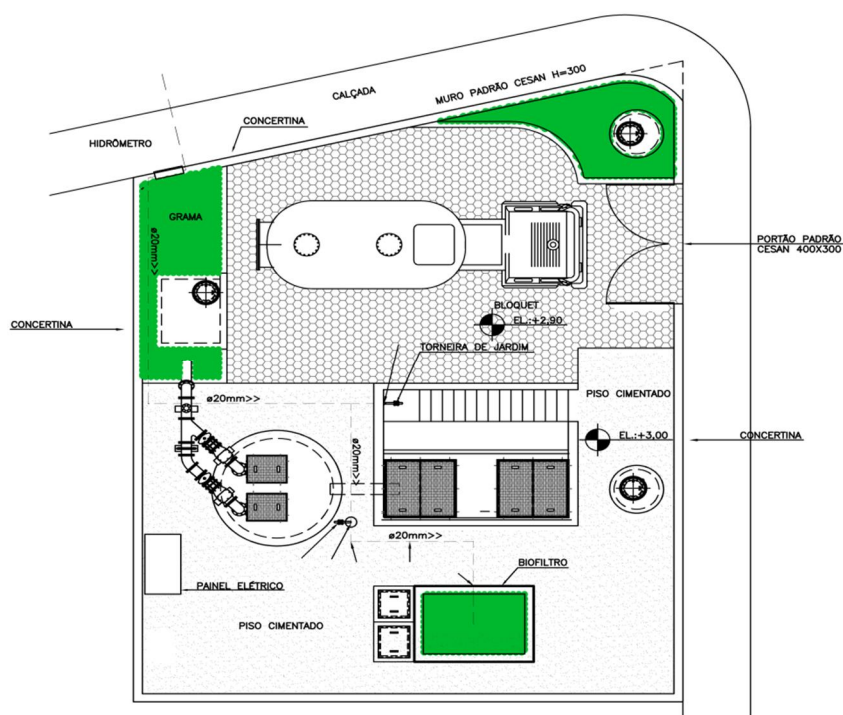


SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA GRANDE VITÓRIA

MUNICÍPIO DE VILA VELHA



ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO VALE ENCANTADO II

PROJETO HIDRÁULICO

MEMÓRIA DE CÁLCULO E DESENHOS

APRESENTAÇÃO

A **GANEM Engenharia Ltda.** apresenta a seguir o projeto básico e desenhos da elevatória de esgoto bruto EEEB Vale Encantado II, localizada no município de Vila Velha, conforme contrato N° 263/2009 celebrado entre a **CESAN Companhia Espírito Santense de Saneamento e GANEM Engenharia Ltda.**

O trabalho será apresentado volume único.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	II
SUMÁRIO.....	III
1 DESCRIÇÃO GERAL.....	6
2 PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO.....	7
2.1 INTRODUÇÃO	7
2.2 PARÂMETROS DE PROJETO	7
2.2.1 Estação Elevatória e Linha de recalque.....	7
3 DIMENSIONAMENTO DA UNIDADE ELEVATÓRIA	9
3.1 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E LINHA DE RECALQUE	9
3.1.1 Volume do poço de sucção	9
3.1.2 Pré-dimensionamento da linha de recalque.....	9
3.1.3 Altura manométrica	10
3.1.4 Potência.....	10
3.2 DESENHOS	10
ANEXO 1 – CÁLCULO DA ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO.....	12
ANEXO 2 – CURVA DA BOMBA.....	20
ANEXO 3 – DESENHOS	21

MEMORIAL DESCRITIVO

1 DESCRIÇÃO GERAL

O presente memorial visa apresentar a descrição e dimensionamento da elevatória de esgoto bruto EEEB Vale Encantado II, no município de Vila Velha.

A localização da mesma está mostrada nas Figura 1.1 e Figura 1.2.



Figura 1.1 ã Área a ser implantada a EEEB Vale Encantado II (planta).



Figura 1.2 ã Área a ser implantada a EEEB Vale Encantado II (vista).

2 PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

2.1 Introdução

Os parâmetros que norteiam o desenvolvimento do projeto foram fixados de acordo com as características da área em estudo, e com vistas às determinações constantes das Normas Brasileiras da ABNT e demais dispositivos legais e aos critérios da CESAN.

Para elaboração deste projeto foi utilizado o levantamento topográfico fornecido pela CESAN e foi executada uma sondagem à percussão da área de estudo (número CESAN A-050-000-91-5-RT-0002).

A vazão que chega da elevatória EEEB Vale Encantado II é de 28.94 l/s, e essa foi dimensionada através de estudos da CESAN, e o valor final foi passado para a GANEM.

2.2 Parâmetros de Projeto

2.2.1 Estação Elevatória e Linha de recalque

2.2.1.1 Remoção de sólidos grosseiros

Foram previstos grades e desarenadores como dispositivos para remoção de sólidos grosseiros nas elevatórias desse trabalho.

2.2.1.2 Poços de sucção

Os volumes dos poços de sucção foram determinados considerando-se a vazão da bomba a ser instalada, de modo que o menor intervalo de tempo entre partidas consecutivas de seu motor de acionamento seja igual ou maior que 10 minutos e que o tempo de detenção máximo não ultrapasse 30 minutos.

2.2.1.3 Conjuntos motobomba

As bombas serão do tipo submersível, e se prevê dois conjuntos motobomba (sendo um deles de reserva ou de rodízio), com capacidade para recalcar a vazão máxima afluyente prevista para o final de plano.

2.2.1.4 Linha de Recalque

O diâmetro da linha de recalque foi dimensionado através de análise econômica, considerando-se, sobretudo, a velocidade do fluxo, uma vez que esta é imprescindível para a autolimpeza da linha.

Foram observados os seguintes limites de velocidades para o dimensionamento da linha de recalque:

- Velocidade mínima: 0.60 m/s;
- Velocidade máxima: 2.00 m/s.

Devido às condições mecânicas a que as tubulações da linha de recalque serão impostas, optou-se pelo uso de tubulações em ferro fundido dúctil 1,0 MPa.

A linha de recalque da EEEB Vale Encantado II lançará o esgoto na ETE Araçás, e a linha possui uma extensão de 2910 metros, no diâmetro DN200.

3 DIMENSIONAMENTO DA UNIDADE ELEVATÓRIA

3.1 Estação Elevatória e Linha de Recalque

3.1.1 Volume do poço de sucção

O volume útil do poço de sucção da elevatória foi determinado a partir da seguinte expressão:

$$V = Q \times p \quad \text{e} \quad V = (Q_r - Q) \times f$$

onde:

V = Volume útil do poço de sucção;

Q = Vazão de chegada de esgoto bruto;

Q_r = Vazão de recalque;

p = Período de parada da bomba;

f = Período de funcionamento da bomba;

T = Tempo decorrido entre duas partidas consecutivas.

A soma de p e f corresponde ao ciclo de operação da bomba, entre duas partidas consecutivas, assim:

$$T = p + f, \quad p = \frac{V}{Q} \quad \text{e} \quad f = \frac{V}{Q - Q_r}$$

3.1.2 Pré-dimensionamento da linha de recalque

O diâmetro da linha de recalque foi pré-dimensionado a partir da fórmula de Bresse, conforme segue:

$$D = k \times Q_r^{0.5}$$

onde:

D = Diâmetro da linha de recalque;

k = Coeficiente de custo de investimento x custo operacional.

3.1.3 Altura manométrica

As expressões utilizadas para os cálculos da altura manométrica são as seguintes:

$$H_{man} = H_g + h_l + h_t$$

$$h_l = \frac{8 \times Q_r^2}{g \times \pi^2} \times \sum \frac{k}{D^4}$$

$$h_t = 10,6432 \times c^{1.85} \times D^{-4.87} \times L_r \times Q^{1.85}$$

onde:

H_{man} = Altura manométrica;

H_g = Altura geométrica;

h_l = Perdas de carga localizadas;

h_t = Perdas de carga distribuídas;

L_r = Extensão de recalque;

D = Diâmetro do recalque.

3.1.4 Potência

A potência do conjunto motobomba foi calculada pela expressão abaixo.

$$P = \frac{Q \times H_{man}}{75 \times \eta}$$

onde:

η = Eficiência do conjunto

O dimensionamento da elevatória e sua linha de recalque estão apresentados no Anexo 3.

3.2 Desenhos

Todos os desenhos que compõem este projeto estão apresentados no Anexo 3

ANEXOS

ANEXO 1 ã CÁLCULO DA ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

A seguir será apresentado o memorial de cálculo da elevatória de esgoto bruto EEEB Vale Encantado II.

Dimensionamento do pré-tratamento da EEEB 2

Sub-Bacia Vale Encantado II ã Dimensionamento para final de plano

1 - Gradeamento

- Vazão máxima horária afluente, $Q_{(máxh)}$:	35,00	(em l/s)
- Velocidade admitida no canal do gradeamento, V_{G1} :	0,35	(em m/s)
- Número de módulos, N_G :	1,00	un
- Área do canal até o nível d'água, A_{G1} :	0,1000	$A_{G1} = Q_{(máxh)} / (V_1 \times N_G)$ (em m²)
- Espaçamento entre barras, a:	2,50	(cm)
- Espessura da barra, b:	0,50	(cm)
- Área útil da grade, A_u :	0,0833	$A_u = (A_1 \times a) / (a + b)$ (em m²)
- Velocidade através da grade, V_{G2} :	0,42	$V_{G2} = Q_{(máxh)} / (A_u \times N_G)$ (em m/s)
- Velocidade máxima através da grade (quando estiver 50% suja), V_{G3} :	0,84	$V_{G3} = 2 \times Q_{(máxh)} / (A_u \times N_G)$ (em m/s)
- Perda de carga na grade, ΔH_G :	0,04	$\Delta H_G = (V_3^2 - V_1^2) / (1,4 \times g)$ (em m)
- Altura da lâmina d'água, H_G :	0,12	$H_G = \Delta H_G + H_D$ (em m)
- Largura mínima do canal do gradeamento, L_G :	0,81	$L_G = Q_{(máxh)} / (H_G \times N_G \times V_1)$ (em m)
- Largura adotada do canal do gradeamento, L_A :	0,35	m

2 - Desarenador

- Vazão máxima horária afluente, $Q_{(máxh)}$:	35,00	(em l/s)
- Vazão média afluente, $Q_{(med)}$:	23,33	(em l/s)
- Vazão mínima afluente, $Q_{(mín)}$:	11,67	(em l/s)
- Velocidade do fluxo, V_{D1} :	0,35	(em m/s)
- Velocidade de sedimentação da partícula com 0,2 mm de diâmetro, V_{D2} :	0,020	(em m/s)
- Altura da lâmina d'água, H_D :	0,08	
- Comprimento do desarenador (considerando acréscimo de 50% devido a turbulência), L :	2,11	$L = (V_1 / V_2) \times H \times 1,5$ (em m)
- Número de alas do desarenador, N_D :	1,00	un
- Largura da ala do desarenador, L_D :	0,90	$L_D = Q_{(máxh)} / (H \times V_1 \times N)$ (em m)
- Diâmetro da tub. que liga ao poço de sucção, DN	250	mm
- Degrau adotado na saída do desarenador, X	0,15	m

	Q (l/s)	Largura (m)	H_D (m)	$v = Q / S$ (m/s)
Máxima	35,00	0,9	0,08	0,48
Média	23,33	0,9	0,06	0,42
Mínima	11,67	0,9	0,04	0,34

Nota: H foi calculado p/ vazão em cada ala.

- Cota da GI da tubulação de chegada:
- Cota do NA a montante da grade:
- Cota do fundo do canal a montante da grade:
- Cota do NA a jusante da grade:
- Cota do NA no desarenador:
- Cota da GI da tubulação na entrada do poço de sucção:
- Cota do NA de alarme:
- Cota do NAmáx do poço:
- Alturam útil do poço:
- Cota do NAmín do poço:
- Cota do fundo do poço:

-0,49	
-0,38	
-0,50	
-0,42	
-0,42	
-0,65	
-0,85	
-0,95	
1,06	m
-2,01	
-2,42	

EEEB Vale Encantado II ã Bacia II

Dados geométricos da elevatória

Cota do NA mínimo no poço de sucção:	-2,120	m
Cota do NA máximo no poço de sucção:	-0,910	m
Diâmetro da LR:	0,200	m
Cota da GI de lançamento na ETE	9,49	m
Cota da GI de chegada na elevatória:	-0,65	m

Pav. na linha de recalque:

Pavimentação com asfalto	0	m
Pavimentação com paralelepípedo	0	m
Sem pavimentação	2.910	m
Número de bombas funcionando:	1	

Hora	Vazões da ETE (l/s)		Vazão de Recalque (l/s)
	Média	Máxima	
00:00	16,08	28,94	35,00
00:00	16,08	28,94	35,00
00:00	16,08	28,94	35,00
00:00	16,08	28,94	35,00
00:00	16,08	28,94	35,00
00:00	16,08	28,94	35,00
00:00	16,08	28,94	35,00

Altura útil do poço de sucção adotada inicialmente:	1,21	m
Diâmetro do poço de sucção:	2,75	m
Cota de assentamento da bomba	-2,42	m
Cota do fundo último PV antes da entrada da EEEB	-0,49	m
Cota de chegada na elevatória	-0,49	m
Declividade adotada para o trecho	0,0029	m/m

[illegible]

Altura útil do poço de sucção adotada:	1,06	m
Diâmetro calculado do poço de sucção:	2,75	m

As dimensões do poço de sucção serão ajustadas no item 5.5, em função das dimensões das bombas selecionadas.

4. Estudo econômico da linha de recalque:

4.1. Dados Gerais

Comprimento da linha de recalque, L:	2.910	m
Altura geométrica máxima, Hgmax:	11,61	m
Altura geométrica mínima, Hgmin:	10,40	m
Pré-dimensionamento do diâmetro (Bresse):	0,187	m
Pavimentação da via onde passa a linha de recalque:	$D_1 = 1,0 \times (Q_b)^{0,5}$	
Pavimentação com asfalto	0	m
Pavimentação com paralelepípedo	0	m
Sem pavimentação	2.910	m

4.2. Alternativas de Diâmetros a Estudar

Alternativa	Diâmetro (m) / Etapa	
	1ª etapa	Referência
1	0,100	Comercial
2	0,150	Comercial
3	0,200	Comercial
4	0,250	Comercial

4.3. Perda de Carga

	Alternativas				
	1	2	3	4	
Rugosidade equivalente, K:	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	$K = 0,0001m$
a (Coef. da fórmula ajustada de Wood), a:	0,0387	0,0340	0,0312	0,0293	$a = 0,53 \times (K/D) + 0,094 \times (K/D)^{0,225}$
b (Coef. da fórmula ajustada de Wood), b:	11,6007	9,7052	8,5512	7,7516	$b = 88 \times (K/D)^{0,44}$
c (Coef. da fórmula ajustada de Wood), c:	0,8740	0,8278	0,7965	0,7730	$c = 1,62 \times (K/D)^{0,134}$
Velocidade no recalque, Vr:	4,46	1,98	1,11	0,71	$Vr = (Qb \times 4) / (3,1415 \times D^2), (m/s)$
Número de Reynolds, Rn:	445.647	297.098	222.823	178.259	$Rn = (Vr \times D) / u$
Viscosidade cinemática, u :	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	$u = 10^{-6} (20^0 C)$
Coeficiente de atrito, f :	0,0388	0,0343	0,0317	0,0299	$f = a + b \times Rn^{-c}$ (Fórmula de Wood)
Perda de carga contínua, hf :	1142,50	132,91	29,14	9,03	$hf = (f \times L \times Vr^2) / (2 \times g \times D) (m)$
Perda de carga total, hf _{tot} :	1199,63	139,56	30,60	9,48	$hf_{tot} = hf \times 1,05 (m)$

Alternativa escolhida:	3
Diâmetro eleito:	0,200 m

Primeira etapa					
	Peças e Acessórios	K	Diâmetro (mm)	Relação de Q	Perda de Carga $\Sigma f(Q)$
	Soma				
Recalque					
1	Curva de 90°	0,40	100	1,0000	330,51
2	Ampliação gradual	0,30	100	1,0000	247,88
3	Tubulação vertical	1,00	200	1,0000	51,64
4	Curva de 90°	0,40	200	1,0000	20,66
4	Válvula de retenção	2,50	200	1,0000	129,10
5	Registro de gaveta	0,20	200	1,0000	10,33
6	Curva 45° (4X)	0,80	200	1,0000	41,31
7	Junção 45° passagem direta	0,18	200	1,0000	9,30
8	Tê passagem direta (3X)	1,80	200	1,0000	92,95
9	Velocidade	1,00	200	1,0000	51,64
10	Saída da canalização (orifício)	1,00	200	1,0000	51,64
					1036,96

5.1. Perda de Carga

Número de bombas funcionando:

1
$h_f = 1.036,96 \times Q_b^2$

Equação de perda de carga localizada:

h_f em metros ; Q em m^3/s

Rugosidade equivalente, K

0,0010	K = 0,0001 e 0,0003 m
0,0312	$a = 0,53 \times (K/D)^{0,225} + 0,094 \times$
8,551	$b = 88 \times (K/D)^{0,44}$
0,796	$c = 1,62 \times (K/D)^{0,134}$
1,11	$V_r = (Q_b \times 4) / (3,1415 \times D^2)$, (m/s)
222.823	$R_n = (V_r \times D) / \nu$
0,000001	$\nu = 10^{-6} (20^\circ C)$
0,0317	$f = a + b R_n^{-c}$ (Fórmula de Wood)

a (Coef. da fórmula ajustada de Wood), a:

b (Coef. da fórmula ajustada de Wood), b:

c (Coef. da fórmula ajustada de Wood), c:

Velocidade no recalque, V_r :

Número de Reynolds, R_n :

Viscosidade cinemática, ν :

Coeficiente de atrito, f :

Equação de perda de carga contínua:

$h_f = 23.786,27 \times Q_b^2$	h_f em metros ; Q em m^3/s
--------------------------------	--------------------------------

Perda de carga total:

Equação de perda de carga total:

$h_f = 24.823,24 \times Q_b^2$	h_f em metros ; Q em m^3/s
--------------------------------	--------------------------------

5.2. Altura Manométrica

		Min	Max
Cota do $NA_{m\acute{a}x}$ do poço de sucção	-0,91	m Cota do NA na descarga do recalque (m)	9,490
Cota do $NA_{m\acute{i}n}$ do poço de sucção	-2,12	m Altura geométrica mínima, $H_{g_{m\acute{i}n}}$	10,400
Cota de fundo	-2,42	m Altura geométrica máxima, $H_{g_{m\acute{a}x}}$	11,610

Cota da GI da tub. de chegada na
elevatória

-0,65 m

Altura manométrica

Para $H_{g_{m\acute{a}x}}$ $H_{m_{m\acute{a}x}} = 11,61 + 24.823,24 \times Q_b^2$ (Q em m³/s)

Para $H_{g_{m\acute{m}n}}$ $H_{m_{m\acute{m}n}} = 10,40 + 24.823,24 \times Q_b^2$ (Q em m³/s)

5.3 Curvas do Sistema e das Bombas

Curvas do sistema

Vazão		Altura Manométrica (m.c.a)	
(l/s)	(m ³ /h)	p/Hgmáx	p/Hgmín
0,0	0	11,61	10,40
5,0	18	12,23	11,02
10,0	36	14,09	12,88
15,0	54	17,20	15,99
20,0	72	21,54	20,33
25,0	90	27,12	25,91
30,0	108	33,95	32,74
35,0	126	42,02	40,81
40,0	144	51,33	50,12
45,0	162	61,88	60,67

Curvas das bombas

FLYGT NT 3171 HT
3~452

Vazão 1B	Hm	Hm - Inversor
(l/s)	(m)	(m)
0,00	55,3	
10,00	51,2	
20,00	47,8	
30,00	44,4	
40,00	41	
45,00	39,8	

5.4 Cálculo do NPSH

Pressão atmosférica, Pa:	10,32	m
Pressão de vapor, Pv:	0,354	m
Altura de sucção, hs:	1,51	m
Perda de carga na sucção, hfs:	0,000	m
NPSH _{disp.} :	8,46	m
NPSH _{req.} :	5,5	m

$$NPSH_{disp.} = Pa - (hs + Pv + hf_s)$$

(fornecido pelo fabricante)

Comparação: NPSH_{disp.} > NPSH_{req.}, condição atendida.

5.5. Resumo do Dimensionamento

Diâmetro da linha de recalque: 0,200 m

Número de conjuntos moto-bombas: 1

Vazão de cada conjunto com rotação plena:

	1 Bomba	2 Bombas	Velocidade (m/s)
Q _b	35,40 l/s		1,13
Q _{b_{máx}}	36,00 l/s		1,15

Altura manométrica 1 bombas:

H _{man_{máx}}	42,60 m
H _{man_{mín}}	42,30 m

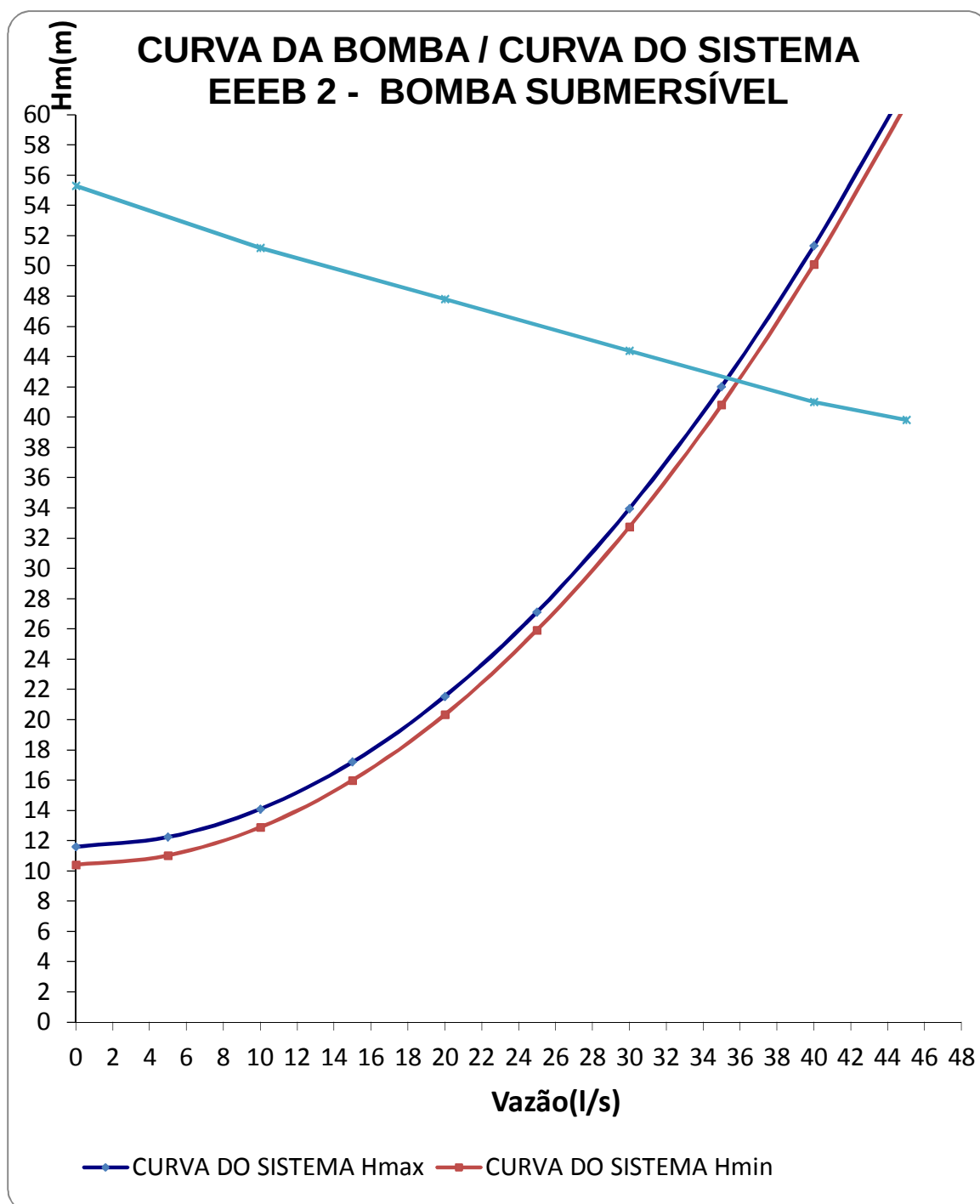
Dimensões finais do poço de sucção:

Projetado	Altura útil:	1,06 m
	Diâmetro:	2,50 m
	Volume:	5,20 m ³

Rendimento:

h	70,00 %
h	70,00 %

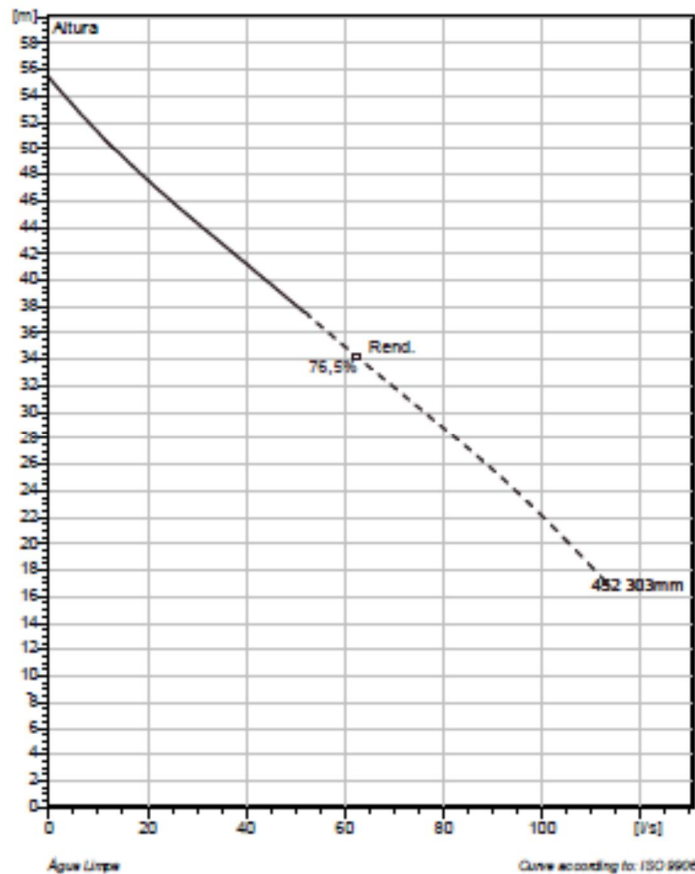
[illegible]



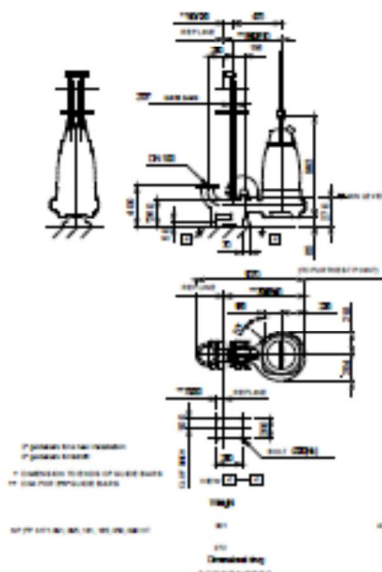
ANEXO 2 ñ CURVA DA BOMBA

NP 3171 HT 3~ 452

Technical specification



Installation: P - Semi permanent, Wet



Note: Picture might not correspond to the current configuration.

General

General
Patented self-cleaning semi-open channel impeller, ideal for pumping in most waste water applications. Possible to be upgraded with Guide-pin® for even better clogging resistance. Modular based design with high adaptation grade.

Impeller

Impeller material	Grey cast iron
Outlet width	100 mm
Suction Flange Diameter	100 mm
Impeller diameter	303 mm
Number of blades	2

Motor

Motor #	N3171.181 25-19-4AA-W 34hp
Variante do estator	7
Frequência	60 Hz
Tensão nominal	230 V
Número de pólos	4
Fases	3~
Potência nominal	25,4 kW
Corrente nominal	81 A
Corrente de partida	560 A
Velocidade nominal	1760 1/min
Fator de potência	
1/1 Load	0,87
3/4 Load	0,83
1/2 Load	0,74
Rendimento	
1/1 Load	90,0 %
3/4 Load	91,0 %
1/2 Load	91,0 %

Configuração

ANEXO 3 ã DESENHOS

A tabela abaixo lista os desenhos que compõem o presente projeto da EEEB Vale Encantado II. Os mesmo seguem em anexo.

Número da CESAN		Referência do desenho
1	A-050-000-91-5-XX-0162	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO II ã PROJETO HIDRÁULICO ã URBANIZAÇÃO, SITUAÇÃO, DETALHES DE PORTÃO, MURO E FACHADA
2	A-050-000-91-5-XX-0163	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO II ã PROJETO HIDRÁULICO ã PLANTA INFERIOR
3	A-050-000-91-5-XX-0164	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO II ã PROJETO HIDRÁULICO ã PLANTA SUPERIOR E LISTA DE MATERIAL
4	A-050-000-91-5-XX-0165	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO II ã PROJETO HIDRÁULICO ã CORTE AA E CC
5	A-050-000-91-5-XX-0166	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO II ã PROJETO HIDRÁULICO ã CORTE BB E DD
6	A-050-000-91-5-XX-0167	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO II ã PROJETO HIDRÁULICO ã DETALHE DAS TAMPAS, GRADEAMENTO, STOP-LOG E GUARDA-CORPO
7	A-050-000-91-5-XX-0168	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO II ã PROJETO HIDRÁULICO ã SISTEMA DE DESODORIZAÇÃO (BIOFILTRO) PLANTA, CORTES E LISTA DE MATERIAIS