.2.4.5 - Demanda Total:

4.2.5 - Potência do Transformador

4.2.6 - Subestação de 150kva

4.2.6.1 - Cálculo de Corrente em Média Tensão

4.2.6.2 - Proteção em Média Tensão:

4.2.6.3 - Transformador

4.2.6.4 - Proteção de Baixa Tensão

4.2.7 - Condutores

4.2.7.1 - Alimentador do QGBT (Quadro Geral de baixa Tensão).

4.2.7.2 - Alimentador das Moto-Bombas

4.2.7.3 - Aterramento das Moto-Bombas

4.2.7.8 - Correção de fator de Potência

4.3 - Manual de Operação

4.3.1 - Regime de Operação das Moto-Bombas

4.3.2 - Sequenciamento de Operação

4.3.4 - Defeitos

4.3.5 - Entrada em Operação

4.3.6 - Aviso Sonoro





MEMORIAL DE CÁLCULO

1 - Introdução

Este capítulo tratará do dimensionamento e cálculos dos componentes do Projeto Executivo da Adutora de Canindé, a partir da Barragem Souza, cujo projeto de engenharia para a construção do respectivo reservatório - que se denominará Açude Público Souza, é parte integrante dos serviços contratados com a CONCREMAT

As principais unidades componentes do Projeto são

- **Tomada de Água Bruta**
- **Estação Elevatória**
- **Adução de Água Bruta**

2 - DIMENSIONAMENTO DO PROJETO

2.1 - Tomada de Água Bruta

Será projetada para captação de água na saída da galeria, no canal de regularização de vazão para aproveitamento do reservatório

A galeria de tomada d'água será executada na construção da barragem, com tubulação de ferro fundido de 500mm de diâmetro, com entrada de água à montante, na cota 149,25, preparada em caixa de concreto armado, com grade de proteção e encaixe para comporta sobressalente, permitindo vedação para reparos de válvulas e registros de saída à jusante. O nível de tomada d'água à jusante será mantido na cota 149,40. A linha de tubulação de sucção terá um diâmetro de 350mm, com até 3 (três) bombas instaladas em série, e cada bomba terá, na saída de recalque, uma válvula de gaveta e uma válvula de retenção.

A linha de recalque terá 1 (uma) ventosa na saída



Ver Arranjo Geral/Tomada D'água e Detalhe da Captação - BS-AD-36, Volume IV

2.2 - Estação Elevatória

A Estação Elevatória - EE, recalcará a água bruta captada a jusante da Barragem Souza até a entrada na ETA, que se dará através de calha Parshall. O sistema de recalque será concebido com uma tubulação adutora de ferro fundido classe K7, com junta elástica.

O dimensionamento da EE comportará os seguintes parâmetros

- Vazões de Projeto

1ª Etapa $Q_1 = 0,050 \text{ m}^3/\text{s}$

2ª Etapa $Q_2 = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$

- Extensão da linha de recalque

$L = 7\,225 \text{ m}$

- Desnível Geométrico

$H_0 = \text{Cota do Nível d'água na base do recalque} = 149,40 \text{ m}$

$H_r = \text{Cota no Nível superior do recalque} = 194,40 \text{ m}$

$H_g = \text{Desnível geométrico} = 194,40 - 149,40 = 45,00 \text{ m}$

- Diâmetro da Adutora

O diâmetro da tubulação de recalque será determinado pela fórmula de Bresse

$$d = K\sqrt{Q}$$

onde

$Q = \text{vazão em m}^3/\text{seg}$

$K = \text{um coeficiente econômico}$

ou

$$d = 1,0\sqrt{0,05} = 0,316 \Rightarrow \text{Ø}350 \text{ mm}$$

2.3 - Dimensionamento da Adutora

Deve-se ter em conta que no dimensionamento de uma linha de recalque são levadas em consideração imposições econômicas. A fórmula de BRESSE busca



determinar, por aproximação, um diâmetro conveniente, para o qual o custo total das instalações é o mínimo

Em primeira aproximação admite-se nas condições brasileiras, a relação $\frac{P_1}{P_2} = 9$,

considerando-se

P_1 = um preço médio por unidade de potência, para o conjunto elevatório, incluindo unidade de reserva, conservação e custeio capitalizados

P_2 = um preço médio por unidade de comprimento de um conduto de diâmetro unitário, assentado

De um modo geral a fórmula de BRESSE, aplicável às instalações de funcionamento contínuo, admite valores de K variando de 1,0 à 1,3

Quadro 1 - FÓRMULA DE BRESSE

D (mm)	Q em litros/segundo		
	K = 1,0	K = 1,2	K = 1,3
300	90	64	53
350	123	85	73
400	160	111	95
V(m/s)	1,27	0,88	0,75

O uso da fórmula de BRESSE equivale a fixação de uma velocidade média, também denominada, neste caso, "velocidade econômica" o que aparece na tabela, pela combinação das fórmulas seguintes

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$D = K\sqrt{Q} \Rightarrow D^2 = K^2 Q$$

$$V = \frac{4}{\pi K^2}$$

A opção econômica mais conveniente, em razão da vazão de alcance final do projeto, estimada em 0,100 m³/s, será selecionada com a alternativa

$$d_1 = 1,00\sqrt{0,1} = 0,316 \Rightarrow \varnothing 350mm$$



A opção por um diâmetro imediatamente inferior a 350mm aumentaria a perda de carga elevando-se dessa maneira o consumo de energia. Já a utilização de uma tubulação com diâmetro superior elevaria o custo desta.

2.4 - Curva Característica do Sistema

Na análise dimensional do conduto sob pressão para definir o projeto hidráulico da adutora, adotou-se a Fórmula Universal de Perda de Carga na verificação de cálculo da curva característica do sistema, ou seja

$$h_p = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

em que

h_p ⇒ representa a perda de carga, expressa em metros

f ⇒ coeficiente de atrito, é uma função do número de Reynolds $Re = V \times D$ e da rugosidade ϵ/D

L ⇒ comprimento da tubulação + Σ comprimentos equivalentes das peças (m) = (7 527,7)

g ⇒ aceleração da gravidade (9,81m/s²)

D ⇒ é o diâmetro da secção, (no caso de conduto circular)

ϵ ⇒ é a rugosidade absoluta = 0,0002m, para tubos novos em ferro fundido com revestimento interno, de acordo com as normas da ABNT

ϵ/D ⇒ rugosidade relativa

Considerou-se

V ⇒ velocidade em m/s

γ (20°C) ⇒ $1,01 \times 10^{-6}$ (m²/s)

Para verificação da perda de carga nos aparelhos, peças e conexões, usa-se respectivo comprimento equivalente, no Quadro 2 seguinte



Peça	Quantidade (m)	Diâmetro (mm)	Comprimento Equivalente	Comprimento Total
Válvula de pé e crivo	1	350	90,0	90,0
Curva de 90°	6	350	10,5	63,0
Válvula de gaveta aberta	2	350	2,4	4,8
Redução Gradual(l=600mm)	1	350x125	1,8	1,8
Ampliação Gradual (l=600mm)	11	80x350	3,6	3,6
Válvula de retenção	1	350	28,0	28,0
Tê passagem direta	5	350	7,3	36,5
Total Geral				227,7

Na adutora de recalque desprezou-se os valores dos comprimentos equivalentes pois sua extensão é maior que 4 000 vezes o diâmetro. Deste modo foi calculada a tabela indicativa do Quadro 3, com as alturas manométricas (Hm em metro) em função da vazão de operação (Q em m³/s), utilizando-se a fórmula

$$H_m = 45 + 118\,465,12 \times f \times Q^2$$

QUADRO - 3

ETAPAS	Q (l/s)	Hm (m)
1ª ETAPA	20	46,04
	30	47,20
	40	48,69
	50	50,98
	60	53,53
	70	56,49
2ª ETAPA	80	59,86
	90	63,52
	100	67,63
	110	72,09
	120	76,90
	130	82,04



2.5 - Escolha da Bomba

Com base nas curvas características do sistema, tem-se que a bomba que satisfaz as vazões e alturas manométricas tanto em 1ª como em 2ª etapa, é KSB Meganorm 100-400 de eixo horizontal ou similar, com rotor de 343 mm na 1ª etapa e 389 mm na 2ª etapa e rotação de 1750rpm

• Potência da Bomba

Assim, com base no gráfico em anexo temos

a) na 1ª etapa

- Vazão de 52 l/s,
- Altura manométrica 52m,
- Rotor 343 mm,
- 2 conjuntos motor bomba sendo 1 titular e 1 reserva,
- Rendimento de 71,5%,
- Potência efetiva a bomba 50,42cv

b) na 2ª etapa

- Vazão de 104 l/s,
- Altura manométrica 69,5m,
- Rotor 389 mm,
- 3 conjuntos motor bomba sendo 2 titulares e 1 reserva,
- Rendimento de 71,5%,
- Potência efetiva a bomba 67,39cv

• Potência do Motor

Para as duas etapas, a potência do motor será a potência efetiva da bomba na 2ª etapa, com uma folga de 10%, assim

$$P_m = 74,13 \text{ cv}$$

O motor comercial próximo é o de 75cv Assim o motor para atender as duas etapas do presente projeto, deverá ter potência igual a 75cv



2.6 - Verificação quanto a cavitação

Para que não haja risco de cavitação, é necessário que, o NSPHd (disponível) no sistema seja igual ou maior ao NPSHr (requerido) pela bomba para as vazões de 1ª e 2ª etapas

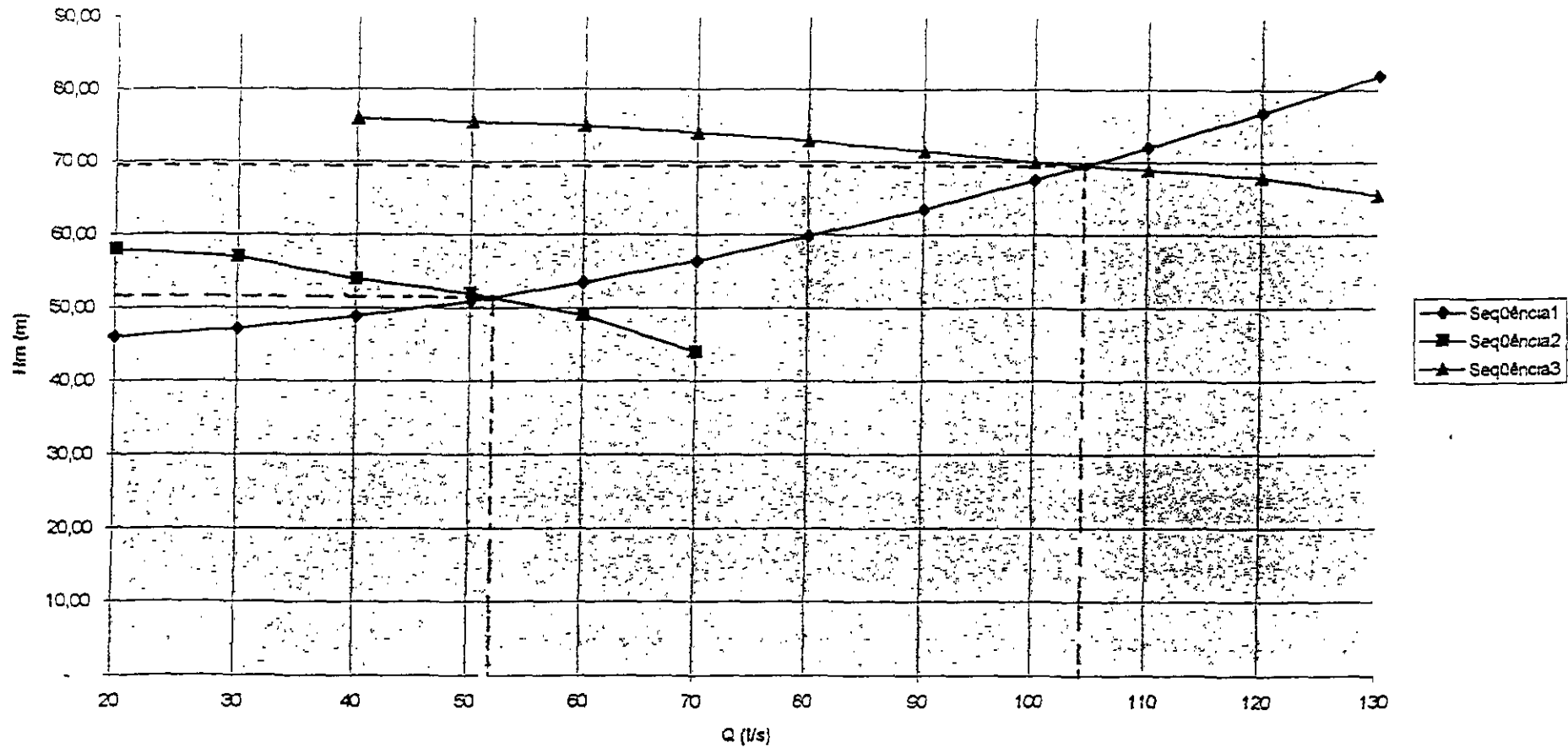
1ª etapa - NPSH = 7,5m,

2ª etapa - NPSH = 7,15m

Através do gráfico anexo $NPSHr = 3,5m$ Portanto, não há risco de cavitação para as vazões de 1ª e 2ª etapas

CONCREMAT
CONCREMAT
CONCREMAT
CONCREMAT
CONCREMAT

CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA
estação elevatória de água



Curva do Sistema Azul
Curva da Bomba



CONCREMAT
ENGENHARIA E TECNOLOGIA S A

000013

Bomba Tipo
Pump Type
Tipo de Bomba

KSB MEGANORM
KSB MEGACHEM

Tamaño
Size
Tamaño

100-400

Bombas
Válvulas



KSB

Orden n°

Proy. No

Orden n°

Item n°

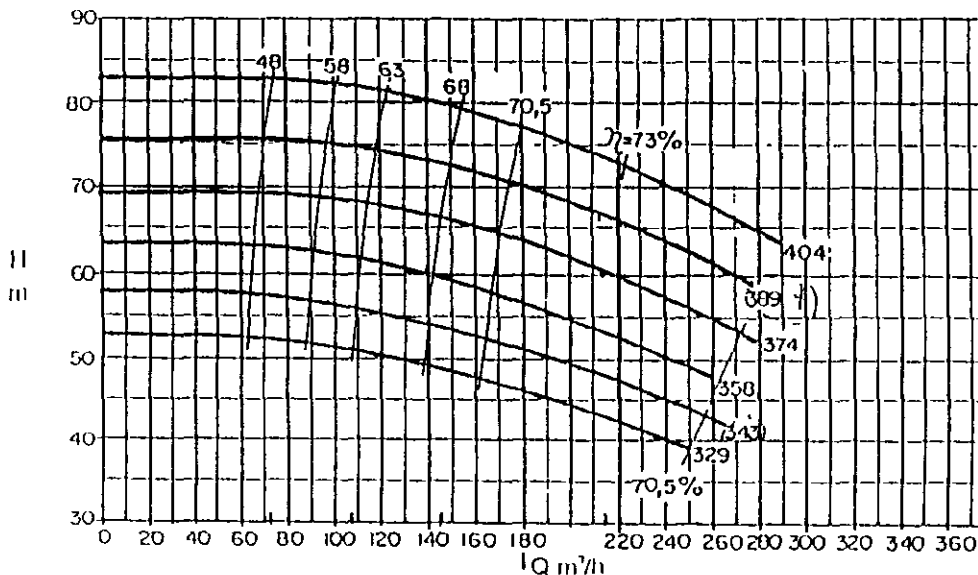
Item No

Pos - n°

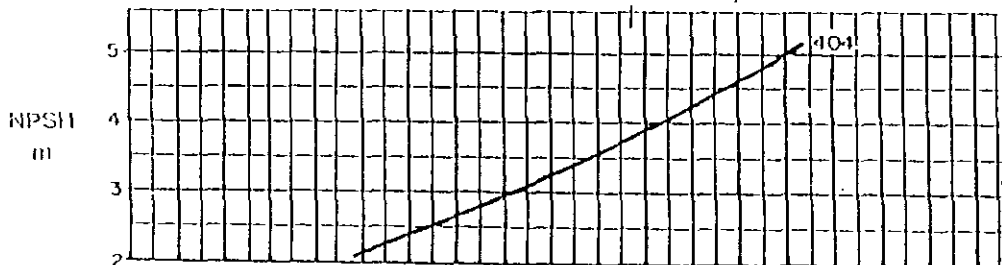
Velocidad Nominal
Nom. Rotative Speed
Velocidad Nominal

1750 rpm

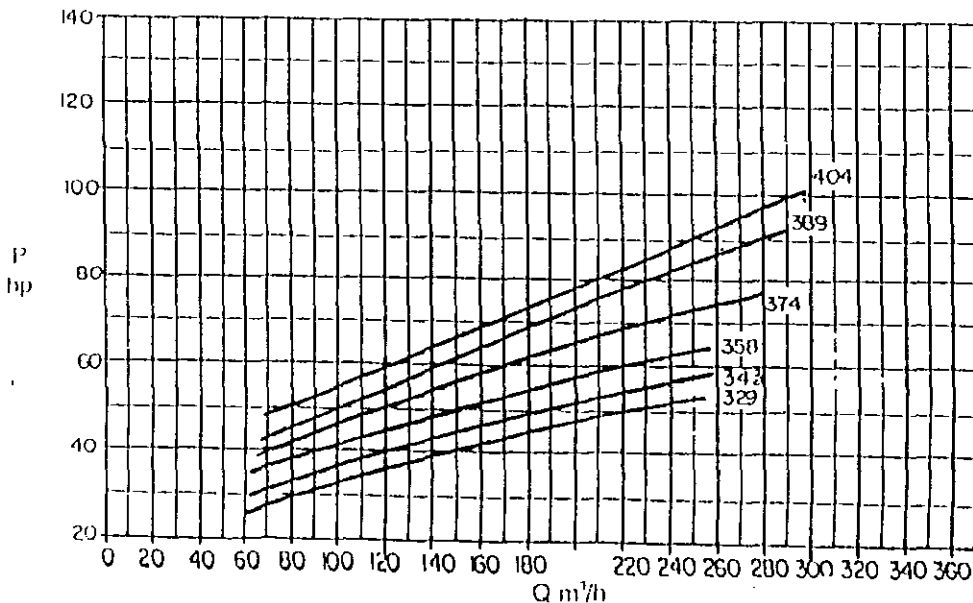
Altura Manométrica
Head
Altura Manométrica



NPSH
disponible
a valvula
instalacion



Potencia Necesaria
Shaft Power
Potencia Necesaria



En los valores para densidade de 1 Kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s
Data applies to a density of 1 Kg/dm³ and Kinematical viscosity up to 20 mm²/s
En los valores pa a densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s

Garantia das características de funcionamento conforme ISO 9906 anexo D
Operating data according to ISO 9906 attachment D
Garantía de las características de funcionamiento según ISO 9906 suplemento D

003014



3 - Projeto da Adutora

Neste Capítulo será apresentado os elementos do Memorial de Cálculos das diversas etapas, na elaboração do projeto da adutora, bem como os detalhes que definem o Projeto de Engenharia

3.1 - Projeto Geométrico Horizontal

A adutora é representada em planta pela sua linha de centro , que se encontra estaqueada de 20 em 20 m

Como regra geral a adutora foi locada ao lado de uma estrada vicinal, no trecho entre a estação elevatória e a entrada da cidade

Ao adentrar na zona urbana, a mesma foi locada a aproximadamente um terço da largura da via carroçável, mantendo-se enquanto possível, do mesmo lado da rua

Foram identificados, em planta com sua estaca, suas coordenadas e deflexão em graus, minutos e segundos, todas as deflexões horizontais, onde foram utilizadas peças, ou que seu ângulo permitiu a deflexão na bolsa do tubo. As deflexões, que permitiram o desenvolvimento da curva, foram identificadas apenas pelas coordenadas e pela inicial PI (ponto de intersecção)

O Arranjo Geral esta representado no Desenho BS-AD-30 - Planta Geral da Adutora - Planta Baixa e Perfil Longitudinal, Volume IV

A seguir apresentamos a tabela com a estaca, coordenadas, distância e deflexões horizontais de todas as curvas da adutora



Estaca	Norte	Leste	Distância	Deflexão
0+00,00	9 514 561,50	468 747,50	162,00	-
8+02,00	9 514 559,60	468 585,51	90,00	7° 52' 19"
12+12,00	9 514 570,88	468 496,22	192,00	16° 04' 28"
22+04,00	9 514 541,26	468 306,52	72,00	6° 32' 03"
25+16,00	9 514 522,13	468 237,11	144,00	3° 41' 06"
33+00,00	9 514 492,87	468 096,11	258,00	4° 49' 37"
45+18,00	9 514 461,89	467 839,98	102,00	32° 18' 04"
51+00,00	9 514 505,65	467 747,84	84,00	10° 27' 18"
55+04,00	9 514 527,32	467 666,68	90,00	12° 15' 43"
59+14,00	9 514 531,54	467 576,78	48,00	28° 47' 36"
62+02,00	9 514 510,42	467 533,68	90,00	20° 26' 36"
66+12,00	9 514 501,54	467 444,12	90,00	4° 33' 09"
71+01,99	9 514 485,58	467 355,55	60,00	9° 25' 26"
74+01,99	9 514 484,75	467 295,56	114,00	24° 44' 02"
79+15,99	9 514 531,01	467 191,37	72,00	10° 33' 32"
83+07,99	9 514 546,45	467 121,04	90,00	43° 07' 35"
87+17,99	9 514 501,80	467 042,90	180,00	51° 06' 53"
96+17,99	9 514 567,39	466 875,28	66,00	7° 46' 52"
100+03,98	9 514 599,54	466 817,64	36,00	2° 17' 13"
101+19,99	9 514 618,32	466 786,92	102,00	8° 19' 56"
107+01,99	9 514 658,35	466 693,10	114,00	13° 36' 46"
112+15,99	9 514 726,51	466 601,72	144,00	13° 05' 04"
119+19,99	9 514 784,24	466 469,80	114,00	17° 56' 46"
125+13,99	9 514 795,54	466 356,36	150,00	31° 18' 54"
133+03,99	9 514 885,82	466 236,57	192,00	12° 03' 02"
142+16,00	9 514 966,85	466 062,50	102,00	40° 30' 08"
147+17,99	9 515 059,63	466 020,13	198,00	29° 12' 21"
157+15,99	9 515 176,71	465 860,45	258,00	8° 57' 19"
170+14,00	9 515 295,02	465 631,17	90,00	20° 10' 40"
175+04,00	9 515 306,17	465 641,86	29,03	34° 46' 11"
176+13,03	9 515 325,55	465 520,25	36,00	24° 21' 41"
178+09,03	9 515 358,50	465 505,75	102,00	19° 10' 30"
183+11,02	9 515 460,17	465 497,61	228,00	28° 11' 47"
194+16,02	9 515 669,20	465 588,66	204,00	7° 47' 56"
205+03,02	9 515 843,44	465 694,75	114,00	30° 20' 27"
210+17,02	9 515 957,42	465 696,73	24,00	61° 12' 54"
212+00,02	9 515 969,34	465 675,90	414,00	76° 05' 38"
232+14,02	9 516 367,55	465 789,14	306,00	14° 01' 06"
248+00,02	9 516 673,39	465 799,05	180,00	3° 38' 08"
257+00,02	9 516 853,30	465 793,46	150,00	2° 21' 51"
264+10,01	9 517 003,29	465 794,99	120,00	75° 48' 05"
270+10,02	9 517 033,91	465 678,96	36,00	86° 11' 12"
272+06,01	9 517 069,35	465 685,81	144,00	91° 46' 01"
279+10,02	9 517 092,28	465 543,66	84,00	0° 13' 05"
283+14,02	9 517 106,03	465 460,79	60,00	1° 23' 31"
286+14,02	9 517 114,41	465 401,38	416,00	0° 21' 31"
307+10,02	9 517 175,09	464 989,83	168,00	3° 43' 37"
315+18,01	9 517 188,74	464 822,39	90,00	19° 05' 54"
320+08,02	9 517 166,30	464 735,23	18,00	52° 36' 01"
321+06,01	9 517 177,42	464 721,08	71,93	62° 55' 21"
324+17,94	9 517 248,01	464 734,91	36,00	5° 31' 22"
326+13,94	9 517 282,51	464 745,20	102,00	2° 55' 43"
331+15,94	9 517 368,74	464 779,31	78,00	29° 15' 10"
335+13,95	9 517 430,03	464 837,99	30,00	42° 54' 54"
337+03,95	9 517 459,87	464 841,06	191,99	41° 57' 31"
346+15,94	9 517 615,03	464 727,98	222,00	34° 33' 24"
357+17,95	9 517 688,62	464 518,53	53,92	46° 40' 35"
360+11,96	9 517 737,89	464 496,63	-	-



3.2. Desenvolvimento das Curvas Horizontais

As deflexões horizontais, onde o espaço permitiu, foram executadas nas bolsas, evitando-se o uso de peças especiais e blocos de ancoragem, tendo-se como ângulo máximo em cada bolsa aquele indicado para o diâmetro de 350 mm que é de 4°

As curvas de grande raio, feitas nas bolsas, foram projetadas do seguinte modo,

$$N = DH/q_0, \text{ onde}$$

N = número mínimo de tubos a serem usados,

DH = deflexão total,

q_0 = deflexão máxima permitida para o diâmetro (4°)

$$q_r = DH/N, \text{ onde}$$

q_r = deflexão real da bolsa

$$L = N L_t, \text{ onde}$$

L = comprimento do arco da curva,

L_t = comprimento de cada tubo (6m)

$$R = L/q, \text{ onde}$$

R = raio da curva

$$T = R \cdot \text{tg} q/2, \text{ onde}$$

T = comprimento do segmento de tangente

A seguir, é apresentada a tabela com os elementos acima definidos, que se encontram também indicados nos desenhos assim como os pontos de começo e término das curvas



Estaca	Norte	Leste	Distância	Deflexão
0+00,00	9 514 561,50	468 747,50	162,00	-
8+02,00	9 514 559,60	468 585,51	90,00	7° 52' 19"
12+12,00	9 514 570,88	468 496,22	192,00	16° 04' 28"
22+04,00	9 514 541,26	468 306,52	72,00	6° 32' 03"
25+16,00	9 514 522,13	468 237,11	144,00	3° 41' 06"
33+00,00	9 514 492,87	468 096,11	258,00	4° 49' 37"
45+18,00	9 514 461,89	467 839,98	102,00	32° 18' 04"
51+00,00	9 514 505,65	467 747,84	84,00	10° 27' 18"
55+04,00	9 514 527,32	467 666,68	90,00	12° 15' 43"
59+14,00	9 514 531,54	467 576,78	48,00	28° 47' 36"
62+02,00	9 514 510,42	467 533,68	90,00	20° 26' 36"
66+12,00	9 514 501,54	467 444,12	90,00	4° 33' 09"
71+01,99	9 514 485,58	467 355,55	60,00	9° 25' 26"
74+01,99	9 514 484,75	467 295,56	114,00	24° 44' 02"
79+15,99	9 514 531,01	467 191,37	72,00	10° 33' 32"
83+07,99	9 514 546,45	467 121,04	90,00	43° 07' 35"
87+17,99	9 514 501,80	467 042,90	180,00	51° 06' 53"
96+17,99	9 514 567,39	466 875,28	66,00	7° 46' 52"
100+03,98	9 514 599,54	466 817,64	36,00	2° 17' 13"
101+19,99	9 514 618,32	466 768,92	102,00	8° 19' 56"
107+01,99	9 514 658,35	466 693,10	114,00	13° 36' 46"
112+15,99	9 514 726,51	466 601,72	144,00	13° 05' 04"
119+19,99	9 514 784,24	466 469,80	114,00	17° 56' 46"
125+13,99	9 514 795,54	466 356,36	150,00	31° 18' 54"
133+03,99	9 514 885,62	466 236,57	192,01	12° 03' 02"
142+16,00	9 514 966,85	466 062,50	902,00	40° 30' 08"
147+17,99	9 515 059,63	466 020,13	198,00	29° 12' 21"
157+15,99	9 515 176,71	465 860,48	258,01	8° 57' 19"
170+14,00	9 515 295,02	465 631,17	90,00	20° 10' 40"
175+04,00	9 515 306,17	465 541,86	29,03	34° 46' 11"
176+13,03	9 515 325,55	465 520,25	36,00	24° 21' 41"
178+09,03	9 515 358,50	465 505,75	102,00	19° 10' 30"
183+11,02	9 515 460,17	465 497,61	228,00	28° 11' 47"
194+19,02	9 515 669,20	465 588,66	204,00	7° 47' 56"
205+03,02	9 515 843,44	465 694,75	114,00	30° 20' 27"
210+17,02	9 515 957,42	465 696,73	24,00	61° 12' 54"
212+00,02	9 515 969,34	465 675,90	414,00	76° 05' 38"
232+14,02	9 516 367,55	465 789,14	306,00	14° 01' 06"
248+00,02	9 516 673,39	465 799,05	180,00	3° 38' 08"
257+00,02	9 516 853,30	465 793,46	150,00	2° 21' 51"
264+10,01	9 517 003,29	465 794,99	120,00	75° 48' 05"
270+10,02	9 517 033,91	465 678,96	36,00	86° 11' 12"
272+06,01	9 517 069,35	465 685,81	144,00	91° 46' 01"
279+10,02	9 517 092,28	465 543,66	84,00	0° 13' 05"
283+14,02	9 517 106,03	465 460,79	60,00	1° 23' 31"
286+14,02	9 517 114,41	465 401,38	416,00	0° 21' 31"
307+10,02	9 517 175,09	464 989,83	168,00	3° 43' 37"
315+18,01	9 517 188,74	464 822,39	90,00	19° 05' 54"
320+08,02	9 517 166,30	464 735,23	18,00	52° 36' 01"
321+06,01	9 517 177,42	464 721,08	71,93	62° 55' 21"
324+17,94	9 517 248,01	464 734,91	36,00	5° 31' 22"
326+13,94	9 517 282,51	464 745,20	102,00	2° 55' 43"
331+15,94	9 517 368,74	464 779,31	78,00	29° 15' 10"
335+13,95	9 517 430,03	464 837,99	30,00	42° 54' 54"
337+03,95	9 517 459,87	464 841,06	191,99	41° 57' 31"
346+15,94	9 517 615,03	464 727,98	222,00	34° 33' 24"
357+17,95	9 517 688,62	464 518,53	53,92	46° 40' 35"
360+11,96	9 517 737,89	464 496,63	-	-



3.3 - Perfil

A adutora é representada, em perfil, pela linha da geratriz inferior interna.

Como regra geral, devido ao subsolo, a adutora foi locada com um recobrimento de 0,90m

Em perfil, foram indicadas a estaca, as cotas do terreno e da geratriz inferior interna e a deflexão em graus e minutos. Constam, ainda, do perfil as declividades, calculadas entre os pontos extremos do trecho da mesma declividade.

São, também, apresentados os comprimentos reais da tubulação em metros, calculados entre cada dois pontos onde muda a declividade.

Estes detalhes de projeto são apresentados em Planta Baixa e Perfil Longitudinal, nos desenhos seguintes:

- BS-AD-21, Estaca 00 à 50,
- BS-AD-22, Estaca 50 à 100,
- BS-AD-23, Estaca 100 à 150,
-
- BS-AD-24, Estaca 150 à 200,
- BS-AD-25, Estaca 200 à 250,
- BS-AD-26, Estaca 250 à 300,
- BS-AD-27, Estaca 300 à 350 + 1,09

A seguir, apresentamos a tabela com a estaca, cota da geratriz inferior interna, declividade, ângulo e comprimento real da tubulação.



Deflexões Verticais

Estaca	Cota (m)	Declividade (m/m)	Angulo	Comprimento Real (m)	Curvas
0+00,00	148,68	-	11°17'	-	11°15'
1+00,00	144,69	0,200	10°16'	20,39	11°15'
2+10,00	144,16	0,018	1°00'	30,00	
2+16,00	144,16	0,000	3°49'	6,00	
3+02,00	144,56	0,067	3°35'	6,01	
3+10,00	145,60	0,130	3°35'	8,07	
3+16,00	146,00	0,067	2°55'	6,01	
7+00,00	146,99	0,015	2°44'	64,01	
8+00,00	148,26	0,064	1°41'	20,04	
9+00,00	148,94	0,034	0°32'	20,01	
11+00,00	149,92	0,025	0°39'	40,01	
13+00,00	151,36	0,036	0°49'	40,03	
14+00,00	152,37	0,051	0°40'	20,03	
17+00,00	156,10	0,062	1°24'	60,12	
18+00,00	156,85	0,038	0°41'	20,01	
21+10,00	160,32	0,050	2°50'	70,09	
21+16,00	160,32	0,000	3°38'	6,00	
25+00,00	156,25	0,064	1°40'	64,13	
26+10,00	155,22	0,034	1°58'	30,02	
26+16,00	155,22	0,000	3°48'	6,00	
29+00,00	158,15	0,067	1°38'	44,10	
31+00,00	159,67	0,038	0°31'	40,03	
34+14,00	163,15	0,047	2°41'	74,08	
35+00,00	163,15	0,000	1°44'	6,00	
37+00,00	161,93	0,031	0°29'	40,02	
38+00,00	161,49	0,022	1°15'	20,00	
38+06,00	161,49	0,000	0°26'	6,00	
40+00,00	161,75	0,008	2°25'	34,00	
41+00,00	162,75	0,050	1°52'	20,02	
41+14,00	162,99	0,017	0°59'	14,00	
42+00,00	162,99	0,000	3°56'	6,00	
43+00,00	161,61	0,069	0°58'	20,05	
44+00,00	160,57	0,052	2°58'	20,03	
44+06,00	160,57	0,000	3°56'	6,00	
47+00,00	164,29	0,069	3°31'	54,13	
50+00,00	164,73	0,007	0°26'	60,00	
53+00,00	165,63	0,015	0°42'	60,01	
59+00,00	168,91	0,027	1°59'	120,04	
60+14,00	171,02	0,062	3°33'	34,07	
61+00,00	171,02	0,000	2°29'	6,00	
61+06,00	170,76	0,043	2°38'	6,01	
67+00,00	160,55	0,090	0°59'	114,46	
70+00,00	156,21	0,072	0°59'	60,16	
71+00,00	155,11	0,055	2°14'	20,03	
72+00,00	154,79	0,016	0°55'	20,00	
72+06,00	154,79	0,000	1°29'	6,00	
76+00,00	156,71	0,026	1°29'	74,02	
76+06,00	156,71	0,000	0°28'	6,00	
78+00,00	156,43	0,008	1°36'	34,00	
81+00,00	154,25	0,036	3°56'	60,04	



Estaca	Cota (m)	Declividade (m/m)	Angulo	Comprimento Real (m)	Curvas
82+00,00	152,14	0,106	3°55'	20,11	
82+06,00	151,92	0,037	1°16'	6,00	
84+14,00	151,23	0,014	0°49'	48,00	
85+00,00	151,23	0,000	4°00'	6,00	
85+06,00	151,65	0,070	1°49'	6,01	
87+00,00	152,95	0,038	0°13'	34,02	
89+00,00	154,32	0,034	0°38'	40,02	
92+00,00	157,04	0,045	1°13'	60,06	
96+00,00	158,95	0,024	1°22'	80,02	
96+06,00	158,95	0,000	0°34'	6,00	
97+00,00	158,81	0,010	2°17'	14,00	
101+00,00	154,80	0,050	1°42'	80,10	
104+00,00	150,00	0,080	3°09'	60,18	
108+00,00	148,01	0,025	0°09'	80,02	
110+00,00	146,91	0,028	1°34'	40,02	
110+06,00	146,91	0,000	2°56'	6,00	
111+00,00	147,63	0,051	1°51'	14,02	
113+00,00	148,39	0,019	3°59'	40,01	
114+00,00	150,17	0,088	3°25'	20,08	
117+00,00	151,91	0,029	1°18'	60,03	
120+00,00	155,02	0,052	2°48'	60,08	
123+00,00	155,19	0,003	0°36'	60,00	
126+00,00	155,99	0,013	0°46'	60,01	
126+06,00	155,99	0,000	0°03'	6,00	
130+00,00	155,91	0,001	0°23'	74,00	
133+00,00	155,45	0,008	0°41'	60,00	
135+00,00	154,63	0,020	1°08'	40,01	
135+06,00	154,63	0,000	0°29'	6,00	
136+00,00	154,75	0,009	2°52'	14,00	
138+00,00	157,10	0,059	2°18'	40,07	
139+00,00	157,47	0,019	1°03'	20,00	
139+06,00	157,47	0,000	1°48'	6,00	
140+00,00	157,03	0,031	2°12'	14,01	
142+00,00	154,23	0,070	4°00'	40,10	
142+06,00	154,23	0,000	2°50'	6,00	
146+00,00	156,91	0,050	2°50'	54,07	
146+06,00	156,91	0,000	0°12'	6,00	
146+00,00	156,86	0,004	1°42'	14,00	
148+00,00	155,53	0,033	1°23'	40,02	
150+00,00	155,17	0,009	0°31'	40,00	
150+06,00	155,17	0,000	0°32'	6,00	
151+00,00	155,30	0,009	1°26'	14,00	
153+00,00	156,68	0,035	1°22'	40,02	
154+00,00	156,89	0,011	4°00'	20,00	
155+00,00	158,50	0,081	1°37'	20,06	
159+00,00	162,67	0,052	2°23'	80,11	
161+00,00	166,43	0,094	2°16'	40,18	
163+00,00	168,59	0,054	1°49'	40,06	
170+00,00	171,69	0,022	1°54'	140,03	
172+00,00	173,91	0,056	1°20'	40,06	
177+00,00	177,13	0,032	0°59'	100,05	



Estaca	Cota (m)	Declividade (m/m)	Angulo	Comprimento Real (m)	Curvas
180+00,00	178,02	0,015	0°51'	60,01	
180+03,00	178,02	0,000	0°57'	6,00	
185+00,00	176,44	0,017	0°54'	94,01	
185+06,00	176,44	0,000	0°30'	6,00	
187+00,00	176,74	0,009	1°03'	34,00	
192+00,00	179,47	0,027	1°33'	100,04	
192+06,00	179,47	0,000	1°14'	6,00	
195+00,00	178,31	0,021	2°14'	54,01	
197+00,00	175,88	0,061	3°22'	40,07	
202+06,00	175,68	0,002	3°59'	106,00	
202+12,00	175,25	0,072	0°39'	6,02	
204+00,00	172,92	0,083	3°57'	28,10	
206+06,00	172,27	0,014	2°31'	46,00	
208+00,00	170,29	0,058	2°31'	34,06	
210+00,00	169,72	0,014	0°40'	40,00	
216+00,00	169,41	0,003	2°43'	120,00	
217+00,00	168,41	0,050	2°39'	20,02	
222+14,00	168,01	0,004	3°43'	114,00	
228+00,00	160,73	0,069	2°05'	106,25	
231+00,00	158,81	0,032	1°45'	60,03	
235+14,00	158,67	0,001	0°05'	94,00	
236+00,00	158,67	0,000	1°16'	6,00	
239+00,00	160,01	0,022	1°13'	60,01	
244+00,00	164,38	0,044	0°26'	100,10	
247+00,00	167,46	0,051	1°23'	60,08	
251+00,00	169,62	0,027	1°26'	80,03	
253+00,00	169,69	0,002	0°00'	40,00	
253+06,00	169,69	0,000	0°05'	6,00	
257+00,00	169,58	0,001	2°09'	74,00	
258+00,00	168,80	0,039	2°08'	20,02	
260+00,00	168,73	0,002	1°47'	40,00	
262+00,00	167,41	0,033	0°27'	40,02	
270+00,00	160,84	0,041	1°51'	160,13	
271+00,00	159,37	0,074	3°38'	20,05	
274+00,00	158,77	0,010	0°30'	60,00	
278+00,00	158,68	0,001	3°01'	80,00	
280+06,00	156,52	0,054	2°14'	40,06	
280+06,00	155,96	0,093	0°43'	6,03	
282+00,00	153,22	0,081	2°39'	34,11	
287+00,00	149,82	0,034	1°57'	100,06	
287+06,00	149,82	0,000	0°02'	6,00	
290+00,00	149,85	0,001	2°52'	54,00	
292+00,00	151,88	0,051	2°54'	40,05	
292+06,00	151,88	0,000	0°22'	6,00	
293+00,00	151,79	0,006	2°58'	14,00	
297+10,00	147,12	0,058	1°54'	80,14	
299+14,00	145,77	0,025	1°26'	54,02	
300+00,00	145,77	0,000	2°39'	6,00	
303+00,00	148,56	0,047	2°39'	60,06	
303+06,00	148,56	0,000	2°34'	6,00	
303+12,00	148,29	0,045	2°58'	6,01	
306+00,00	143,63	0,097	2°08'	48,23	



Estaca	Cota (m)	Declividade (m/m)	Angulo	Comprimento Real (m)	Curvas
308+00,00	141,25	0,060	3°24'	40,07	
308+06,00	141,25	0,000	4°00'	6,00	
310+00,00	143,63	0,070	1°55'	34,08	
313+00,00	149,89	0,104	2°08'	60,32	
313+06,00	150,29	0,067	2°24'	6,01	
315+10,00	151,37	0,025	1°16'	44,01	
318+14,00	151,52	0,002	0°08'	64,00	
319+00,00	151,52	0,000	1°39'	6,00	
320+00,00	150,94	0,029	2°25'	20,01	
322+00,00	148,08	0,072	2°47'	40,10	
323+06,00	147,49	0,023	1°18'	26,01	
323+12,00	147,49	0,000	4°00'	6,00	
323+18,00	147,91	0,070	3°58'	6,01	
324+04,00	148,75	0,140	3°53'	6,06	
324+10,00	150,01	0,210	11°03'	6,13	11°15'
325+00,00	150,15	0,014	1°07'	10,00	
327+00,00	149,93	0,006	0°12'	40,00	
331+00,00	149,77	0,002	3°02'	60,00	
333+00,00	147,57	0,055	3°09'	40,06	
333+06,00	147,57	0,000	0°27'	6,00	
334+00,00	147,68	0,008	3°18'	14,00	
336+00,00	150,31	0,066	2°04'	40,09	
339+00,00	156,44	0,102	2°08'	60,31	
340+00,00	157,73	0,065	3°38'	20,04	
343+00,00	157,78	0,001	1°23'	60,00	
344+00,00	158,28	0,025	3°59'	20,01	
346+00,00	162,08	0,095	1°46'	40,18	
349+00,00	165,92	0,064	0°48'	60,12	
351+00,00	169,05	0,078	3°07'	40,12	
352+00,00	169,52	0,024	2°55'	20,01	
353+00,00	171,01	0,075	3°48'	20,06	
355+00,00	176,68	0,142	1°52'	40,40	
356+00,00	178,85	0,109	3°24'	20,12	
358+00,00	180,80	0,049	2°25'	40,05	
359+01,09	180,93	0,006	-	20,19	





3.4 - Estudo da Sobrepressão

O mais importante, no cálculo da sobrepressão, é o golpe que ocorre na linha de recalque de bombas acionadas por motores elétricos, e que se verifica logo após uma interrupção de fornecimento de energia elétrica

A seguir, será apresentado o cálculo da sobrepressão com base nos dados da adutora, da tubulação e de parâmetros e fórmulas comumente usados

$$C = \frac{9900}{\left(48,3 + k \times \frac{D}{e}\right)^2}$$

onde

C = celeridade da onda, m/s

D = diâmetro dos tubos 0,350m

e = espessura dos tubos ,0059m

k = coeficiente, para tubos de ferro fundido 1,0

$$C = 954,30 \text{ m/s}$$

ha=C V/g, onde

ha = sobrepressão, mca

C = celeridade da onda 954,30 m/s

V = velocidade média da água 1,08 m/s

$$ha = 105,06 \text{ mca}$$

Portanto a pressão máxima na elevatória será de 174,56 mca ou 1,75 M Pa menor que as pressões de trabalho da tubulação e da válvula de retenção



3.5 - Válvula de Descarga

Para o dimensionamento destas válvulas, deve ser usada a fórmula abaixo

$$t = 2L \left(\frac{D}{d} \right)^2 \sqrt{\frac{(1+K_s)}{2gh}}$$

onde

t = tempo para drenar o trecho por gravidade 2 h,

L = comprimento, em metros do trecho a ser drenado, entre dois pontos altos a montante e a jusante. m,

D = diâmetro do tubo 0,350 m,

d = diâmetro da descarga, cm.

K_s = coeficiente de perda de carga total, desde a saída da tubulação principal, até o ponto de descarga livre Adota-se $K_s = 2,0$

h = Carga média disponível, m.

g = aceleração da gravidade 9,81 m/s²,

portanto

$$d = 0,3648656 \sqrt{\frac{L}{\sqrt{h}}}$$

A seguir, apresentamos tabela com as estacas e cotas da descarga e dos pontos altos de montante e jusante, bem como o diâmetro da tubulação de descarga, calculado segundo os critérios acima definidos

Observando-se a tabela, verifica-se que os diâmetros estão próximos do diâmetro comercial de 50 mm, portanto, serão adotadas descargas com este diâmetro

Ressalta-se, que há trechos que serão drenados em um tempo um pouco menor ou maior do que as duas horas adotadas, que são os extremos da tabela, 29 mm e 63 mm, respectivamente

O Desenho BS-AD-28 apresenta detalhes construtivos em Obra Tipo para Caixa de Registro e Ventosa



Válvulas de Descarga

Estaca	Cota (m)	Pontos Altos				Diâmetro (mm)
		Montante		Jusante		
		Estaca	Cota (m)	Estaca	Cota (m)	
2+13,00	144,16	0+00,00	148,68	21+13,00	160,32	42,29
26+13,00	155,22	21+13,00	160,32	29+17,00	163,15	20,22
33+03,00	161,49	29+17,00	163,15	41+17,00	162,99	50,36
44+03,00	160,57	41+17,00	162,99	60+17,00	171,02	44,61
72+03,00	154,79	60+17,00	171,02	76+3,00	156,71	36,73
84+17,00	151,23	76+3,00	156,71	96+3,00	158,95	45,48
110+03,00	146,91	96+3,00	158,95	126+3,00	155,99	49,53
135+03,00	154,63	126+3,00	155,99	139+3,00	157,47	48,82
142+03,00	154,23	139+3,00	157,47	146+3,00	156,91	32,88
150+03,00	155,17	146+3,00	156,91	180+3,00	178,02	50,76
185+03,00	176,44	180+3,00	176,02	192+3,00	179,47	45,83
235+17,00	158,67	192+3,00	179,47	253+3,00	169,69	63,74
283+03,00	149,82	253+3,00	169,69	292+3,00	151,88	55,94
299+17,00	145,77	292+3,00	151,88	303+3,00	148,56	37,22
308+03,00	141,25	303+3,00	148,56	317+17,00	151,52	36,30
323+09,00	147,49	317+17,00	151,52	325+0,00	150,15	32,23
333+03,00	147,57	325+0,00	150,15	360+11,96	180,93	47,23



3.6 - Ventosas

A ventosa de duplo efeito atende a três finalidades específicas: expulsar ar durante o enchimento, admitir pequenas quantidades de ar quando houver vácuo e expulsar pequenas quantidades de ar despreendido e não arrastado durante o fluxo.

A tabela, a seguir, apresenta as estacas dos pontos, onde serão instaladas as ventosas, o diâmetro das ventosas será de 100 mm que é a recomendada para os tubos com diâmetro de 350 mm.

Estacas de Localização das Ventosas

20+13,00	34+17,00
41+17,00	60+17,00
76+03,00	96+03,00
126+03,00	139+03,00
145+03,00	180+03,00
192+03,00	252+03,00
292+03,00	303+03,00
318+17,00	325+00,00



3.7 - Blocos de Ancoragem

Com o objetivo de se evitar o deslocamento da tubulação, nos pontos de mudança de direção, foram projetados blocos de ancoragem

Pelas verificações efetuadas, foram necessários blocos de ancoragem, nos locais indicados na tabela, a seguir, apresentada

A equação que permite o cálculo do empuxo será.

$$E = 2 S p \sin q/2, \text{ onde}$$

E = empuxo, em kg

S = área da secção transversal do tubo 1 122 cm²

p = pressão interna máxima de serviço, em m.c.a

q = ângulo da deflexão,

E, a equação que permite o cálculo da área de contato, para que haja distribuição suficiente é:

$$A = E/\sigma_{adm}, \text{ onde}$$

A = área em cm²

E = empuxo em kg

σ_{adm} = taxa admissível do terreno 1 kg/cm²

portanto

$$A = 2 244,00 p \sin q/2$$

A seguir, apresentamos a tabela com os seguintes dados dos blocos de ancoragem estaca, pressão, ângulo, área.

Para cada ângulo de curva, foi adotada a maior área necessária, a partir da qual se definir as dimensões dos blocos



Blocos de Ancoragem

Angulo	Estaca	Pressão (mca)	Area(cm2)
11° 15'	0+00,00	95,35	2.097,23
11° 15'	1+00,00	99,23	2.182,57
11° 15'	209+13,72	45,37	997,92
11° 15'	319+04,30	48,70	1.071,16
11° 15'	320+02,29	49,20	1.082,16
22° 30'	175+12,13	42,56	1.863,20
22° 30'	210+16,70	45,35	1.985,34
22° 30'	263+06,57	41,47	1.815,48
45°	209+13,72	45,37	3.896,11
45°	210+16,70	45,35	3.894,39
45°	263+06,57	41,47	3.561,20
45°	319+04,30	48,70	4.182,87
45°	320+02,29	49,20	4.225,01
45°	334+09,15	49,72	4.269,66
45°	335+19,15	47,58	4.081,60
90°	269+06,58	45,57	7.230,81
90°	271+02,57	47,39	7.518,01



3.8 - Travessias Especiais

Ao longo do seu caminhar, a adutora cruza dois cursos d'água, onde foi projetada uma passagem aérea sobre pilaretes sendo uma entre as estacas 283 e 286 e outra nas 324 e 326

Também, há, no seu percurso uma rodovia, a qual é vencida com a tubulação da adutora, sendo assente no interior de um tubo ARMCO

Os Desenhos BS-AD-29 e BS-AD-30 apresentam o Projeto Executivo da travessia aérea sobre pilaretes e da travessia sob a rodovia, respectivamente.

CONCREMAT
CONCREMAT
CONCREMAT
CONCREMAT
CONCREMAT



4 - PROJETO DE ELÉTRICO - ELEMENTOS DESCRITIVOS

4.1 - Características Básicas do Projeto Elétrico

4.1.1 - Entrada de Energia

Será retirada do secundário do transformador adotado como subestação, tendo disponíveis as tensões de 380V trifásico e 220V monofásico

4.1.2 - Sistema de Distribuição

A distribuição se dará a partir do quadro geral de baixa tensão (QGBT) instalado em sala contínua adjacente à reservada às moto-bombas

4.1.3 - Quadro Geral de Baixa Tensão

É constituído de quatro módulos (colunas). A primeira abrigará os equipamentos de proteção de entrada de energia e os dispositivos de comando, alimentação e proteção do motor 1. O segundo e o terceiro módulos abrigarão os dispositivos de comando alimentação e proteção dos motores M2 e M3. O quarto módulo abrigará os bancos de capacitores

4.1.4 - Iluminação

Os circuitos de iluminação e tomadas de uso geral serão alimentados em 220Vca protegidos por um disjuntor geral



- **Iluminação Interna**

É constituída de

- 3 Lâmpadas mistas de 160w para o recinto de bombeamento
- 2 Lâmpadas de 40 w fluorescentes para a sala do operador
- 1 Lâmpada incandesc0ente de 100w para o banheiro

- **Iluminação Externa**

A iluminação externa consta de 6 lâmpadas mistas de 160w montadas em arandelas de 45°



PROJETO ELÉTRICO DA ADUTORA DE CANINDÉ

4.2 - Projeto Elétrico - Memória de Cálculo

4.2.1 - Objetivo

Dimensionar a rede elétrica em média tensão, a subestação de 150Kva e a rede de baixa tensão derivada. A subestação será de instalação em poste com medição em baixa tensão

4.2.2 - Modo de Operação das Moto-Bombas:

1ª Etapa - 1 em funcionamento + 1 reserva

2ª Etapa - 2 em funcionamento + 1 reserva (haverá revezamento entre elas funcionando sempre duas)

Não há previsão para funcionamento simultâneo das 3 moto Bombas

4.2.3 - Carga Instalada

4.2.3.1 - Iluminação e Tomadas

Iluminação - Circ 1 - 5 Lâmpadas mistas de 160w =

Circ 2 - 4 Lâmpadas mistas de 160 w + 2 lâmpadas fluorescente de 40w

e 1 incandescente de 100w

Circ 3 - 2 Tomadas de 100 Va

Total = 800 + 640 + 80 + 100 + 100 = 1720 w

4.2.3.2 - Moto-Bombas



$$3 \times 75 \text{ cv} = 165,600 \text{ w}$$

4.2.3.3 - Tomada de Manutenção (3 ϕ) de 20 A

$$p = \sqrt{3} \times 380 \times 40A = 26\,327,17 \text{ w}$$

4.2.3.4 - Tomada Específica (1 ϕ) de 20 A

$$p = 220 \times 20 = 4\,400 \text{ Va}$$

4.2.3.5 - Carga Instalada Total

$$1720 + 165\,600 + 26\,327,17 + 4\,400 = 198\,047,17 = 198,05 \text{ Kw}$$

4.2.4 - Cálculo da Demanda Máxima Prevista:

4.2.4.1 - Iluminação e Tomadas:

$$p = 1720 \text{ w}$$

$$D = \frac{0,77a}{F_p} = \frac{0,77 \times 1720}{0,8} = 1\,655,5 \text{ va}$$

4.2.4.2 - Moto-Bombas

$$p = 2 \times 75 \text{ cv} = 55\,200 \text{ w}$$

p/1 motor

$$D = (0,87 \times 75 \times 0,87 \times 0,90) = 51\,090 \text{ va} = 51,09 \text{ kva}$$

$$D \times 2 = D_t = 102\,181 \text{ Va} = 102,18 \text{ Kva}$$



4.2.4.3 - Tomada de Manutenção (3 ϕ) 40 A.

$$D = 0,87 \times \frac{26\,327,17}{0,736} \times 1 \times 0,45 = 14\,004,2 \text{ Va}$$

$$D = 14 \text{ Kva}$$

4.2.4.4 - Tomada Específica (1 ϕ) de 20 A.

$$D = 4\,400 \text{ Va} \times 0,45 = 1\,980 \text{ Va}$$

4.2.4.5 - Demanda Total:

$$D = 1\,655,5 + 102\,181 + 14\,004,2 + 1\,980 =$$

$$D = 119\,820,7 = 119,82 \text{ Kva}$$

4.2.5 - Potência do Transformador

Será utilizado o transformador de potência comercial imediatamente superior à demanda máxima $P = 150 \text{ Kva}$ $P = 13800 \text{ v} - 380/220$

4.2.6 - Subestação de 150kva

4.2.6.1 - Cálculo de Corrente em Média Tensão

$$p = 150 \text{ kva}$$

$$I = \frac{150.000}{\sqrt{3} \times 13800} = 6,27 \text{ A}$$



4.2.6.2 - Proteção em Média Tensão:

$$I_c = 6,27 \times 1,25 = 7,84 \text{ A}$$

Será adotado o elo fusível 8K conforme tabela 3 da NT-002

4.2.6.3 - Transformador

Um transformador de força refrigerado a óleo mineral de potência 150kva com os seguintes tap's de tensão 13 800v/13 200v/12 600v/12 000v/11 400v - 380v/22v

4.2.6.4 - Proteção de Baixa Tensão

$$P = 150\text{kva}$$

$$I = \frac{150\,000}{\sqrt{3} \times 380} = 227,90 \text{ a}$$

$I_n = 250\text{A}$ (Disjuntor tripolar em caixa moldada com capacidade de interrupção simétrica de 10KA)

4.2.7 - Condutores

4.2.7.1 - Alimentador do QGBT (Quadro Geral de baixa Tensão).

$$I_n = \frac{150\,000}{\sqrt{3} \times 380} = 227,90\text{A}$$

$$I_{\text{cond}} = 1,25 \times 227,90 = 284,875\text{A}$$

cond Fase = 120 mm² p/ isol em 1kv

cond Neutro = 120mm² p/ isol em 1kv

cond Terra = 70 mm² cabo de cobre nú P/terramento do transformador



4.2.7.2 - Alimentador das Moto-Bombas

I_{nm} (do motor) = 100A

$$I = \frac{1,25 \times 100}{F_{ct}} = \frac{1,25 \times 100}{0,94} = 132,98A$$

F_{ct} = Fator de correção de temperatura para 35°C

$$\text{Queda de tensão} = 0,76 \text{ V/A Km} \times 132,97 \times 0,02 = 2,02 \text{ V}$$

$$\frac{2,02V}{380V} = 0,5\%$$

380V

Adotado o condutor de 50mm², 0,6/1Kv tipo sintenax com isolamento e cobertura em PVC

4.2.7.3 - Aterramento das Moto-Bombas

Pela NBR - 5410

$$\text{Podemos considerar } S_1 = S_2 = \frac{50}{2} = 25 \text{ mm}^2$$

Tipo sintenax para 0,6/1KV até o QGBT

4.2.7.8 - Correção de fator de Potência

Para corrigir o F_p de 0,80, para 0,95

$$Q = 75 \times 0,736 \times 0,421 = 23,24Kvar$$

Para 2 motores dois bancos trifásicos de 25Kvar ligados ao barramento de 380V



4.3 - Manual de Operação

4.3.1 - Regime de Operação das Moto-Bombas

1ª Etapa - 1 Bomba operando + 1 reserva

2ª Etapa - 2 Bombas operando + 1 reserva

Não foi prevista a entrada em operação de três bombas simultaneamente, embora com a chave seletora no modo manual as três bombas possam ser habilitadas a atuar. Esse procedimento não é recomendável.

4.3.2. - Sequenciamento de Operação

4.3.2.1 - Deverá ser posicionada a chave seletora de bombas na posição desejada. A cada posição desejada, a cada posição, duas bombas serão habilitadas a funcionar.

4.3.2.2 - Deverá ser posicionada a chave seletora manual - desligado automático de cada bomba.

4.3.2.3 - Na posição automático, as bombas selecionadas por C54 (item 2.1) permitirão ou não o funcionamento das mesmas conforme a posição da bóia de nível superior (BNS).

4.3.2.4 - Na ausência de qualquer defeito, as bombas selecionadas serão ligadas, havendo um intervalo de tempo de 10 segundos entre cada partida.

4.3.3 - Bóia de nível inferior desligará as moto-bombas automaticamente quando não houver água suficiente no poço de sucção, independentemente de qualquer outra condição.



4.3.4 - Defeitos

Foram previstos três tipos de defeito elétrico que ocasionarão avisos luminosos e um aviso sonoro

- Falta de fase
- Sobrecarga
- Falha na partida

Na ocorrência de qualquer deste defeitos será ligada automaticamente a bomba reserva

4.3.5 - Entrada em Operação

Ao serem habilitadas as bombas escolhidas estas terão em espaço de tempo de 1 minuto para entrar em funcionamento, caso contrário os avisos luminosos e o sonoro atuarão e será ligada a bomba reserva

4.3.6 - Aviso Sonoro

Ao tomar conhecimento desse aviso o operador deverá pressionar a botoeira com trava correspondente para desligá-lo. Após sanado o defeito o operador deve destravar o botão para novamente habilitar o aviso sonoro

No Volume IV, serão apresentados detalhes executivos do projeto de montagem, nos Desenhos

- BS-AD-33, Sub-Estação Aérea e detalhes da Caixa de Inspeção
- BS-AD-35, Diagrama Unifilar Esquemático
- BS-AD-34, Diagrama Unifilar e Detalhe do Quadro Geral
- BS-AD-36, Distribuição de Força e Iluminação