



**SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE
PIRACICABA
-SEMAE-**

**PROJETO BÁSICO
DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
ARTEMIS**

**VOLUME I
MEMORIAL DESCRITIVO**

PROESPLAN
Engenharia

MAIO/2011

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho constitui o Projeto Básico da Estação de Tratamento de Esgotos Artemis, no âmbito do contrato firmado entre a Proesplan Engenharia Ltda. e o Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE).

O projeto apresentado é composto por 03 (três) volumes:

- Volume I - Memorial Descritivo;
- Volume II - Desenhos;
- Volume III - Especificações Técnicas.

ÍNDICE

1 - CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO 1.1

1.1 - HORIZONTE DE PROJETO	1.1
1.2 - COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE CONSUMO	1.1
1.3 - CONTRIBUIÇÃO “PER CAPITA”	1.1
1.4 - DEMAIS ÍNDICES E COEFICIENTES	1.1
1.5 - POPULAÇÃO ATENDIDA	1.1
1.6 - VAZÕES E CARGAS ORGÂNICAS DE PROJETO	1.2
1.7 - PARÂMETROS DE PROJETO PARA O PROCESSO DE TRATAMENTO	1.2
1.8 - PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA EM CANAIS E CONDUTOS LIVRES	1.3
1.9 - PERDA DE CARGA EM CONDUTOS FORÇADOS	1.4
1.10 - PERDA DE CARGA LOCALIZADA	1.4

2 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO 2.1

3 - ORÇAMENTO 3.1

ANEXOS

ANEXO I - MEMORIAL DE CÁLCULO DA EEEB FINAL	A.1
ANEXO II - MEMORIAL DE CÁLCULO DA ETE	A.8
ANEXO III - MEMORIAL DE CÁLCULO DO EMISSÁRIO DE EFLUENTE TRATADO	A.28

1 - CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

1 - CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

1.1 - HORIZONTE DE PROJETO

O projeto considera um horizonte de projeto compreendendo o período entre 2011 e 2040.

1.2- COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE CONSUMO

Os coeficientes de variação de consumo foram definidos junto com serviço de água e esgoto do município, tendo como base as normas da ABNT.

- Coeficiente de máxima vazão diária: $K1 = 1,20$;
- Coeficiente de máxima vazão horária: $K2 = 1,50$;
- Coeficiente de mínima vazão horária: $K3 = 0,50$;
- Coeficiente de retorno: $C = 0,80$.

1.3 - CONTRIBUIÇÃO “PER CAPITA”

A contribuição “per capita” de esgoto sanitário considerado é o mesmo já estabelecido no Plano Diretor de Esgotos de Piracicaba, ou seja, 200 l/hab.dia.

1.4 - DEMAIS ÍNDICES E COEFICIENTES

- Taxa de infiltração em rede coletora: 0,10 a 0,20 l/s.km;
- Carga orgânica “per capita” de esgoto sanitário: 54,00 g DBO₅/dia.

1.5 - POPULAÇÃO ATENDIDA

A estação de tratamento de esgotos deverá ter capacidade para atender toda a população da área isolada do Artemis.

Estima-se que a população no final de plano seja da ordem de 10.000 habitantes. A população inicial de projeto é da ordem de 7.000 habitantes.

1.6 - VAZÕES E CARGAS ORGÂNICAS DE PROJETO

Dados	
População Atendida (hab) - Início de Plano	7.000
População Atendida (hab) - Fim de Plano	10.000
Contribuição "per capita" de esgoto (l/hab.dia)	200,00
Carga Orgânica (g DBO ₅ /dia)	54,00
k1	1,20
k2	1,50
Taxa de Infiltração de Rede (l/s.km)	0,15
Contribuição de Esgotos Sanitários	
Média (l/s) - Início de Plano	16,20
Média (l/s) - Fim de Plano	23,15
Média do Dia de Maior Consumo (l/s) - Início de Plano	19,44
Média do Dia de Maior Consumo (l/s) - Fim de Plano	27,78
Máxima Horária do Dia de Maior Consumo (l/s) - Início de Plano	29,17
Máxima Horária do Dia de Maior Consumo (l/s) - Fim de Plano	41,67
Contribuição por Infiltração	
Extensão de Rede (km)	20,00
Vazão de Infiltração (l/s)	3,00
Contribuição Total	
Média (l/s) - Início de Plano	19,20
Média (l/s) - Fim de Plano	26,15
Média do Dia de Maior Consumo (l/s) - Início de Plano	22,44
Média do Dia de Maior Consumo (l/s) - Fim de Plano	30,78
Máxima Horária do Dia de Maior Consumo (l/s) - Início de Plano	32,17
Máxima Horária do Dia de Maior Consumo (l/s) - Fim de Plano	44,67
Carga Orgânica Total	
Carga Orgânica Sanitária (kg DBO ₅ /dia) - Início de Plano	378,00
Carga Orgânica Sanitária (kg DBO ₅ /dia) - Fim de Plano	540,00

1.7 - PARÂMETROS DE PROJETO PARA O PROCESSO DE TRATAMENTO

- Velocidade de escoamento na caixa de areia: 0,30 m/s;

- Fator de carga no tanque de aeração (TA): 0,07 kg DBO/kg SS.dia;
- Necessidade de oxigênio: 2,5 kg O₂/kg DBO;
- Relação entre taxa de transferência de O₂ no esgoto e a taxa de transferência de O₂ na água limpa (α): 0,80;
- Relação entre OD de saturação no esgoto e OD de saturação na água limpa (β): 1,00;
- OD de saturação para T=30°C e H=1000 m (C_{os}): 7,02 mg/l;
- Concentração de OD no tanque de aeração (C_{ta}): 2,0 mg/l;
- Taxa de aplicação de SS na decantação (máxima): 3,50 kg SS/m².h;
- Teor de sólidos que entra no sistema de desidratação de lodo: 0,50 %;
- Teor de sólidos na saída do sistema de desidratação de lodo: 15,0 %;
- Consumo de polieletrólito: 4,0 a 8,0 kg/t de sólido seco;
- Concentração da solução de polieletrólito: 0,1 %.

1.8 - PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA EM CANAIS E CONDUTOS LIVRES

Para o cálculo de perda de carga em condutos livres e canais foi empregada a Fórmula de Chèzy:

$$Q = C \times S \times \sqrt{Rh \times I}$$

Onde:

Q = vazão de escoamento, em m³/s;

C = coeficiente de Chèzy;

S = área da seção transversal molhada do canal ou conduto, em m²;

Rh = raio hidráulico, em m;

I = declividade do canal, em m/m.

Sendo:

$$C = \frac{1}{n} \times Rh^{1/6} \text{ (Fórmula de Manning)}$$

Onde:

n = coeficiente de Ganguillet e Kutter;

Para o presente projeto adotou-se o valor de n igual a 0,015 (superfície de concreto com bom acabamento);

1.9 - PERDA DE CARGA EM CONDUTOS FORÇADOS

Para o cálculo das perdas de carga em condutos forçados foi utilizada a Fórmula Universal:

$$\Delta H_d = \frac{8 \times f \times L \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^5}$$

Onde:

L = extensão da tubulação, em m;

Q = vazão, em m³/s;

g = aceleração da gravidade, em m/s²;

D = diâmetro da tubulação, em m;

f = coeficiente de perda de carga (adimensional).

O valor de “f” é dado pela equação de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \times \log \left(\frac{k}{3,7 \times D} + \frac{2,51}{\Re \times \sqrt{f}} \right)$$

Onde:

k = rugosidade uniforme equivalente, em m;

D = diâmetro da tubulação, em m;

℞ = número de Reynolds (adimensional).

Para as tubulações de ferro fundido revestidas internamente com argamassa de areia e cimento adotou-se k igual a 0,0002 m.

1.10 - PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Para a perda de carga localizada empregou-se a seguinte equação:

$$\lambda = \frac{8 \times K \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^4}$$

Onde:

K = coeficiente de perda de carga da singularidade (adimensional);

Q = vazão, em m³/s;

g = aceleração da gravidade, em m/s²;

D = diâmetro da tubulação, em m.

2 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

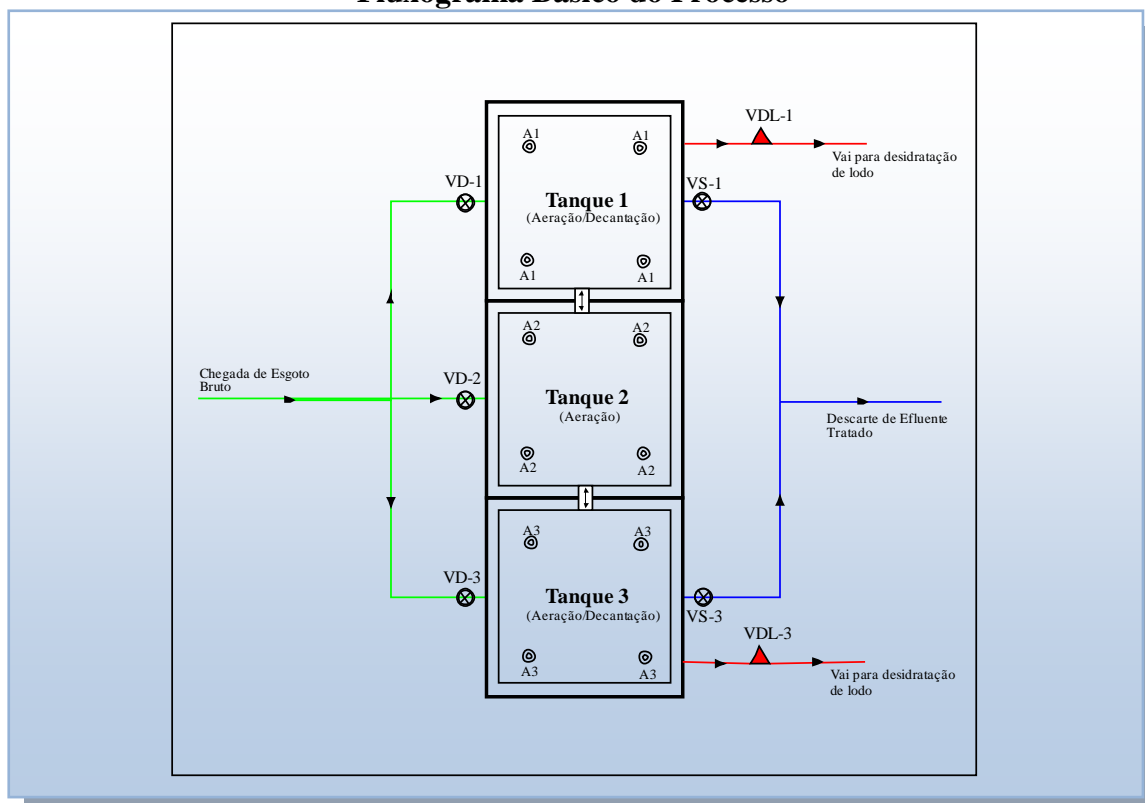
2 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

O sistema de lodos ativados com aeração prolongada contínua de fluxo reversível, proposto neste projeto, segue a filosofia operacional concebida pelo Engenheiro Max Lothar Hess para uma ETE existente no município de Vespasiano, no Estado de Minas Gerais. Basicamente, o sistema consiste de três tanques de aeração (1,2,3), comunicantes entre si, onde os dois primeiros são aerados e o terceiro permanece parado, servindo como decantador secundário. Nesta situação, o esgoto bruto entra no sistema através do tanque 1. Após um determinado período, inverte-se o fluxo e o esgoto bruto passa a entrar pelo tanque 3. A partir daí, passam a ser aerados os tanques 2 e 3, enquanto o tanque 1 fica parado, tornando-se, por sua vez, o decantador secundário. Note que o tanque 2 fica sempre aerando, enquanto os tanques 1 e 3 se alternam no processo de aeração/decantação. Neste sistema, o descarte de excesso de lodo é feito sempre a partir do tanque que estiver na fase de decantação.

Esta concepção para o sistema dispensa a instalação de uma estação elevatória de recirculação de lodo, já que o retorno de lodo necessário ao processo é feito com a inversão de fluxo no sistema. A operação da ETE é bastante simplificada, uma vez que não existem muitos equipamentos a serem gerenciados, resumindo-se ao controle de válvulas (abertura/fechamento) e de aeradores, atividade que pode ser automatizada sem grandes complicações.

O ciclo operacional acima descrito pode ser resumido no fluxograma e quadros a seguir, onde também são apresentados os tempos de cada estágio do ciclo:

Fluxograma Básico do Processo



Ciclo da Fase Líquida

Estágio	VD-1	VD-2	VD-3	VS-1	VS-3	A1	A2	A3	Duração (minutos)
1									165
2									15
3									165
4									15

	Válvula aberta
	Válvula fechada
	Aerador Ligado
	Aerador Desligado

VE-1 = válvula de distribuição de esgoto (para tanque de aeração/decantação 1)

VE-2 = válvula de distribuição de esgoto (para tanque de aeração 2)

VE-3 = válvula de distribuição de esgoto (para tanque de aeração/decantação 3)

VS-1 = válvula de saída de efluente tratado (saída do tanque de aeração decantação 1)

VS-2 = válvula de saída de efluente tratado (saída do tanque de aeração decantação 3)

A1 = aeradores do tanque 1

A2 = aeradores do tanque 2

A3 = aeradores do tanque 3

**Quadro 4.2 - Ciclo da Fase Sólida
(Descarte de Excesso de Lodo)**

Estágio	VDL-1	VDL-3	Estágio da Fase Líquida	Início* (minutos)	Fim* (minutos)
A			3	60	180
B			1	60	180

* Tempo decorrido a partir do início da fase líquida correspondente.

	Aberta
	Fechada

VDL-1 = válvula de descarte de excesso de lodo do tanque 1

VDL-3 = válvula de descarte de excesso de lodo do tanque 3

De acordo com o fluxograma, o processo de tratamento possui estágios intermediários (2 e 4), onde o esgoto entra pelo tanque 2 e os aeradores dos tanques 1 e 3 são desligados. Isto é necessário porque, quando ocorre a inversão de fluxo, no tanque que passa a ser o decantador não há tempo suficiente para a sedimentação dos sólidos em suspensão. Caso o efluente fosse descartado diretamente para o corpo receptor ou tratamento complementar, estaria sendo lançada uma quantidade considerável de lodo biológico, mesmo que por curto espaço de tempo. Com esses estágios, garante-se um tempo de decantação razoável para que sólidos em suspensão no tanque sedimentem o suficiente para não saírem junto com o efluente tratado.

Quanto ao excesso de lodo, este será descartado e conduzido a uma unidade de desidratação, sendo o lodo desidratado encaminhado a um aterro sanitário devidamente licenciado e o líquido remanescente (filtrado) conduzido ao início do tratamento.

Estima-se que o tratamento tenha uma eficiência na remoção de carga orgânica ($\text{DBO}_{5,20^\circ\text{C}}$) da ordem de 95%, podendo atingir 98%. Apesar do elevado grau de tratamento, o processo é pouco eficiente na remoção de coliformes. Por este motivo, está sendo prevista a instalação de uma unidade de desinfecção composta por casa de cloração e tanque de contato. A dosagem de cloro deverá ser suficiente para a eliminação de coliformes, sem deixar residual de cloro, atendendo aos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação ambiental.

A estação de tratamento de esgotos proposta contará, então, com as seguintes unidades principais:

- Tratamento preliminar, composto por:
 - Gradeamento;
 - Medidor Parshall;
 - Caixa de areia;
- Estação elevatória de esgoto bruto;
- Tanque de aeração (tanque 2)
- Tanques de aeração/decantação (tanques 1 e 3);
- Unidade de desinfecção e pós-aeração;
- Casa de cloração;
- Tanque de contato;
- Tanque de pós-aeração.
- Tanque de homogeneização de lodo;
- Estação elevatória de lodo homogeneizado;
- Unidade de desidratação mecanizada de lodo;
- Rede de água potável;
- Emissário de efluente tratado;
- Casa de operação.

A seguir, apresentam-se as principais características de cada unidade:

- Estação elevatória de esgoto bruto final⁽¹⁾
 - Tipo de poço: circular úmido;
 - Diâmetro: 4,00 m;
 - Volume útil: 12,57 m³;
 - Conjuntos de recalque:
 - Tipo: submersível;
 - Número de conjuntos: 2 un (1b+1r);
 - Vazão de cada conjunto: 45,00 l/s;
 - Altura manométrica: 5,99 mca;
 - Potência consumida por conjunto: 6,10 cv;
 - Diâmetro do barrilete: 300 mm;
 - Diâmetro do recalque: 300 mm;

¹ As características desta elevatória deverão ser confirmadas com a implantação do coletor-tronco.

- Material da tubulação: FºFº;
- Tratamento Preliminar:
 - Gradeamento:
 - Tipo: limpeza manual;
 - Espaçamento entre barras: 15 mm;
 - Largura: 0,60 m;
 - Medidor Parshall de entrada
 - Material: fibra de vidro;
 - Garganta: 9 polegadas (0,229 m);
 - Caixa de areia
 - Tipo: retangular por gravidade;
 - Número de células: 2 un;
 - Largura útil de 1 célula: 1,20 m;
 - Comprimento útil de 1 célula: 5,00 m;
 - Profundidade útil: 1,00 m;
- Tanque de aeração (1 un) e tanques de aeração/decantação (2 un)
 - Dimensões de 1 tanque:
 - Largura útil: 20,85 m;
 - Comprimento útil: 20,85 m;
 - Profundidade útil: 3,00 m;
 - Volume útil: 1.304,17 m³;
 - Profundidade total: 4,00 m;
 - Número de aeradores por tanque: 4 un;
 - Potência de cada aerador: 10 cv;
 - Potência total instalada por tanque: 40 cv;
- Tanque de homogeneização de lodo
 - Número de tanques: 1 un;
 - Largura/comprimento útil: 3,00 m;
 - Profundidade útil: 2,00 m;
 - Profundidade total: 3,00 m;
- Estação elevatória de lodo homogeneizado:
 - Tipo de poço: retangular seco;
 - Largura: 3,30 m;
 - Comprimento: 4,00 m;
 - Profundidade: 0,55 m;
 - Conjuntos de recalque para recirculação de lodo:
 - Tipo: helicoidal de deslocamento positivo;
 - Número de conjuntos: 2 un (+1r no almoxarifado);
 - Vazão de cada conjunto: 4,00 m³/h;
 - Altura manométrica: 4,00 mca;
 - Diâmetro do barrilete: 100 mm;
 - Diâmetro do recalque: 100 mm;

- Material da tubulação de recalque: PVC DEFºFº;
- Sistema de desidratação mecanizada de lodo:
 - Equipamento de desidratação: centrífuga;
 - Número de centrífugas: 2 un;
 - Capacidade unitária: 4,00 m³/h.
 - Área da edificação: 150 m²;
- Unidade de desinfecção e pós-aeração:
 - Casa de cloração:
 - Dimensões em planta: 7,50 m x 10,00 m;
 - Capacidade dos cloradores: 3,00 kg Cl/h;
 - Capacidade dos cilindros de cloro: 900 kg;
 - Tanque de contato:
 - Largura: 9,00 m;
 - Comprimento: 10,60 m;
 - Profundidade útil: 2,50 m;
 - Profundidade total: 3,60 m.
 - Tanque de pós-aeração:
 - Largura: 10,60 m;
 - Comprimento: 10,60 m;
 - Profundidade útil: 2,50 m;
 - Profundidade total: 3,60 m;
 - Potência do aerador superficial: 3 cv;
- Emissário de efluente tratado:
 - Diâmetro: 300 mm;
 - Extensão por material:
 - Concreto armado A-2: 219,00 m;
 - Ferro fundido: 5,00 m;
- Sistema de água potável
 - Reservatório de água potável:
 - Tipo: circular elevado;
 - Material: aço;
 - Capacidade: 50,0 m³;
 - Rede de distribuição:
 - Diâmetro: 100 mm;
 - Material: PVC DEFºFº;
- Casa de operação:
 - Largura útil: 5,00 m;
 - Comprimento útil: 21,90 m;
 - Dependências:
 - 01 vestiário feminino: 15,00 m²;
 - 01 vestiário masculino: 16,00 m²;

▪ 01 copa:	4,00 m²;
▪ 01 refeitório:	9,00 m²;
▪ 01 laboratório:	16,80 m²;
▪ 01 sala de comando:	28,40 m²;
▪ 01 sala de operador:	9,00 m²;
▪ 01 banheiro:	2,60 m².

Como a diferença entre a população atual e a de final de plano não é muito significativa, a estação foi concebida para implantação em uma única etapa, com capacidade para tratar os esgotos sanitários de uma população de 10.000 habitantes.

3 - ORÇAMENTO

As obras de implantação da ETE Artemis têm um custo previsto de **R\$ 3.746.175,00**, conforme planilha de orçamento apresentada nas próximas páginas.

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE ARTEMIS				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
1	CANTEIRO DE OBRAS				57.938,26
2	SERVIÇOS TÉCNICOS				16.238,25
3	SERVIÇOS PRELIMINARES				18.148,00
4	MOVIMENTO DE TERRA - GERAL				188.040,58
5	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO				436.539,08
6	TRATAMENTO PRELIMINAR				38.715,97
7	TANQUES DE AERAÇÃO				1.588.669,32
8	TANQUE DE HOMOGENEIZAÇÃO DE LODO				76.887,42
9	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LODO HOMOGENEIZADO				30.354,73
10	SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO MECANIZADA DE LODO				406.520,87
11	EMISSÁRIO FINAL				92.323,78
12	UNIDADE DE DESINFECÇÃO E PÓS-AERAÇÃO				206.307,42
13	TUBULAÇÕES DE INTERLIGAÇÃO (INCLUI TUBOS, CONEXÕES, CAIXAS, ACESSÓRIOS E MONTAGEM)				46.885,35
14	SISTEMA DE ÁGUA POTÁVEL				57.606,87
15	CASA DE OPERAÇÃO				151.341,32
16	SUBESTAÇÃO				70.159,12
17	ACESSO DA ETE				10.726,00
18	URBANIZAÇÃO				252.772,66
	TOTAL				3.746.175,00

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE ARTEMIS				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
1	Canteiro de Obras				
1.1	Canteiro de Obras				
1.1.1	Canteiro de obras completo (instalações gerais, manutenção, placas de obra, etc)	inst	1,00	57.938,26	57.938,26
	Subtotal 1				57.938,26
2	Serviços Técnicos				
2.1	Locação e Cadastro				
2.1.1	Locação e acompanhamento topográfico	dia	45,00	360,85	16.238,25
	Subtotal 2				16.238,25
3	Serviços Preliminares				
3.1	Trânsito e Segurança				
3.1.1	Sinalização de trânsito	m	100,00	1,68	168,00
3.1.2	Tapume contínuo em chapas de madeira ou aço - com iluminação de segurança	m	100,00	4,80	480,00
3.2	Desmatamento e Limpeza				
3.2.1	Roçada e capina	m²	12.500,00	1,40	17.500,00
	Subtotal 3				18.148,00
4	Movimento de Terra - Geral				
4.1	Escavação em Geral				
4.1.1	Remoção de terra vegetal (30 cm)	m²	12.500,00	0,83	10.375,00
4.1.2	Escavação de áreas, mecanizada, qualquer terreno, exceto rocha	m³	6.250,00	4,22	26.375,00
4.2	Escavação mecânica, qualquer terreno, exceto rocha, de poços e cavas (para elevatórias)				
4.2.1	Até 2,00 m de profundidade	m³	73,51	4,62	339,62
4.2.2	Além de 2,00 m até 4,00 m de profundidade	m³	93,31	6,74	628,91
4.3	Aterros e Recobrimentos Especiais de Valas, Cavas e Poços				
4.3.2	Aterro compactado com CG maior ou igual a 97% PN	m³	88,28	11,48	1.013,46
4.4	Maciços Compactados e Compactação de Áreas				
4.4.1	Compactação mecanizada de áreas e maciços com CG maior ou igual a 97% PN	m³	6.250,00	3,97	24.812,50
4.5	Carga, Transporte e Descarga				
4.5.1	Carga e descarga de solo	m³	12.578,54	2,71	34.087,84
4.5.2	Transporte de material escavado - solo	m³.km	78.615,87	1,15	90.408,25
	Subtotal 4				188.040,58
5	Estação Elevatória de Esgoto Bruto				
5.1	Construção Civil				
5.1.1	Estruturas de concreto armado	m³	116,50	1.512,67	176.226,06
5.2	Materiais e Equipamentos				
5.2.1	Conjunto de recalque com bomba submersível	cj	2,00	96.601,06	193.202,12
5.2.2	Tubulações e acessórios diversos, conforme projeto	cj	1,00	53.130,58	53.130,58
5.2.3	Instalações elétricas	cj	1,00	2.683,36	2.683,36
5.3	Montagens				
5.3.1	Montagem de materiais e equipamentos hidromecânicos	cj	1,00	10.626,12	10.626,12
5.3.2	Montagem de materiais e equipamentos elétricos	cj	1,00	670,84	670,84
	Subtotal 5				436.539,08

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE ARTEMIS				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
6	Tratamento Preliminar				
6.1	Construção Civil				
6.1.1	Estruturas de concreto armado	m³	23,04	1.512,67	34.851,92
6.2	Materiais e Equipamentos				
6.2.1	Materiais diversos conforme projeto	cj	1,00	3.220,04	3.220,04
6.3	Montagens				
6.3.1	Montagem de materiais e equipamentos	cj	1,00	644,01	644,01
	Subtotal 6				38.715,97
7	Tanques de Aeração				
7.1	Construção Civil				
7.1.1	Estruturas de concreto armado	m³	636,30	1.512,67	962.511,92
7.2	Materiais e Equipamentos				
7.2.1	Aeradores superficiais de baixa rotação	cj	12,00	39.500,00	474.000,00
7.2.2	Tubulações, válvulas e acessórios diversos conf. projeto	cj	1,00	64.186,04	64.186,04
7.2.3	Materiais elétricos	cj	1,00	60.107,32	60.107,32
7.3	Montagens				
7.3.1	Montagem de materiais hidráulicos e hidromecânicos	cj	1,00	12.837,21	12.837,21
7.3.2	Montagem de materiais elétricos	cj	1,00	15.026,83	15.026,83
	Subtotal 7				1.588.669,32
8	Tanque de Homogeneização de Lodo				
8.1	Construção civil				
8.1.1	Estruturas de concreto armado	m³	39,60	1.512,67	59.901,73
8.2	Materiais e Equipamentos				
8.2.1	Misturador superficial	cj	1,00	5.366,73	5.366,73
8.2.2	Tubulações, válvulas e acessórios diversos conf. projeto	cj	1,00	9.123,43	9.123,43
8.2.3	Materiais elétricos	cj	1,00	536,67	536,67
8.3	Montagens				
8.3.1	Montagem de materiais hidráulicos e hidromecânicos	cj	1,00	1.824,69	1.824,69
8.3.2	Montagem de materiais elétricos	cj	1,00	134,17	134,17
	Subtotal 8				76.887,42
9	Estação Elevatória de Lodo Homogeneizado				
9.1	Construção civil				
9.1.1	Estruturas de concreto armado	m³	6,50	1.512,67	9.832,36
9.2	Materiais e Equipamentos				
9.2.1	Conjunto de recalque com bomba helicoidal	cj	2,00	4.508,05	9.016,10
9.2.2	Tubulações, válvulas e acessórios diversos conf. projeto	cj	1,00	8.694,10	8.694,10
9.2.3	Materiais elétricos	cj	1,00	858,68	858,68
9.3	Montagens				
9.3.1	Montagem de materiais hidráulicos e hidromecânicos	cj	1,00	1.738,82	1.738,82
9.3.2	Montagem de materiais elétricos	cj	1,00	214,67	214,67
	Subtotal 9				30.354,73
10	Sistema de Desidratação Mecanizada de Lodo				
10.1	Construção civil				
10.1.1	Edificação com estrutura pré-fabricada em concreto armado, com alvenaria de fechamento e lajes, completa incluindo fundação, instalações elétricas e hidráulicas, caixilhos, pintura, escadas, guarda-corpos, cobertura, etc, exceto instalações do processo de desidratação	m²	150,00	536,67	80.500,50
10.2	Materiais e Equipamentos				

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE ARTEMIS				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
10.2.1	Decanter centrífugo completo, com quadro elétrico, acessórios, adaptadores, etc.	cj	2,00	85.000,00	170.000,00
10.2.2	Materiais e equipamentos diversos para o processo conf. projeto	cj	1,00	108.214,65	108.214,65
10.2.3	Materiais e equipamentos elétricos	cj	1,00	20.930,23	20.930,23
10.3	Montagens				
10.3.1	Montagem de materiais hidráulicos e hidromecânicos	cj	1,00	21.642,93	21.642,93
10.3.2	Montagem de materiais elétricos	cj	1,00	5.232,56	5.232,56
	Subtotal 10				406.520,87
11	Emissário Final				
11.1	Assentamento de Tubulação, Incluindo Escavação, Escoramento, Embasamentos, Reaterro e Fornecimento de Material				
11.1.1	Diâmetro 300 mm - Ferro Fundido	m	5,00	723,43	3.617,15
11.1.2	Diâmetro 300 mm - Concreto Armado A-2	m	219,00	397,14	86.973,66
11.2	Poço de Visita em Aduelas de Concreto (Tubo A-2), Diâmetro 1,50 m				
11.2.1	Profundidade até 2,00 m	un	1,00	1.732,97	1.732,97
	Subtotal 11				92.323,78
12	Unidade de Desinfecção e Pós-Aeração				
12.1	Casa de Cloração				
12.1.1	Construção Civil				
12.1.1.1	Cobertura e paredes divisórias	m²	70,00	161,00	11.270,00
12.1.1.2	Cloradores e instalações complementares, incluindo fornecimento e montagem de materiais e equipamentos	cj	1,00	75.134,16	75.134,16
12.2	Tanque de Contato e Pós-Aeração				
12.2.1	Construção Civil				
12.2.1.1	Alvenaria estrutural com blocos de concreto 19 x 19 x 39, com ferragem e grout, incluindo revestimento interno de impermeabilização	m²	399,60	74,86	29.914,06
12.2.1.2	Concreto armado	m³	83,10	966,01	80.275,43
12.2.2	Materiais e Equipamentos				
12.2.2.1	Aerador superficial de baixa rotação, incluindo fornecimento, montagem e instalações elétricas	cj	1,00	9.713,77	9.713,77
	Subtotal 12				206.307,42
13	Tubulações de Interligação (Inclui Tubos, Conexões, Caixas, Acessórios e Montagem)				
13.1	Tratamento Preliminar - Estação Elevatória de Esgoto Bruto				
13.1.1	Tubulação diâmetro 300 mm, F°F°	m	2,45	736,44	1.804,28
13.2	Estação Elevatória de Esgoto Bruto - Tanques de Aeração				
13.2.1	Tubulação diâmetro 300 mm, F°F°	m	37,00	248,17	9.182,29
13.3	Tanques de Aeração - Unidade de Desinfecção e Pós-Aeração				
13.3.1	Tubulação diâmetro 300 mm, F°F°	m	12,00	248,17	2.978,04
13.4	Tanques de Aeração - Tanque de Homogeneização de Lodo				
13.4.1	Tubulação diâmetro 100 mm, DEF°F°	m	45,50	134,11	6.102,01

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE ARTEMIS				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
13.5	Tanque de Homogeneização - EE de Lodo Homogeneizado				
13.5.1	Tubulação diâmetro 100 mm, DEFºFº	m	2,00	134,11	268,22
13.6	EE de Lodo Homogeneizado - Sistema de Desidratação Mecanizada de Lodo				
13.6.1	Tubulação diâmetro 100 mm, DEFºFº	m	30,00	134,11	4.023,30
13.7	Sistema de Desidratação Mecanizada de Lodo - Rede de Esgotamento				
13.7.1	Tubulação diâmetro 100 mm, DEFºFº	m	10,00	134,11	1.341,10
13.8	Rede de Esgotamento				
13.8.1	Tubulação diâmetro 150 mm, DEFºFº	m	127,50	163,01	20.783,78
13.9	Extravasor do Tanque de Homogeneização de Lodo				
13.9.1	Tubulação diâmetro 100 mm, DEFºFº	m	3,00	134,11	402,33
	Subtotal 13				46.885,35
14	Sistema de Água Potável				
14.1	Reservatório				
14.1.1	Reservatório elevado, metálico, capacidade 50 m³	cj	1,00	45.080,49	45.080,49
14.2	Assentamento de Tubulação, Incluindo Escavação, Escoramento, Embasamentos, Blocos de Ancoragem e Reaterro				
14.2.1	Tubulação diâmetro 100 mm, DEFºFº	m	239,00	30,72	7.342,08
14.2.2	Coluna com registro de engate rápido, diâmetro 50 mm	un	10,00	518,43	5.184,30
	Subtotal 14				57.606,87
15	Casa de Operação				
15.1	Edificação				
15.1.1	Edificação com estrutura em concreto armado, com alvenaria de fechamento e lajes, completa incluindo fundação, instalações elétricas e hidráulicas, caixilhos, pintura e cobertura, exceto materiais e equipamentos do processo	m²	133,80	536,67	71.806,45
15.1.2	Instalações elétricas de processo, completo, incluindo fornecimento de materiais e montagens	cj	1,00	79.534,87	79.534,87
	Subtotal 15				151.341,32
16	Subestação				
16.1	Edificação				
16.1.1	Edificação com estrutura em concreto armado, com alvenaria de fechamento e lajes, completa incluindo fundação, instalações elétricas e hidráulicas, caixilhos, pintura e cobertura, exceto materiais e equipamentos do processo	m²	32,13	536,67	17.243,21
16.1.2	Instalações elétricas de processo, completo, incluindo fornecimento de materiais e montagens	cj	1,00	52.915,91	52.915,91
	Subtotal 16				70.159,12
17	Acesso da ETE				
17.1	Regularização e Revestimento				

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE ARTEMIS				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
17.1.1	Regularização mecanizada de superfície	m ²	1.200,00	0,24	288,00
17.1.2	Revestimento de pavimento com pedrisco	m ³	120,00	38,65	4.638,00
17.2	Serviços Complementares				
17.2.1	Fornecimento de guias	m	400,00	10,20	4.080,00
17.2.2	Assentamento de guias	m	400,00	4,30	1.720,00
	Subtotal 17				10.726,00
18	Urbanização				
18.1	Portões, Cercas, Muros e Alambrados				
18.1.1	Portão de tela	m ²	24,00	282,59	6.782,16
18.1.2	Alambrado	m	850,00	82,70	70.295,00
18.2	Paisagismo				
18.2.1	Plantio de árvores (Grevilha)	un	215,00	25,86	5.559,90
18.3	Sistema Viário da ETE				
18.3.1	Revestimento de pavimento com pedrisco	m ³	456,60	38,65	17.647,59
18.3.2	Fornecimento de guias	m	1.250,00	15,04	18.800,00
18.3.3	Assentamento de guias	m	1.250,00	5,39	6.737,50
18.3.3	Piso de concreto armado	m ²	1.236,25	102,69	126.950,51
	Subtotal 18				252.772,66
	Total				3.746.175,00

1 - Estação Elevatória de Esgoto Bruto da ETE Artemis

1.1 - Dados de Projeto:

- Vazão Mínima (início de plano):

$$Q_i = 19.00 \text{ l/s}$$

- Vazão Máxima (final de plano):

$$Q_f = 45.00 \text{ l/s}$$

- Desnível geométrico (ΔH_g):

$$\text{Cota da chegada do recalque: } C_t = 460.15 \text{ m}$$

$$\text{Cota do NAmín no poço de sucção: } N_{Amín} = 454.90 \text{ m}$$

$$\text{Cota do NAmáx no poço de sucção: } N_{Amáx} = 455.90 \text{ m}$$

$$\Delta H_{gmín} := C_t - N_{Amáx}$$

$$\Delta H_{gmín} = 4.25 \text{ m}$$

$$\Delta H_{gmáx} := C_t - N_{Amín}$$

$$\Delta H_{gmáx} = 5.25 \text{ m}$$

- Extensão da linha de recalque: $L_r = 37.00 \text{ m}$

- Extensão do barrilete: $L_b = 4.00 \text{ m}$

1.2 - Determinação dos Diâmetros da Linha de Recalque e do Barrilete

$$Q := Q_f \quad Q = 45.00 \text{ l/s}$$

$$\phi_b = 300.00 \text{ mm} \Rightarrow V_b := \frac{Q \cdot x \cdot 4}{\pi \cdot \left(\frac{\phi_b}{1000} \right)^2 \cdot 1000} \Rightarrow V_b = 0.64 \text{ m/s}$$

$$0.60 < V_b < 3.00 \therefore \text{OK!}$$

$$\phi_r = 300.00 \text{ mm} \Rightarrow V_r := \frac{Q \cdot y \cdot 4}{\pi \cdot \left(\frac{\phi_r}{1000} \right)^2 \cdot 1000} \Rightarrow V_r = 0.64 \text{ m/s}$$

$$0.60 < V_r < 3.00 \therefore \text{OK!}$$

1.3 - Seleção do Conjunto Motor-Bomba

1.3.1 - Curva Característica do Sistema

1.3.1.1 - Cálculo das Perdas de Carga (ΔH_l)

As perdas de carga serão calculadas pela Fórmula Universal onde:

$k = 2.00 \times 10^{-4}$	(rugosidade uniforme equivalente para tubos de ferro fundido com revestimento interno de argamassa de cimento e areia)
$x = 1.00$	(porcentagem do total de vazão que passa em cada tubo do barrilete)
$y = 1.00$	(porcentagem do total de vazão que passa pelo recalque)

- Perdas de Carga Localizadas (λ_l)

- No Barrilete (λ_b)

Curva de 90°:	Curva de 45°:	Válvula de retenção:	Registro de gaveta:	Ampliação Concêntrica:
$n_1 = 1.00$	$n_2 = 0.00$	$n_3 = 1.00$	$n_4 = 1.00$	$\phi_{saída_da_bomba} = 100.00 \text{ m}$
$j_1 := 0.40$	$j_2 := 0.20$	$j_3 := 2.50$	$j_4 := 0.20$	$j_5 := 0.30 \cdot \left(\frac{\phi_b}{\phi_{saída_da_bomba}} \right)^4$
$K_1 := n_1 \cdot j_1$	$K_2 := n_2 \cdot j_2$	$K_3 := n_3 \cdot j_3$	$K_4 := n_4 \cdot j_4$	$K_5 := n_5 \cdot j_5$
$K_1 = 0.40$	$K_2 = 0.00$	$K_3 = 2.50$	$K_4 = 0.20$	$K_5 = 24.30$

Redução Excêntrica: Redução concêntrica: Tê saída lateral: Tê passagem direta:

$n_6 = 0.00$	$n_7 = 0.00$	$n_8 = 1.00$	$n_9 = 2.00$
$j_6 := 0.00$	$j_7 := 0.00$	$j_8 := 1.30$	$j_9 := 0.60$
$K_6 := n_6 \cdot j_6$	$K_7 := n_7 \cdot j_7$	$K_8 := n_8 \cdot j_8$	$K_9 := n_9 \cdot j_9$
$K_6 = 0.00$	$K_7 = 0.00$	$K_8 = 1.30$	$K_9 = 1.20$

Desta maneira, tem-se:

$$K_b := \sum_{i=1}^9 K_i \quad K_b = 29.90$$

$$\lambda_b(Q) := \frac{K_b \cdot \left[\frac{Q \cdot x}{1000} \cdot \frac{4}{\pi \cdot \left(\frac{\phi_b}{1000} \right)^2} \right]^2}{2 \cdot 9.81}$$

- Na Linha de Recalque (λ_r)

Curva de 90°:	Curva 45°:	Curva 22°30':	Saída de tubulação:
$n_{10} = 5.00$	$n_{11} = 0.00$	$n_{12} = 0.00$	$n_{13} = 1.00$
$j_{10} := 0.40$	$j_{11} := 0.20$	$j_{12} := 0.10$	$j_{13} := 1.00$
$K_{10} := n_{10} \cdot j_{10}$	$K_{11} := n_{11} \cdot j_{11}$	$K_{12} := n_{12} \cdot j_{12}$	$K_{13} := n_{13} \cdot j_{13}$
$K_{10} = 2.00$	$K_{11} = 0.00$	$K_{12} = 0.00$	$K_{13} = 1.00$

Desta maneira, tem-se:

$$K_r := \sum_{i=10}^{13} K_i$$

$$K_r = 3.00$$

$$\lambda_r(Q) := \frac{K_r \cdot \left[\frac{Q \cdot y}{1000} \cdot \frac{4}{\pi \cdot \left(\frac{\phi_r}{1000} \right)^2} \right]^2}{2 \cdot 9.81}$$

- Perdas de Carga Localizadas Totais (λ_t)

$$\lambda_t(Q) := \lambda_b(Q) + \lambda_r(Q)$$

- Perdas de Carga Distribuídas (Δh)

- Perdas de Carga Distribuídas no Barrilete (Δh_b)

$$\Delta h_b(Q) := \frac{8 \cdot f_b(Q) \cdot L_b \cdot \left(\frac{Q \cdot x}{1000} \right)^2}{9.81 \cdot \pi^2 \cdot \left(\frac{\phi_b}{1000} \right)^5} \quad \text{onde:} \quad f_b = \frac{64}{R_b} \quad (R < 2000)$$

$$\frac{1}{(\sqrt{f_b})} = -2 \cdot \log \left(\frac{k}{3.7 \cdot \phi_b} + \frac{2.51}{R_b \cdot \sqrt{f_b}} \right) \quad (R > 5 \times 10^3)$$

- Perdas de Carga Distribuídas no Recalque (Δh_r)

$$\Delta h_r(Q) := \frac{8 \cdot f_r(Q) \cdot L_r \cdot \left(\frac{Q \cdot y}{1000} \right)^2}{9.81 \cdot \pi^2 \cdot \left(\frac{\phi_r}{1000} \right)^5} \quad \text{onde:} \quad f_r = \frac{64}{R_r} \quad (R < 2000)$$

$$\frac{1}{(\sqrt{f_r})} = -2 \cdot \log \left(\frac{k}{3.7 \cdot \phi} + \frac{2.51}{R_r \cdot \sqrt{f_r}} \right) \quad (R > 5 \times 10^3)$$

- Perdas de Carga Distribuída (Δh)

$$\Delta h_t(Q) := \Delta h_b(Q) + \Delta h_r(Q)$$

- Perdas de Carga Totais (ΔH_t)

$$\Delta H_t(Q) := \Delta h_t(Q) + \lambda_t(Q)$$

Logo as curvas do sistema serão:

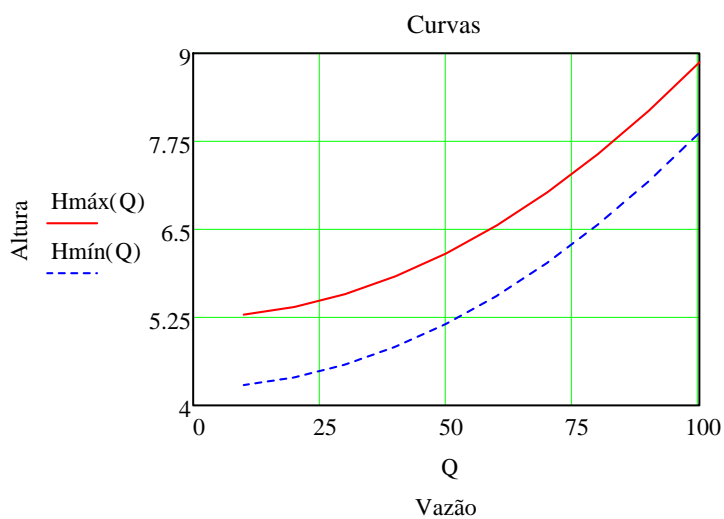
$$H_{\text{máx}}(Q) := \Delta H_{\text{gmáx}} + (\Delta H_t(Q))$$

$$H_{\text{mín}}(Q) := \Delta H_{\text{gmín}} + (\Delta H_t(Q))$$

$$Q := 10, 20 \dots 100$$

$$Q = \quad H_{\text{máx}}(Q) = H_{\text{mín}}(Q) =$$

10.00	5.29	4.29
20.00	5.40	4.40
30.00	5.58	4.58
40.00	5.83	4.83
50.00	6.16	5.16
60.00	6.56	5.56
70.00	7.03	6.03
80.00	7.57	6.57
90.00	8.18	7.18
100.00	8.87	7.87



1.3.2 - Pontos Operacionais do Conjunto Motor-Bomba

Os conjuntos motor-bomba deverão operar dentro dos seguintes pontos operacionais:

$$Q_1 = 45.00 \text{ l/s (3 conjuntos em paralelo)}$$

$$Q_2 = 49.50 \text{ l/s}$$

$$H_{\text{máx}}(Q_1) = 5.99 \text{ m.c.a}$$

$$H_{\text{mín}}(Q_2) = 5.14 \text{ m.c.a}$$

$$\eta_1 = 0.60$$

$$\eta_2 = 0.50$$

$$P_1 := \frac{Q_1 \cdot H_{\text{máx}}(Q_1) \cdot \gamma}{\eta_1 \cdot 1 \cdot 10^6}$$

$$P_2 := \frac{Q_2 \cdot H_{\text{mín}}(Q_2) \cdot \gamma}{\eta_2 \cdot 1 \cdot 10^6}$$

$$P_1 = 4.49 \text{ kW (3 conjuntos em paralelo)}$$

$$P_2 = 5.09 \text{ kW}$$

1.4 - Dimensionamento do Poço de Sucção

1.4.1 - Determinação do Volume Útil (Vu)

Sendo:

$$T = 15.00 \text{ min} \quad Q_b := Q_2 \cdot x \text{ (vazão de bombeamento)} \quad Q_b = 49.50 \text{ l/s}$$

$$V_u := \frac{Q_b \cdot T \cdot 60}{4 \cdot 1000} \quad V_u = 11.14 \text{ m}^3$$

Adotando-se poço com seção circular e com lâmina líquida útil de $\Delta u = 1.00 \text{ m}$,

$$V = \frac{\phi^2 \cdot \pi}{4} \cdot \Delta u = V_u \quad \phi := \sqrt{\frac{4 \cdot V_u}{\Delta u \cdot \pi}} \quad \phi = 3.77 \text{ m}$$

Adota-se $\phi = 4.00 \text{ m}$, logo:

$$V_t := \frac{\phi^2 \cdot \pi}{4} \cdot \Delta u \quad V_t = 12.57 \text{ m}^3 \text{ (Volume total)}$$

$$V_{\text{tub}} := 2 \cdot \Delta u \cdot \left[\frac{\left(\frac{\phi_b}{1000} \right)^2 \cdot \pi}{4} \right] \quad V_{\text{tub}} = 0.14 \text{ m}^3 \text{ (Volume dos tubos)}$$

$$V_{\text{par}} := L_{\text{par}} \cdot \Delta u \cdot 0.15 \quad V_{\text{par}} = 0.53 \text{ m}^3 \text{ (Volume da parede de dissipação)}$$

$$V_{\text{bomb}} := 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 0.20^2}{4} \right) \cdot \Delta u \quad V_{\text{bomb}} = 0.06 \text{ m}^3 \text{ (Volume das bombas)}$$

$$V_{\text{up}} := V_t - V_{\text{tub}} - V_{\text{par}} - V_{\text{bomb}} \quad V_{\text{up}} = 11.83 \text{ m}^3 \quad V_u = 11.14 \text{ m}^3 \quad \mathbf{V_{up} > V_u \text{ OK!}}$$

1.4.2 - Verificação do Tempo de Detenção (Td)

Sendo:

$$\phi = 4.00 \text{ m (diâmetro do poço de sucção)}$$

$$V_e := \frac{\phi^2 \cdot \pi}{4} \cdot \left(\frac{\Delta u}{2} + \Delta m \right) \quad V_e = 18.85 \text{ m}^3 \text{ (Volume efetivo)}$$

$$Q_m := Q_i \quad Q_m = 19.00 \text{ l/s} \quad , \text{tem-se:}$$

$$T_d := \frac{V_e \cdot 1000}{Q_m \cdot 60} \quad T_d = 16.53 \text{ minutos} \quad \mathbf{T_d < 30 \text{ minutos} \therefore \text{OK!}}$$

1.4.3 - Verificação do Número Máximo de Partidas das Bombas (Nmáx)

Para Nmáx, o valor da vazão afluyente deverá ser de:

$$Q_a := \frac{Q_b}{2} \quad (\text{Vazão afluyente crítica na elevatória}) \quad Q_a = 24.75 \text{ l/s}$$

$$N_{\text{máx}} := \frac{3600 \cdot Q_b}{4 \cdot V_{\text{up}} \cdot 1000} \quad Q_b = 49.50 \text{ l/s} \quad V_{\text{up}} = 11.83 \text{ m}^3$$

$$N_{\text{máx}} = 3.77 \frac{\text{partidas}}{\text{hora}} \quad \mathbf{N_{\text{máx}} < 10 \text{ OK!}}$$

ANEXO II - MEMORIAL DE CÁLCULO DA ETE

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS COM PROCESSO DE LODOS
ATIVADOS COM AERAÇÃO PROLONGADA DE FLUXO REVERSÍVEL**

1 - Tratamento Preliminar de Esgotos

1.1 - Escolha da Calha Parshall

Características da calha Parshall:

$$W = 9.000$$

$$k = 0.535$$

$$n = 1.530$$

$$Q_{\text{mín}} = 2.550 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{máx}} = 251.900 \text{ l/s}$$

Sendo

$$Q_p = k \cdot H^n \quad (\text{vazão na calha Parshall} - H \text{ em m e } Q_p \text{ em m}^3/\text{s})$$

tem-se:

$$H = \left(\frac{Q_p}{k} \right)^{\frac{1}{n}}$$

Desta maneira, encontram-se os valores de $H_{\text{mín}}$ e $H_{\text{máx}}$ na calha Parshall:

$$H_{\text{mín}} := \left(\frac{Q_{\text{mín}_i}}{k \cdot 1000} \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$Q_{\text{mín}_i} = 10.000 \text{ l/s} \quad (\text{vazão mínima de início de plano})$$

$$k = 0.535$$

$$n = 1.530$$

Portanto:

$$H_{\min} = 0.074 \text{ m}$$

$$H_{\max} := \left(\frac{Q_{\max_f}}{k \cdot 1000} \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$Q_{\max_f} = 45.000 \text{ l/s (vazão máxima de fim de plano)}$$

$$k = 0.535$$

$$n = 1.530$$

Portanto:

$$H_{\max} = 0.198 \text{ m}$$

1.2 - Cálculo do Rebaixo z

Sendo:

$$\frac{Q_{\min_i}}{Q_{\max_f}} = \frac{H_{\min} - z}{H_{\max} - z}$$

tem-se:

$$z := \frac{Q_{\max_f} \cdot H_{\min} - Q_{\min_i} \cdot H_{\max}}{Q_{\max_f} - Q_{\min_i}}$$

$$z = 0.039 \text{ m}$$

1.3 - Cálculo da Grade

- Características da grade

$$t = 0.005 \text{ m (espessura das barras)}$$

$$a = 0.015 \text{ m (espaçamento entre as barras)}$$

$V_g = 0.800 \text{ m/s}$ (velocidade através da grade - valor adotado)

- Cálculo da eficiência da grade (E)

$$E := \frac{a}{a + t}$$

$$E = 0.750$$

- Área útil da grade (Au)

$$A_u := \frac{Q_{\text{máx}_f}}{V_g \cdot 1000}$$

$$Q_{\text{máx}_f} = 45.000 \text{ l/s (vazão máxima de fim de plano)}$$

$$V_g = 0.800 \text{ m/s}$$

Logo:

$$A_u = 0.056 \text{ m}^2$$

- Área da seção do canal da grade (S)

$$S := \frac{A_u}{E}$$

Portanto:

$$S = 0.075 \text{ m}^2$$

- Largura do canal da grade (b)

$y_{\text{máx}} := H_{\text{máx}} - z$ (altura máxima da lâmina de água no canal da grade)

$$H_{\text{máx}} = 0.198 \text{ m}$$

$$z = 0.039 \text{ m}$$

Portanto:

$$y_{\text{máx}} = 0.159 \text{ m}$$

A largura do canal será:

$$b := \frac{S}{y_{\text{máx}}}$$

$$b = 0.472 \text{ m}$$

Adota-se:

$$b = 0.500 \text{ m}$$

- Determinação do nº de barras (Nb) e nº de espaços (Ne) da grade

$$N_e := \frac{b - t}{a + t}$$

$$N_b := N_e + 1$$

$$a = 0.015 \text{ m}$$

$$t = 0.005 \text{ m}$$

$$b = 0.500 \text{ m}$$

$$N_e = 24.000 \text{ (número de espaços entre barras)}$$

$$N_b = 25.000 \text{ (número de barras)}$$

- Cálculo das velocidades na grade

Sabe-se que:

$$H = \left(\frac{Q}{k} \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$y = H - z$$

$$S = b \cdot y$$

$$A_u = S \cdot E$$

$$V_g = \frac{Q}{A_u}$$

$$V_o = \frac{Q}{S}$$

Portanto:

Vazão (l/s)	H (m)	y (m)	S (m²)	A _u (m²)	V _g (m/s)	V _o (m/s)
10,000	0,074	0,035	0,018	0,014	0,714	0,556
10,000	0,074	0,035	0,018	0,014	0,714	0,556
10,000	0,074	0,035	0,018	0,014	0,714	0,556
19,000	0,113	0,074	0,037	0,028	0,679	0,514
19,000	0,113	0,074	0,037	0,028	0,679	0,514
32,000	0,159	0,120	0,060	0,045	0,711	0,533
32,000	0,159	0,120	0,060	0,045	0,711	0,533
45,000	0,198	0,159	0,080	0,060	0,750	0,563
45,000	0,198	0,159	0,080	0,060	0,750	0,563

- Perda de carga na grade (h)

$$V_g := \frac{Q_{\text{máx_f}}}{1000 \cdot y_{\text{máx}} \cdot b \cdot E}$$

$$V_o := \frac{Q_{\text{máx_f}}}{1000 \cdot y_{\text{máx}} \cdot b}$$

onde:

$$Q_{\text{máx}_f} = 45.000 \text{ l/s}$$

$$y_{\text{máx}} = 0.159 \text{ m}$$

$$b = 0.500 \text{ m}$$

$$E = 0.750$$

Logo:

$$V_g = 0.755 \text{ m/s}$$

$$V_o = 0.566 \text{ m/s}$$

A perda de carga na grade limpa é dada por:

$$h := \frac{V_g^2 - V_o^2}{2 \cdot 9.81} \cdot \frac{1}{0.70}$$

Portanto:

$$h = 0.018 \text{ m (perda de carga na grade limpa)}$$

A perda de carga na grade 50% obstruída é dada por:

$$h := \frac{(2 \cdot V_g)^2 - V_o^2}{2 \cdot 9.81} \cdot \frac{1}{0.70}$$

Portanto:

$$h = 0.143 \text{ m (perda de carga na grade 50% obstruída)}$$

1.4 - Cálculo da Caixa de Areia

- Cálculo da seção transversal (A)

$$A := \frac{Q_{\text{máx_f}}}{1000 \cdot V_{\text{cx_areia}}} \quad (\text{área da seção transversal da cx. de areia})$$

$$Q_{\text{máx_f}} = 45.000 \text{ l/s}$$

$$V_{\text{cx_areia}} = 0.250 \text{ m/s (velocidade de escoamento na caixa de areia)}$$

Portanto:

$$A = 0.180 \text{ m}^2$$

- Largura da caixa de areia (b)

$$b := \frac{A}{y_{\text{máx}}}$$

$$y_{\text{máx}} = 0.159 \text{ m}$$

Portanto:

$$b = 1.132 \text{ m}$$

Adota-se:

$$b = 1.200 \text{ m}$$

- Comprimento da caixa de areia (l)

$$l := 22.5 \cdot y_{\text{máx}}$$

Logo:

$$l = 3.578 \text{ m}$$

Adota-se:

$$l = 5.000 \text{ m}$$

- Taxa de escoamento superficial (Tes)

$$Tes := \frac{Q_{\text{máx_f}} \cdot 86.4}{b \cdot l}$$

$$Tes = 648.000 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia} \quad (600 < Tes < 1300 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia} \quad \therefore \text{ OK!})$$

- Cálculo do rebaixo da caixa de areia

$$T_{\text{areia}} = 0.030 \text{ l/m}^3 \text{ de esgoto (taxa de volume de areia retido na caixa)}$$

$$Q_{\text{méd_f}} = 27.000 \text{ l/s (vazão média de fim de plano)}$$

$$Vol_{\text{areia}} := \frac{T_{\text{areia}} \cdot Q_{\text{méd_f}} \cdot 86.4}{1000} \text{ (volume diário de areia, em m}^3/\text{dia)}$$

Logo:

$$Vol_{\text{areia}} = 0.070 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$H_{\text{areia}} := \frac{Vol_{\text{areia}}}{l \cdot b} \quad (\text{altura de areia acumulada diariamente})$$

$$H_{\text{areia}} = 0.012 \text{ m/dia}$$

Portanto, o intervalo de limpeza da caixa de areia será:

$$\text{Intervalo} := \frac{\text{Rebaixo_cx_areia}}{H_{\text{areia}}}$$

$$\text{Rebaixo_cx_areia} = 0.200 \text{ m (rebaixo da caixa de areia)}$$

$$\text{Intervalo} = 17.143 \text{ dias}$$

2 - Tanque de Aeração (TA)

2.1 - Determinação do Volume do Tanque de Aeração

- Carga orgânica afluyente ao tanque de aeração (DBO_{ta})

$$DBO_{ta} := DBO_f$$

$$DBO_{ta} = 540.000 \text{ kg DBO/dia}$$

- Fator de Carga (f)

$$f = 0.070 \text{ kg DBO/kg SS.dia}$$

- Concentração de SS no tanque de aeração (X)

$$X_t = 3.000 \text{ kg/m}^3$$

- Volume do tanque de aeração (V_{ta})

Sabe-se que:

$$f = \frac{Q_{med} \cdot S_o}{V \cdot X_t} \quad \text{ou} \quad f = \frac{DBO_{ta}}{V_{ta} \cdot X_t}$$

Portanto:

$$V_{ta} := \frac{DBO_{ta}}{f \cdot X_t}$$

$$V_{ta} = 2571.429 \text{ m}^3 \text{ (volume total do tanque de aeração)}$$

2.2 - Sistema de Aeração

- Necessidade de oxigênio (NecO₂)

$$NecO_2 = 2.500 \text{ kg O}_2/\text{kg DBO}$$

$$\text{DBOta} = 540.000 \text{ kg DBO/dia}$$

$$\text{NechO}_2 := \frac{\text{NecO}_2 \cdot \text{DBOta}}{24} \quad (\text{necessidade de O}_2 \text{ por hora})$$

$$\text{NechO}_2 = 56.250 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

- Sistema de aeração com aeradores superficiais

Neste sistema serão empregados aeradores de baixa rotação.

Fator de correção da eficiência de transferência de oxigênio do equipamento (λ)

Sendo dados:

$\alpha = 0.800$ (relação entre a taxa de transferência de O_2 no esgotos e a taxa de transferência de O_2 na água limpa)

$\beta = 1.000$ (relação entre ODsat no esgotos e ODsat na água limpa)

$\text{Cos} = 7.020 \text{ mg/l}$ (ODsat para Temperatura = $30.000 \text{ }^\circ\text{C}$ e
Altitude = 1000.000 m)

$\text{Cta} = 2.000 \text{ mg/l}$ (concentração de OD no TA)

$$\lambda := \left(\frac{\beta \cdot \text{Cos} - \text{Cta}}{9.17} \right) \cdot 1.024^{(\text{Temperatura} - 20)} \cdot \alpha$$

Portanto:

$$\lambda = 0.555$$

Definição dos aeradores

- capacidade de transferência de O_2 de acordo com catálogo de fabricante
(No)

$$\text{No} = 2.200 \text{ kg O}_2/\text{kW.h}$$

ou

$$\text{No} = 1.641 \text{ kg O}_2/\text{cv.h}$$

- capacidade de transferência de O₂ em campo (N)

$$N := N_o \cdot \lambda$$

$$N = 0.911 \text{ kg O}_2/\text{cv.h}$$

- potência necessária (P_{nec})

$$N_{\text{echO}_2} = 56.250 \text{ kg}$$

$$\text{O}_2/\text{h}$$

$$N = 0.911 \text{ kg O}_2/\text{cv.h}$$

$$P_{\text{nec}} := \frac{N_{\text{echO}_2}}{N}$$

$$P_{\text{nec}} = 61.760 \text{ cv (potência necessária total)}$$

Sendo

$$N_{\text{mod_f}} = 1.000 \text{ (número de tanques de aeração na etapa final)}$$

$$N_{\text{aerador}} = 8.000 \text{ (número de aeradores operando simultaneamente por módulo, definido em função da potência e dimensões dos tanques recomendadas para aeradores existentes no mercado)}$$

tem-se:

$$P_{\text{nec_1mod}} := \frac{P_{\text{nec}}}{N_{\text{mod_f}}}$$

$$P_{\text{nec_1mod}} = 61.760 \text{ cv (potência para 1 módulo)}$$

$$P_{\text{aerador}} := \frac{P_{\text{nec_1mod}}}{N_{\text{aerador}}}$$

$$P_{\text{aerador}} = 7.720 \text{ cv (potência de 1 aerador)}$$

Adota-se:

$$P_{\text{aerador}} = 10.000 \text{ cv}$$

2.3 - Dimensões dos Tanques de Aeração

$Hu_{\text{aerador}} = 3.000 \text{ m}$ (profundidade útil do tanque de aeração)

$Naerador = 8.000$ (número de aeradores por módulo)

$Vta = 2571.429 \text{ m}^3$ (volume total dos tanques de aeração)

$$Acel := \frac{Vta}{Hu_{\text{aerador}} \cdot 2}$$

$Acel = 428.571 \text{ m}^2$ (área de 1 célula de aeração em operação
- cada módulo tem 2 células de aeração em operação)

$$Acel = la \cdot la$$

$$la := \sqrt{Acel}$$

$la = 20.702 \text{ m}$ (largura de 1 tanque de aeração)

adota-se:

$la = 20.750 \text{ m}$ (largura de 1 tanque de aeração)

$$ca := la$$

$ca = 20.750 \text{ m}$ (comprimento de 1 tanque de aeração)

2.4 - Verificação da Densidade de Potência (dP)

$Naerador = 8.000$ (número de aeradores em 1 módulo)

$Paerador = 10.000 \text{ cv}$ (potência de 1 aerador)

$la = 20.750 \text{ m}$ (largura de 1 tanque de aeração)

$ca = 20.750 \text{ m}$ (comprimento de 1 tanque de aeração)

$Hu_{\text{aerador}} = 3.000 \text{ m}$ (profundidade útil do tanque de aeração)

$$dP := \frac{Naerador \cdot Paerador \cdot 10^3}{1.341} \cdot \frac{1}{la \cdot ca \cdot Hu_{\text{aerador}} \cdot 2}$$

$$dP = 23.093 \text{ W/m}^3 \quad (\text{OK!})$$

4 - Verificação da Célula de Decantação

No sistema de fluxo reverso, um módulo contém 3 células, sendo 2 aerando e 1 decantando. Considerando que o sistema tem 3 células de iguais dimensões, tem-se:

Sendo dados:

$$Ga = 4.000 \text{ kg SS/m}^2 \cdot \text{h} \quad (\text{taxa de aplicação de SS})$$

$$Adr := \frac{(Q_{\text{méd}_f}) \cdot 3.6 \cdot Xt}{Ga}$$

Tem-se:

$$Adr = 72.900 \text{ m}^2 \quad (\text{área total de decantação requerida})$$

$$Add := ca \cdot la$$

$$Add = 430.563 \text{ m}^2 \quad (\text{área de decantação disponível})$$

$$Add > Adr \therefore \text{OK!}$$

- Verificação da taxa de escoamento superficial resultante (qds)

$$qds := \frac{Q_{\text{méd}_f} \cdot 86.4}{(ca \cdot la)}$$

$qds = 5.418 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ (para $X_t = 3.000 \text{ kg/m}^3$, $qds \leq 24 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia} \therefore \text{OK!}$).

- Verificação da taxa de escoamento dos vertedores de saída (T_{ev})

$$T_{ev} := \frac{Q_{\text{méd}_f} \cdot 3.6}{2 \cdot ca + 2 \cdot la}$$

$$T_{ev} = 1.171 \text{ m}^3/\text{m.h} \quad (T_{ev} \leq 12 \text{ m}^3/\text{m.h} \therefore \text{OK!})$$

5 - Excesso de Lodo

$$\Delta X = 0.600 \text{ kg SS/kg DBO} \quad (\text{excesso de lodo})$$

$$DBO_{ta} = 540.000 \text{ kg DBO/dia} \quad (\text{carga orgânica})$$

$$\Delta X_t := \Delta X \cdot DBO_{ta}$$

$$\Delta X_t = 324.000 \text{ kg SS/dia} \quad (\text{excesso de lodo})$$

- Idade do lodo (θ_c)

$$V_{\text{mod}} := ca \cdot la \cdot 2 \cdot H_{u_aerador}$$

$$V_{\text{mod}} = 2583.375 \text{ m}^3 \text{ (volume efetivo de módulo)}$$

$$X_t = 3.000 \text{ kg/m}^3 \text{ (concentração de lodo no TA)}$$

Portanto:

$$\theta_c := \frac{V_{\text{mod}} \cdot X_t}{\Delta X_t}$$

$$\theta_c = 23.920 \text{ dias} \quad (20 < \theta_c < 30 \text{ dias} \therefore \text{OK!})$$

6 - Desidratação Mecanizada de Lodo - Centrífugas

- Vazão de Lodo Afluente ao Tanque de Homogeneização (Q_1)

Sendo:

$$\Delta X_t = 324.000 \text{ kg SS/dia}$$

$$\%SS_1 = 0.005 \text{ (teor de SS no lodo que chega ao tanque)}$$

$$\rho_1 = 1020.000 \text{ kg/m}^3 \text{ (massa específica do lodo que chega ao tanque)}$$

Tem-se que a vazão de lodo que chega no tanque de homogeneização (Q_1) é:

$$Q_1 := \frac{\Delta X_t}{\%SS_1 \cdot \rho_1}$$

$$Q_1 = 63.529 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Vazão de Lodo Homogeneizado (Q_2) e Vazão de Recirculação (Q_r)

Sendo:

$$\Delta X_t = 324.000 \text{ kg SS/dia}$$

$$\%SS_2 = 0.005 \text{ (teor de SS no lodo que sai do tanque)}$$

$$\rho_2 = 1020.000 \text{ kg/m}^3 \text{ (massa específica do lodo que sai do tanque)}$$

Tem-se que a vazão de lodo que sai do tanque (Q_2) é:

$$Q_2 := \frac{\Delta X_t}{\%SS_2 \cdot \rho_2}$$

$$Q_2 = 63.529 \text{ m}^3/\text{dia} \text{ (vazão que alimenta as centrífugas)}$$

A vazão de recirculação será:

$$Q_r := Q_1 - Q_2$$

$$Q_r = 0.000 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$Q_{\text{cent}} = 4.000 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (vazão de alimentação de 1 centrífuga)}$$

$$\text{Operação} := \frac{Q_2}{Q_{\text{cent}} \cdot 2} \text{ (duas centrífugas operando em paralelo)}$$

$$\text{Operação} = 7.941 \text{ horas/dia (tempo de operação da centrífuga por dia)}$$

- Volume de lodo seco

Admitindo-se captura de sólidos da ordem de 10%, o volume de lodo seco será:

$$V_{\text{lodo seco}} := \frac{(1 - 0.1) \cdot \Delta X_t}{\%SSs \cdot \rho_s}$$

Onde:

$$\%SSs = 0.150 \text{ (teor de SS no lodo "seco")}$$

$$\rho_s = 1060.000 \text{ kg /m}^3 \text{ (peso específico do lodo seco)}$$

Logo:

$$V_{\text{lodo seco}} = 1.834 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Condicionalamento do lodo para secagem

Para condicionalamento do lodo será empregado polieletrólito, cujo consumo será:

- máximo: 6 kg de polieletrólito/1000 kg de SS
- médio: 8 kg de polieletrólito / 1000 kg de SS

Portanto, os consumos diários serão:

$$\text{médio} := \frac{\Delta X_t}{1000} \cdot 6 \quad \text{médio} = 1.944 \text{ kg /dia}$$

$$\text{máximo} := \frac{\Delta X_t}{1000} \cdot 8 \quad \text{máximo} = 2.592 \text{ kg /dia}$$

- Vazão de recirculação de filtrado (Q_r)

A vazão de filtrado, resultante da secagem do lodo (Q_r) será:

$$Q_r := Q_2 - V_{\text{lodo}} \cdot \text{sec}$$

$$Q_r = 61.695 \text{ m}^3/\text{dia}$$

7 - Tanque de Pós-Aeração

- Necessidade de oxigênio ($NecO_2$)

$$NecO_2 = 6.500 \text{ mg O}_2/\text{l}$$

$$Q_f = 45.000 \text{ l/s}$$

$$NechO_2 := \frac{NecO_2}{1000} \cdot Q_f \cdot 3.6 \quad (\text{necessidade de O}_2 \text{ por hora})$$

$$NechO_2 = 1.053 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

- Sistema de aeração com aeradores superficiais

Neste sistema serão empregados aeradores de alta rotação.

Fator de correção da eficiência de transferência de oxigênio do equipamento (λ)

Sendo dados:

$\alpha = 0.800$ (relação entre a taxa de transferência de O_2 no esgotos e a taxa de transferência de O_2 na água limpa)

$\beta = 1.000$ (relação entre OD_{sat} no esgotos e OD_{sat} na água limpa)

$Cos = 7.020 \text{ mg/l}$ (OD_{sat} para Temperatura = $30.000 \text{ }^\circ\text{C}$ e

Altitude = 1000.000 m)

$Cta = 2.000 \text{ mg/l}$ (concentração de OD no TA)

$$\lambda := \left(\frac{\beta \cdot Cos - Cta}{9.17} \right) \cdot 1.024^{(Temperatura-20)} \cdot \alpha$$

Portanto:

$$\lambda = 0.555$$

Definição dos aeradores

- capacidade de transferência de O_2 de acordo com catálogo de fabricante (No)

$$No = 1.641 \text{ kg } O_2/\text{kW.h}$$

ou

$$No = 1.641 \text{ kg } O_2/\text{cv.h}$$

- capacidade de transferência de O_2 em campo (N)

$$N := No \cdot \lambda$$

$$N = 0.911 \text{ kg } O_2/\text{cv.h}$$

- potência necessária (Pnec)

$$NechO_2 = 1.053 \text{ kg } O_2/\text{h}$$

$$N = 0.911 \text{ kg } O_2/\text{cv.h}$$

$$Pnec := \frac{NechO_2}{N}$$

$$Pnec = 1.156 \text{ cv (potência mínima necessária)}$$

8 - Cloração

- Necessidade de Cloro (Ncl)

$$N_{clméd} = 5.000 \text{ mg cl/l}$$

$$N_{clmáx} = 15.000 \text{ mg cl/l}$$

$$Q_f = 45.000 \text{ l/s}$$

$$N_{clméd} := \frac{N_{clméd}}{1000} \cdot Q_f \cdot 3.6$$

$$N_{clméd} = 0.810 \text{ kg Cl/h}$$

$$N_{clmáx} := \frac{N_{clmáx}}{1000} \cdot Q_f \cdot 3.6$$

$$N_{clmáx} = 2.430 \text{ kg Cl/h}$$

**ANEXO III - MEMORIAL DE CÁLCULO DO EMISSÁRIO DE EFLUENTE
TRATADO**

PLANILHA DE CÁLCULO DE CONDUTO LIVRE CIRCULAR								TÍTULO: EMISSÁRIO DE EFLUENTE TRATADO								
								LOCAL: ETE Artemis								
								EMPRESA: PROESPLAN Engenharia LTDA								
Trecho	Extensão (m)	Taxa de Contribuiçã Linear (l/s.km)	Vazão de Contribuiçã do Trecho (l/s)	Vazão Montante (l/s)	Vazão Jusante (l/s)	Ø (mm)	Declividade (m/m)	Cota Terreno (m)	Cota Coletor (m)	Prof. Coletor (m)	Lâmina Líquida (Y/D)	Profundidade Singularidade Jusante (m)	Vi (m/s)	Tensão Trativa (Pa)	Veloc. Crítica (m/s)	Observações
		Inicial - Final	Inicial - Final	Inicial - Final	Inicial - Final			Montante - Jusante	Montante - Jusante	Montante - Jusante	Inicial - Final		Vf (m/s)			
Tanque a PV-01	12,00	0,00 0,00	0,00 0,00	28,50 45,00	28,50 45,00	300	0,0100	458,000 458,000	456,500 456,380	1,50 1,62	0,37 0,48	1,62	1,19 1,34	6,1	5,07	LANÇAMENTO Qi = 28,50 l/s Qf = 45,00 l/s
PV-01 a PV-02	45,00	0,00 0,00	0,00 0,00	28,50 45,00	28,50 45,00	300	0,0100	458,000 458,000	456,380 455,930	1,62 2,07	0,37 0,48	2,07	1,19 1,34	6,1	5,07	
PV-02 a PV-03	100,00	0,00 0,00	0,00 0,00	28,50 45,00	28,50 45,00	300	0,0100	458,000 457,000	455,930 454,930	2,07 2,07	0,37 0,48	2,07	1,19 1,34	6,1	5,07	
PV-03 a PV-04	62,00	0,00 0,00	0,00 0,00	28,50 45,00	28,50 45,00	300	0,0553	457,000 453,000	454,930 451,500	2,07 1,50	0,24 0,30	1,50	2,20 2,49	23,4	4,24	
PV-04 a Lançamento	5,00	0,00 0,00	0,00 0,00	28,50 45,00	28,50 45,00	300	0,1000	453,000 451,000	451,500 451,000	1,50 0,00	0,21 0,26	0,00	2,72 3,09	37,3	3,99	