



CONTRATO 094/15  
AS N°0010

*CIDADE DE DIVINO DE SÃO LOURENÇO*

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO DE DIVINO SÃO  
LOURENÇO**

**VOLUME I – PROJETO  
HIDRÁULICO**

**TOMO A**

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE  
CÁLCULO**

A-064-000-90-5-MD-0002

**ENGESOLO**  
SOLUÇÕES

Dezembro | 2015

Cliente:

**CESAN**  
**COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO**

Codificação ENGESOLO:

**SA\_PR064\_15\_RE\_23\_010\_001\_A**

Codificação CESAN:

**A-064-000-90-5-MD-0002**

Revisão:

**00**

Data de Emissão:

**DEZEMBRO/15**

**SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO E/OU ESTUDOS DE  
CONCEPÇÃO E PROJETOS TÉCNICOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE  
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA GRANDE VITÓRIA E NO INTERIOR DO  
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**AS 010 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE DIVINO DE SÃO  
LOURENÇO**

**VOLUME 1 – PROJETO HIDRÁULICO**

**TOMO A**

**MEMORIAL DESCRITIVO, DE CÁLCULO,  
MANUAL DE OPERAÇÃO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

Emitido por:

**Engesolo Engenharia Ltda.**

Local:

**Vitória-ES**

## **APRESENTAÇÃO**

O presente trabalho é parte integrante do Contrato nº. 094/2015, firmado entre a CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento e a Engesolo Engenharia Ltda., referente à prestação de serviços de consultoria para elaboração e/ou estudos de Concepção, Projetos Técnicos, em Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário na Grande Vitória e no Interior do Estado do Espírito Santo.

Os serviços foram desenvolvidos em consonância com a Autorização de Serviço Nº010/094/2015 para Elaboração do projeto de Implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Divino São Lorenzo.

O projeto é composto dos seguintes documentos:

### **VOLUME I – PROJETO HIDRÁULICO**

TOMO A (A-064-000-90-5-MD-0002) – Memorial Descritivo, de Cálculo, Manual de Operação e Especificações Técnicas.

TOMO B – Desenhos da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e Linha de Recalque.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO .....</b>	<b>7</b>
2.1. SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTOS .....	7
2.2. SISTEMA DE TRATAMENTO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS .....	10
2.2.1. Cargas Orgânicas.....	11
2.2.2. Características do Efluente Tratado.....	11
2.2.3. Etapas de Tratamento .....	11
2.2.4. Subprodutos do Tratamento .....	14
<b>3. MEMORIAL DE CÁLCULO.....</b>	<b>15</b>
3.1. POPULAÇÃO, VAZÃO E EXTENSÃO DE REDE .....	15
3.2. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO EEB A E LINHA DE RECALQUE .....	15
3.3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO .....	19
3.3.1. Gradeamento.....	19
3.3.2. Caixa de Areia .....	25
3.3.3. Calha Parshall .....	27
3.3.4. Caixa de Gordura .....	28
3.3.5. Elevatória de Recirculação de Lodo de Lavagem do BF e Descarte do DS .....	31
3.3.6. Biofiltro para Tratamento de Gases .....	34
3.3.7. Leitões de Secagem .....	35
3.3.8. Emissário Final .....	36
<b>4. MANUAL DE OPERAÇÃO.....</b>	<b>36</b>
4.1. COMENTÁRIOS INICIAIS .....	36
4.2. OPERAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS PARA PARTIDA DOS EQUIPAMENTOS.....	38
4.3. PROCEDIMENTOS PRÉVIOS PARA COLOCAÇÃO EM OPERAÇÃO .....	39
4.4. PRÉ-TRATAMENTO DA ESTAÇÃO.....	40
4.4.1. Grade de Limpeza Manual.....	40
4.4.2. Caixa de Areia .....	40
4.4.3. Caixa de Gordura .....	40
4.4.4. Sistema de Desodorização .....	41
4.5. TRATAMENTO SECUNDÁRIO .....	41
4.5.1. Elevatória de Recirculação .....	41
4.5.2. Reator UASB, BF e DS.....	42
4.6. TRATAMENTO DE LODO .....	42

4.6.1. Leito de Secagem.....	42
<b>5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS .....</b>	<b>43</b>
5.1. VENTOSA PARA ESGOTO.....	43
5.2. REGISTRO DE GAVETA SEDE RESILIENTE COM FLANGES.....	44
5.3. VÁLVULA DE RETENÇÃO COM PORTINHOLA PARA ESGOTO .....	44
5.4. GRADE MANUAL .....	45
5.4.1. Objetivo .....	45
5.4.2. Normas.....	46
5.4.3. Características Técnicas e Construtivas .....	46
5.4.3.1. Condições Locais .....	46
5.4.3.2. Condições Construtivas.....	46
5.4.4. Condições de Operação .....	46
5.4.5. Materiais .....	47
5.4.6. Preparação das Superfícies, Pintura e Proteção .....	47
5.4.7. Inspeções e Testes na Fábrica .....	47
5.5. CALHA PARSHALL .....	47
5.5.1. Objetivo .....	47
5.5.2. Generalidades .....	48
5.5.3. Escopo de Fornecimento .....	48
5.5.4. Normas .....	49
5.5.5. Características Técnicas e Construtivas .....	49
5.5.5.1. Condições Locais .....	49
5.5.5.2. Materiais .....	49
5.5.5.3. Características Construtivas.....	49
5.5.6. Inspeções, Ensaios e Testes .....	50
5.5.6.1. Testes de Fábrica.....	50
5.5.6.2. Testes de Campo .....	50
5.6. TRANSMISSOR DE NÍVEL ULTRA-SÔNICO.....	50
5.6.1. Objetivo .....	50
5.6.2. Características Básicas .....	50
5.6.2.1. Transmissor .....	50
5.6.2.2. Dados do Processo .....	51
5.6.2.3. Materiais de Construção.....	51
5.6.3. Notas Gerais.....	52
5.6.4. Garantias .....	52
5.6.5. Documentos .....	52

5.6.6. Programação .....	52
5.7. CONJUNTO MOTO-BOMBA SUBMERSÍVEL PARA ESGOTO BRUTO .....	53
5.7.1. Introdução .....	53
5.7.2. Características Técnicas do Conjunto .....	53
5.7.3. Disposições Gerais: .....	54
5.8. EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO .....	55
5.8.1. Generalidades .....	55
5.8.2. Escopo de Fornecimento .....	55
5.8.3. Sólidos Sedimentáveis .....	57
5.8.4. Oxigênio dissolvido .....	57
5.8.5. Detector de H <sub>2</sub> S .....	58
5.9. LIMPEZA, PINTURA E PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES .....	59
5.9.1. Aspectos Gerais .....	59
5.9.2. Preparação das Superfícies .....	60
5.9.3. Aplicação da Pintura .....	60
5.9.4. Superfícies Pintadas .....	60
5.9.5. Especificações das Tintas .....	61
5.9.6. Tipo de aplicação .....	61
<b>6. ANEXOS .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>1 RELAÇÃO DE DESENHOS</b>	

## **1. INTRODUÇÃO**

Este Memorial é referente ao projeto hidráulico do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do município de Divino de São Lourenço.

A equipe da Divisão de Projetos (I-DPJ / I-GEP) da CESAN, baseado no projeto hidráulico da empresa contratada Beck de Souza, elaborou a concepção do sistema, que será descrita no item a seguir.

O presente documento se limitou em projetar as instalações da Estação de Tratamento de Esgoto, projetar a Linha de Recalque que sai da Elevatória EEB A e chega na ETE e verificar o dimensionamento da bomba da elevatória EEB A, que foi projetada pela Equipe da Divisão de Projetos (I-DPJ / I-GEP) da CESAN.

## **2. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO**

### **2.1. SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTOS**

A área urbana está englobada em uma única bacia de esgotamento, denominada de Bacia A (figura 1). O sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário do distrito sede do município consiste em rede coletora secundária nos logradouros, os quais descarregarão seus efluentes líquidos em coletores troncos ou interceptores localizados em fundos de vale e em margens de cursos d'água.

Está prevista a implantação de 1 (uma) estação elevatória de esgoto bruto, a EEB A, para inversão de fluxo e reunir todo esgoto gerado em um único ponto de tratamento.

A Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário (ETE) será localizada dentro da área pertencente à prefeitura, com entrada na Rua C. O corpo receptor do efluente tratado será o Rio Veado, o lançamento será feito nas coordenadas geográficas UTM 24k 220457,2604m E e 7717110,4307m N.

Foram necessários 6.648 metros de rede coletora e interceptores.

A tabela 1 demonstra a evolução da vazão de contribuição ao longo do projeto.

**Tabela 1.** Evolução anual da vazão de contribuição.

Ano	População (hab)	Vazões Finais (l/s)	
		Média	Máx Horária
2012	2.041	4,16	6,43
2013	2.057	4,19	6,47
2014	2.073	4,21	6,51
2015	2.090	4,23	6,55
2016	2.106	4,25	6,59
2017	2.122	4,28	6,64
2018	2.139	4,30	6,68
2019	2.156	4,32	6,72
2020	2.172	4,35	6,76
2021	2.189	4,37	6,80
2022	2.206	4,39	6,85
2023	2.224	4,42	6,89
2024	2.241	4,44	6,93
2025	2.258	4,47	6,98
2026	2.276	4,49	7,02
2027	2.294	4,52	7,06
2028	2.312	4,54	7,11
2029	2.330	4,57	7,15
2030	2.348	4,59	7,20
2031	2.366	4,62	7,24

Parâmetros Utilizados:

Consumo per capita: 150 l/hab.dia;

Coefficiente de infiltração: 0,0002 l/s.m;

K1: 1,2;

K2: 1,5;

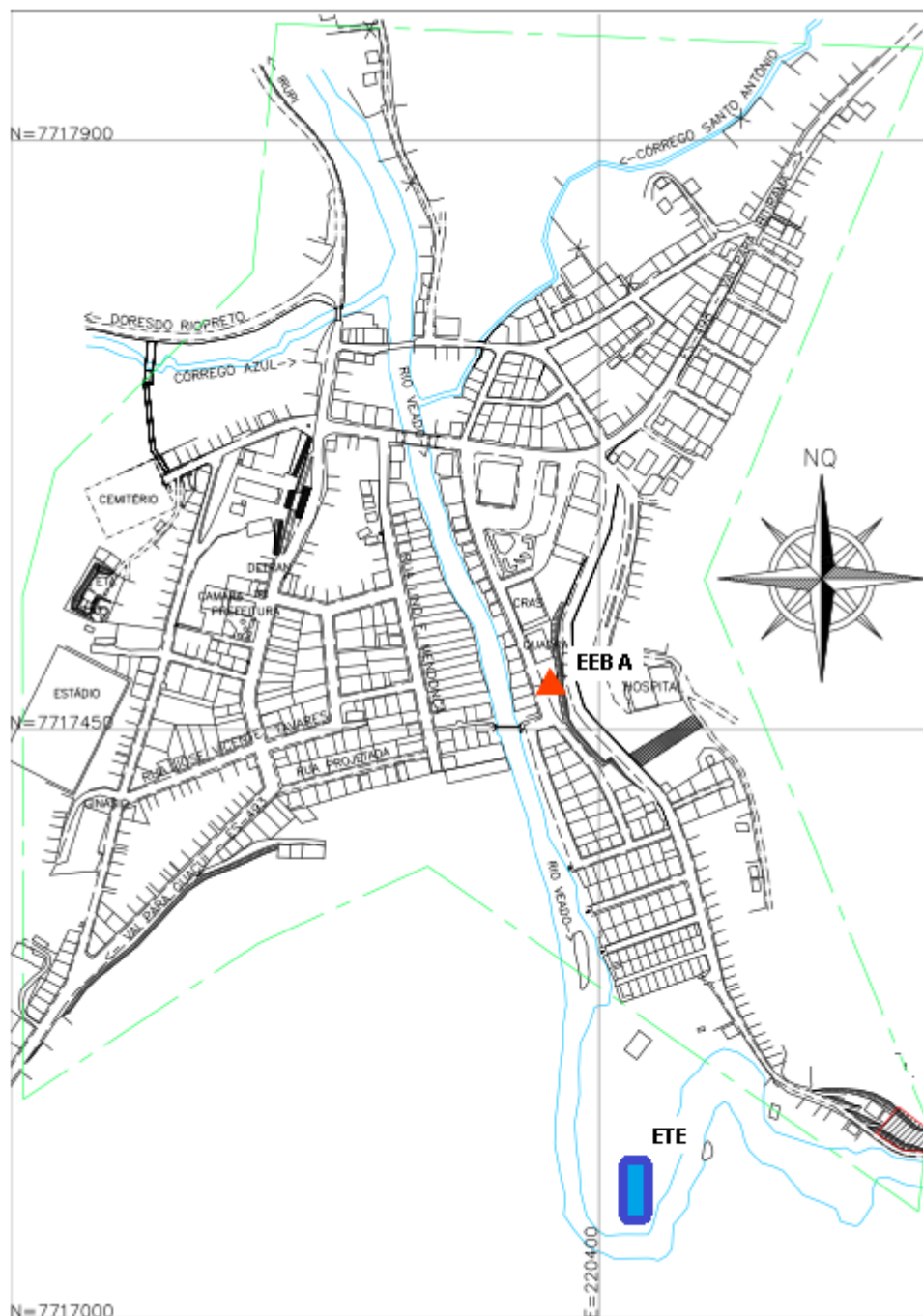
Coefficiente de retorno: 0,8;

Extensão da rede: 6.648 m;

Vazão de infiltração: 1,33 l/s.



A figura 1 mostra divisão de bacias de esgotamento sanitário no município de Divino de São Lourenço.



**Figura 1.** Divisão de Bacias de Esgotamento.

## **2.2. SISTEMA DE TRATAMENTO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS**

Devido o relevo da cidade, seu clima e a falta de área disponível, o sistema de tratamento do esgoto indicado será compacto, composto por um reator de digestão anaeróbia, seguida por um reator aeróbio e um decantador final.

O sistema completo de tratamento será composto pelas seguintes unidades:

Tratamento preliminar:

- Gradeamento;
- Desarenação;
- Medidor de vazão;
- Caixa de gordura.

Tratamento secundário:

- Reator anaeróbio (UASB);
- Reator aeróbio (Biofiltro);
- Decantador final;
- Leito de secagem;
- Casa de Operação.

Esse sistema de tratamento apresenta vantagens em relação aos processos aeróbios convencionais, notadamente quando aplicados em locais de clima quente, como é o caso do presente projeto. Nestas situações, o sistema apresenta as seguintes vantagens:

- Sistema com baixa demanda de área;
- Baixo custo de implantação e operação;
- Baixa produção de lodo;
- Baixo consumo de energia;
- Remoção de matéria orgânica, medida como DBO, da ordem de 90%;
- Lodo excedente digerido e adensado.

### 2.2.1. Cargas Orgânicas

A CESAN não possui dados das características do esgoto bruto de São Roque do Canaã. Para fins de projeto, a concessionária considera DBO do esgoto bruto do município igual a 450 mg/L. Para as demais características foram utilizados valores típicos apresentados na tabela 2.

**Tabela 2.** Características dos esgotos domésticos brutos

Parâmetro	Contribuição per capta (g/hab.dia)		Concentração		
	Faixa	Típico	Unidade	Faixa	Típico
Sólidos Totais	120-220	180	mg/l	700-1350	1100
DBO <sub>5</sub>	40-60	50	mg/l	200-500	350
DQO	80-130	100	mg/l	400-800	700
Nitrogênio Amoniacal	3,5-7	4,5	MgNH <sub>3</sub> -N/l	20-40	30
Coliformes Termotolerantes	-	-	NPM/100ml	-	1x10 <sup>9</sup>

**Fonte:** Adaptado de Von Sperling (1996).

### 2.2.2. Características do Efluente Tratado

Atendendo aos requisitos ambientais vigentes, o efluente da Estação de Tratamento de Esgoto deverá apresentar as seguintes características:

- DBO<sub>5</sub> – redução 90%
- Nitrogênio Amoniacal Total:
  - 3, 7 mg/l N, para pH = 7,5 (esgoto urbano);
  - 2, 0 mg/l N, para 7,5 < pH < 8,0;
  - 1, 0 mg/l N, para 8,0 < pH < 8,5.
- Coliformes termotolerantes < 1000 coliformes /100ml.

### 2.2.3. Etapas de Tratamento

#### 2.2.3.1. Nível 1 – Pré-Tratamento

O pré-tratamento tem o objetivo de reter sólidos mais grosseiros como folhas, galhos, areia, entre outros, protegendo os equipamentos e tubulações e evitando o acúmulo de material inerte nos reatores biológicos. Sendo assim, nesta fase o esgoto passa, primeiramente, por um gradeamento e, na sequência, pela caixa de areia, do tipo canal. Após a caixa de areia o esgoto passa pela calha parshall que mantém o nível nas

unidades anteriores, em seguida o esgoto vai para a caixa de gordura onde é removido a matéria oleosa que fica em suspensão.

O gradeamento é constituído por uma grade média seguida de grade fina, com limpeza manual, onde o material retido é removido periodicamente, devendo ser disposto em aterro sanitário, bem como o material retido na caixa de areia, também de limpeza manual.

O óleo coletado na caixa de gordura ficará acondicionado em tambores, os mesmos deverão ser removidos após completar sua capacidade de armazenamento e dispostos em aterro sanitário.

Após este tratamento preliminar o esgoto é então encaminhado à unidade de tratamento secundário por gravidade.

### **2.2.3.2. Nível 2 – Tratamento Secundário**

Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (UASB)

Neste sistema a matéria orgânica é estabilizada anaerobiamente por bactérias dispersas no reator. Estas bactérias crescem à um nível tal, que acabam por formar uma biomassa (ou manta de lodo). Com o fluxo do esgoto dentro do reator é ascendente, à medida que o esgoto atravessa a manta de lodo, as bactérias então agem sobre a matéria orgânica. Como resultado da degradação anaeróbia da matéria orgânica são formados gases(principalmente metano e gás carbônico).

Como na maioria dos casos, é inviável o lançamento direto de um efluente anaeróbio no corpo receptor, torna-se então necessária a inclusão de uma etapa de pós-tratamento para a aeração do efluente e também para a remoção dos compostos orgânicos remanescentes no efluente anaeróbio, visto que o UASB remove cerca de 70%.

Biofiltro Nitrificante

O biofiltro nitrificante é constituído por um tanque preenchido com material filtrante e aerado artificialmente. O leito filtrante tem a função de servir de meio suporte para as colônias de bactérias, através deste leito esgoto e ar fluem permanentemente, ambos com fluxo ascendente.

O filtro biológico recebe o efluente. Nesta etapa, grande parte da matéria orgânica remanescente é metabolizada aerobiamente, ou seja, com a presença de oxigênio. A principal função dos filtros biológicos aerado nitrificante é a remoção de compostos orgânicos, nitrogênio e amônia, contribuindo para uma eficiência global de remoção de DBO<sub>5</sub> superior a 90%.

O meio filtrante é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico, caracterizando os biofiltros como reatores trifásicos compostos por:

- Fase sólida - constituída pelo meio suporte e pelas colônias de microrganismos que nele se desenvolvem sob a forma de um filme biológico.
- Fase líquida - composta pelo líquido em escoamento através do meio poroso.
- Fase gasosa - formada, principalmente, pela aeração artificial.

O lodo de excesso produzido nos filtros biológicos é removido rotineiramente através de lavagens contra-correntes ao sentido do fluxo, sendo enviado para a elevatória de esgoto bruto, que o encaminhará por recalque ao reator UASB para digestão e adensamento pela via anaeróbia.

A legislação ambiental brasileira tem dado especial atenção à remoção de nutrientes, nitrogênio e fósforo, pela possibilidade de ocasionar eutrofização dos corpos d'água. Nas águas residuárias o nitrogênio pode se apresentar principalmente sob as seguintes formas: Reduzida (Nitrogênio Orgânico (Norg), Nitrogênio Amoniacal ( $\text{N}^-\text{NH}_4^+$ )) ou oxidada (Nitrogênio Nitroso ( $\text{N}^-\text{NO}_2^-$ ) e Nitrogênio Nítrico ( $\text{N}^-\text{NO}_3^-$ )).

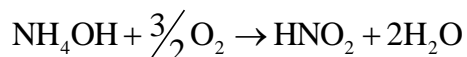
Conhece-se como Nitrogênio de Kjeldahl. (Nkj ou NTK) o conjunto formado pelas formas reduzidas. Já o Nitrogênio Total representa o total das formas, reduzidas e oxidadas.

Os processos de remoção de Nitrogênio podem ser classificados em aqueles que fazem oxidação de  $\text{NH}_4^+$  (em  $\text{N}^-\text{NO}_2^-$  e  $\text{N}^-\text{NO}_3^-$ ) e os que fazem a remoção completa deste nutriente.

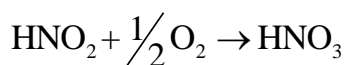
A nitrificação, oxidação biológica do nitrogênio amoniacal, tem como produto final o nitrato, e, como passo obrigatório intermediário, o nitrito.

A primeira etapa, de nitritação, é realizada principalmente pelas bactérias do gênero Nitrosomonas, e em menor participação, Nitrosococcus, Nitrosospora, Nitrosocystis e Nitrosoglea. A Nitratação pode ser realizada pelas bactérias Nitrobacter e Nitrocystis.

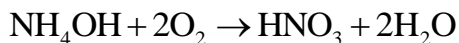
Transformação da amônia em nitritos (Nitrosomonas):



Oxidação de nitritos a nitratos (Nitrobacter):



A reação global da nitrificação é a soma das equações:



Os microrganismos responsáveis pela nitrificação são bactérias autotróficas, que obtém o carbono necessário para seu crescimento da redução do gás carbônico e dos carbonatos presentes no esgoto, sendo a fonte de energia as reações de oxidação da amônia e do nitrito.

#### **2.2.3.3. Nível 3 – Polimento**

O Decantador Secundário é um dispositivo de segurança, para a retenção de partículas de lodo que, por ventura, vierem a se desprender da camada filtrante do biofiltro.

O Decantador Secundário é a unidade em que o efluente tratado é introduzido sob as lâminas paralelas inclinadas que ao escoar entre elas ocorrerá a sedimentação do lodo. O esgoto decantado sai pela parte de cima do decantador, após ser escoado pelas lâminas e é coletado por calhas coletoras.

Essa inclinação assegura a auto-limpeza dos módulos, ou seja, à medida que os lodos vão se sedimentando em seu interior, e aglutinando-se uns aos outros, as maiores massas de lodo que vão se formando, adquirem peso suficiente para se soltarem dos módulos e se arrastarem em direção ao fundo. Dessa forma, os lodos removidos pelo decantador acabam por se precipitarem para o poço de lodo, onde permanecem acumulados até serem removidos através da abertura da descarga de fundo.

#### **2.2.4. Subprodutos do Tratamento**

##### **2.2.4.1. Lodo**

A única fonte de emissão de lodo é o reator UASB. Como neste reator o tratamento do esgoto se dá através da manta de lodo, que se desenvolve continuamente, em intervalos regulares de tempo parte da manta deve ser descartada.

Geralmente, o lodo de excesso produzido é retirado com frequência média de um descarte mensal e o lodo descartado deverá ser disposto em dispositivos para desidratação. A concentração de sólidos totais neste lodo situa-se na faixa de 4 a 6%, devendo atingir valores da ordem de 30% após a desidratação.

O lodo desidratado poderá ainda ser submetido à estabilização e higienização com cal ou pasteurização, adquirindo características de um lodo classe "A".



#### 2.2.4.2. Biogás

Um dos subprodutos da decomposição anaeróbia, que ocorre no reator UASB, é a produção do biogás, composto principalmente por gás metano e dióxido de carbono. Considerando que o metano é muito mais prejudicial ao fenômeno conhecido como efeito estufa (aquecimento global) do que o gás carbônico, uma das alternativas para minimizar este problema é promover a queima deste gás. Este processo de queima transforma o metano em gás carbônico e vapor de água.

Assim, o gás liberado no reator UASB deve ser queimado controladamente nos Queimadores de Biogás, que consistem num sistema de queima de forma constante e de ignição manual, acompanhado de dispositivo de segurança tipo corta-chama.

### 3. MEMORIAL DE CÁLCULO

#### 3.1. POPULAÇÃO, VAZÃO E EXTENSÃO DE REDE

A tabela 3 a seguir apresenta as vazões de contribuição unitárias por bacia. O projeto da rede coletora foi elaborado pela equipe da Divisão de Projetos (I-DPJ / I-GEP) da CESAN.

**Tabela 3.** População, Extensão de Rede e Vazões por Bacia de Esgotamento.

Bacia	População		Extensão de Rede	Vazão de Infiltração (l/s)	Vazões Iniciais (l/s)		Vazões Finais (l/s)	
	Inicial	Final			Média	Máx. Hor.	Média	Máx. Hor.
A	2 041	2 366	6648	1,31	4,16	5,58	4,62	7,24

#### 3.2. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO EEB A E LINHA DE RECALQUE

A EEB A recebe todos os esgotos provenientes da área de projeto (sede do município de Divino São Lourenço) e converge para a estação de tratamento de esgoto.

Essa elevatória foi projetada pela equipe da Divisão de Projetos (I-DPJ / I-GEP) da CESAN para atender a vazão máxima horária de final de plano igual a 7,24 l/s.

Os desenhos A-064-000-91-5-XX-0013 ao A-064-000-91-5-XX-0017 detalham a EEB A, cujas principais características encontram-se na tabela 4.

**Tabela 4.** Características da EEB A.

Elevatória	Vazão de recalque	Diâmetro do poço	Altura útil	N.A. Mínimo
EEB A	7,24 l/s	3,00 m	0,32 m	713,82 m

Sua linha de recalque será em ferro fundido com diâmetro de 100mm.

Para seleção dos conjuntos moto-bombas deverão ser atendidas as características apresentadas no quadro 1.



**Quadro 1.** Características consideradas na seleção do conjunto moto-bomba.

EEB A	Etapa Única – Alcance Ano 2012-2031
Vazão total	7,24 l/s
Cota de terreno na Elevatória	718,30 m
Cota NA mín da Elevatória	713,82 m
Cota NA máx. na linha de recalque	726,30 m
Extensão total do trecho em recalque	476,0 m
Altura geométrica (Hg)	12,48 m
Perda de carga distribuída	5,55 m
Perda de carga localizada	0,26 m
Hman total+ 0,50 m de folga	18,80 m.c.a

O quadro 2 apresenta o cálculo do coeficiente K para determinação da perda de carga localizada no sistema devido às peças do barrilete e da linha de recalque da elevatória.

**Quadro 2.** Cálculo do coeficiente K da perda de carga, barrilete e linha de recalque.

Peças	DN	Quant.	K	K Total
Ampliação gradual	80x150	1	0,3	0,3
Curva 90°	150	1	0,4	0,4
Válvula de Retenção	150	1	2,5	2,5
Válvula Gaveta	150	1	0,2	0,2
Junção	150	2	0,4	0,8
Redução	150x100	1	0,3	0,3
Curva 90°	100	2	0,4	0,8
Curva 45°	100	6	0,2	1,2
Curva de 22°	100	3	0,1	0,3
<b>Total</b>				<b>6,8</b>

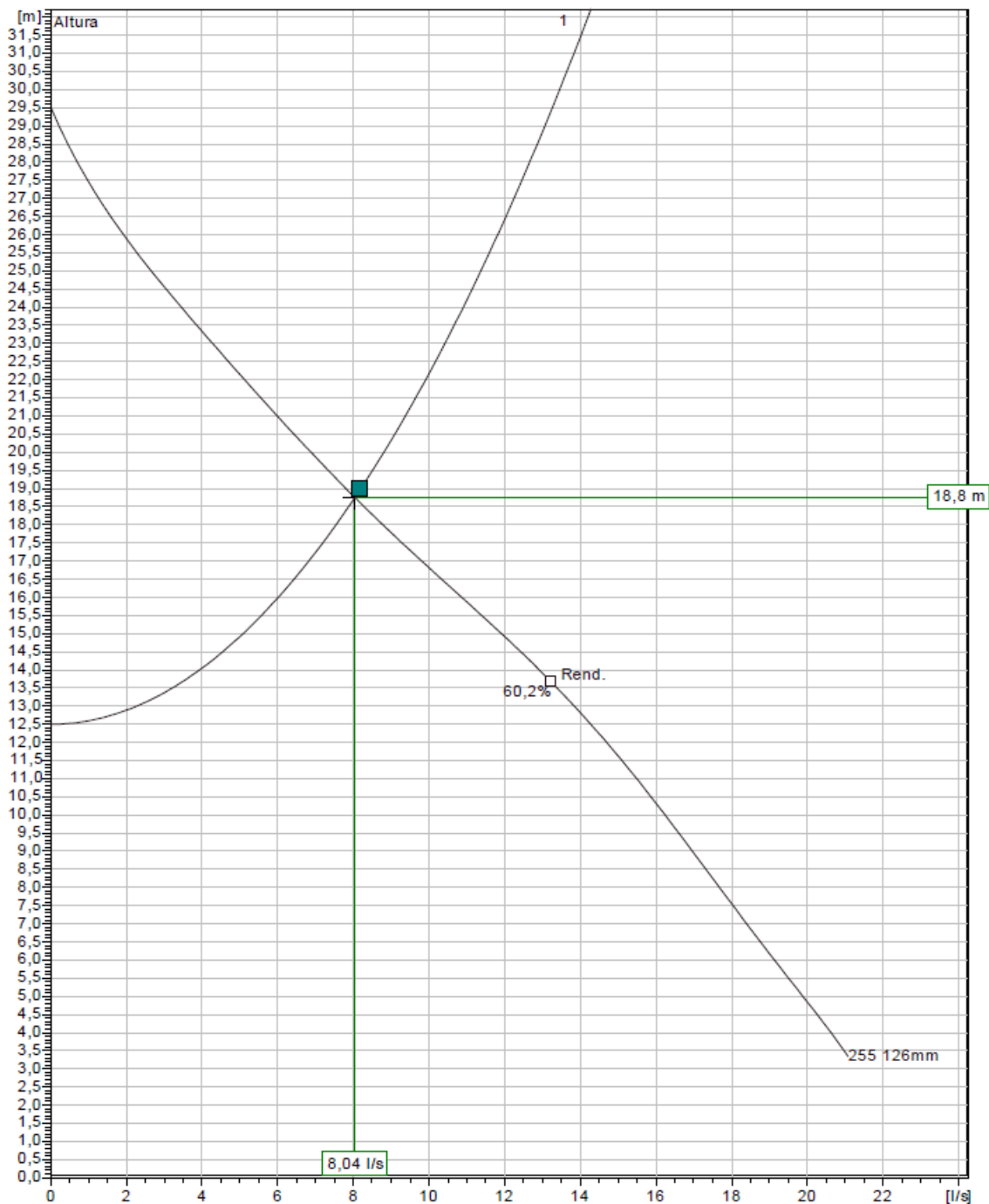
A tabela 5 apresenta os dados para o traçado da curva característica do sistema em etapa única - Ano de Alcance 2031.

**Tabela 5.** Dados para a curva característica.

VAZÃO m³/s	V (m/s)	Hg (m)	Perdas de Carga		HM + 0,5m (mca)
			Hf l	Hf d.	
0,000	0,00	12,48	0,00	0,00	12,98
0,002	0,24	12,48	0,46	0,02	13,46
0,004	0,48	12,48	1,74	0,08	14,80
0,006	0,72	12,48	3,85	0,18	17,01
<b>0,00724</b>	<b>0,87</b>	<b>12,48</b>	<b>5,55</b>	<b>0,26</b>	<b>18,79</b>
0,010	1,20	12,48	10,52	0,50	24,00

0,012	1,44	12,48	15,08	0,72	28,78
-------	------	-------	-------	------	-------

Para o sistema da EEB A poderá ser utilizado o conjunto moto-bomba FLYGT Modelo NP 3085 SH 3, em etapa única - Ano de Alcance 2031 (figura 2).



**Figura 2.** EEB – Ponto de trabalho do conjunto moto-bomba modelo FLYGT NP 3085 SH 3, curva 255.

Nestas condições tem-se o ponto de trabalho para atender as condições da curva do sistema composto por 2 (1+1) conjuntos moto-bombas sendo um reserva, conforme descrição abaixo:

Etapa Única – Ano Alcance 2031

Vazão de Recalque de cada conjunto-moto-bomba (l/s)	8,04
Altura manométrica estimada c/ folga de 0,50 (mca)	18,8
Potência Máxima do Motor	2,98 kW.

### 3.3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Na área da ETE serão dimensionadas as seguintes unidades:

- Gradeamento;
- Caixa de areia;
- Calha parshall;
- Caixa de gordura;
- Estação elevatória de recirculação do lodo;
- Biofiltro (tratamento do ar);
- Leitos de Secagem.

O Tratamento secundário será compacto e deverá ser dimensionado pelo fabricante considerando as características citadas neste relatório.

#### 3.3.1. Gradeamento

Foram adotados dois gradeamentos:

- Gradeamento médio de limpeza manual, com as seguintes características:
  - Espaçamento entre barras (a) = 25 mm;
  - Espessura da barra (t) = 10 mm;
  - Inclinação da barra em relação a horizontal = 60°.
- Gradeamento fino de limpeza manual, com as seguintes características:
  - Espaçamento entre barras (a) = 10 mm;
  - Espessura da barra (t) = 6 mm;

Inclinação da barra em relação a horizontal = 60°.

Cálculo da área útil da grade:

A área útil é determinada a partir da velocidade adotada entre as barras da grade. Nesse cálculo foi adotada uma velocidade através de grade igual a 0,9 m/s. Assim:

$$A_u = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v}$$

Onde:

$A_u$ : área útil (m<sup>2</sup>);

$Q_{m\acute{a}x}$ : vazão máxima afluente (m<sup>3</sup>/s);

$v$ : velocidade através da grade (m/s).

Dessa forma, tem-se:

Área útil da grade média:

$$A_{u\text{média}} = 0,01 \text{ m}^2$$

Área útil da grade fina:

$$A_{u\text{fina}} = 0,01 \text{ m}^2$$

Eficiência da grade:

$$E = \frac{a}{(a + t)}$$

Onde:

E: eficiência da grade;

a: abertura da grade (mm);

t: espessura da barra da grade (mm).

Então, para grade média temos:

$$E (\text{média}) = 0,71$$

Para a grade fina temos:

$$E (\text{fina}) = 0,63$$

Área total:

$$A = \frac{A_u}{E}$$

Onde:

A: área total (m²);

Au: área útil (m²);

E: eficiência da grade.

Então, para a grade média temos:

$$A \text{ (média)} = 0,02 \text{ m}^2$$

E para a grade fina:

$$A \text{ (fina)} = 0,01 \text{ m}^2$$

Altura da lâmina d'água antes do rebaixo:

$$h_{m\acute{a}x} = H_{m\acute{a}x} - Z$$

Onde:

hmáx: altura máxima da lâmina d'água antes do rebaixo (m);

Hmáx: altura máxima da lâmina d'água (m);

Z: altura do rebaixo antes do medidor Parshall (m).

Então:

$$Z = 0,03 \text{ m}$$

Largura do canal:

$$b = \frac{A}{h_{m\acute{a}x}}$$

Onde:

b: largura do canal (m);

A: área total (m²);

hmáx: altura máxima da lâmina d'água antes do rebaixo (m).

Obtém-se então, para a grade média:

$$B \text{ (média)} = 0,18 \text{ m}$$

Para a grade fina, temos:

$$B \text{ (fina)} = 0,14 \text{ m}$$

Foi adotado um canal de 0,40 m de largura para ambas as grades.

Verificação das velocidades:

Segundo a ABNT NBR 12209:2011, a velocidade através da grade deverá estar entre 0,6 m/s e 1,2 m/s.

As velocidades calculadas na grade média e grade fina estão apresentadas nas tabelas 6 e 7, respectivamente.

**Tabela 6.** Cálculo da velocidade através da grade média.

Vazão (m3/s)		Altura (m) $h = H - Z$	Área (m2) $A = b \times h$	Área útil (m2) $A_u = A \times E$	Velocidade (m/s) $v = Q/A_u$
Mínima	0,003	0,04	0,02	0,01	0,27
Média	0,005	0,06	0,02	0,02	0,26
Máxima	0,007	0,09	0,04	0,03	0,27

**Tabela 7.** Cálculo da velocidade através da grade fina.

Vazão (m3/s)		Altura (m) $h = H - Z$	Área (m2) $A = b \times h$	Área útil (m2) $A_u = A \times E$	Velocidade (m/s) $v = Q/A_u$
Mínima	0,01	0,05	0,03	0,02	0,31
Média	0,02	0,11	0,05	0,03	0,30
Máxima	0,03	0,16	0,08	0,05	0,31

Embora a velocidade calculada esteja abaixo de 0,6 m/s, optou-se em manter o canal com 0,4m de largura. Canais de gradeamento com largura muito pequena, dificultam a limpeza e manutenção das grades.

**ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.**

Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210  
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399  
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - [www.engesolo.com.br](http://www.engesolo.com.br)



Cálculo da perda de carga na grade:

A perda de carga é calculada pela equação a seguir, considerando uma obstrução máxima de 50%.

$$h_f = \frac{1,43 \times (v_0^2 - v^2)}{2 \times g}$$

Onde:

$h_f$ : perda de carga na grade (m);

$v_0$ : velocidade através da grade correspondente à vazão máxima (m/s) –  $v_0 = 2 \times v_{máx}$ ;

$v$ : velocidade a montante da grade (m/s) –  $v = v_{máx} \times E$ ;

$g$ : aceleração da gravidade (9,8 m/s<sup>2</sup>).

Obtém-se assim, para a grade média:

$$H_f (\text{média}) = 0,02 \text{ m}$$

Para a grade fina:

$$H_f (\text{fina}) = 0,03 \text{ m}$$

### 3.3.2. Caixa de Areia

Os seguintes dados são considerados para o dimensionamento do desarenador:

- Vazão máxima de esgoto afluente ( $Q_{máx}$ ) = 7,24 l/s;
- Velocidade média de escoamento máxima para a seção transversal = 0,30 m/s;
- Velocidade máxima de escoamento máxima para a seção transversal = 0,40 m/s.

Largura do desarenador:

Considerando-se uma velocidade de escoamento de 0,30 m/s na caixa de areia, tem-se:

$$b = \frac{Q_{máx}}{v \times h_{máx}}$$

Onde:

b: largura do desarenador (m);

Q<sub>máx</sub>: vazão máxima afluente (m<sup>3</sup>/s);

v: velocidade de escoamento no desarenador, 0,30 m/s;

h<sub>máx</sub>: altura máxima da lâmina d'água antes do rebaixo (m).

Dessa forma, obtém-se:

$$b = 0,26 \text{ m.}$$

Foi adotado b = 0,50 m.

Comprimento do desarenador:

$$L = 22,5 \times h_{\text{máx}}$$

Onde:

L: comprimento do desarenador (m);

h<sub>máx</sub>: altura máxima da lâmina d'água antes do rebaixo (m).

Obtém-se assim:

$$L = 2,11 \text{ m.}$$

Foi adotado L = 1,00 m.

Verificação das velocidades, conforme tabela 8.

**Tabela 8.** Cálculo da velocidade na caixa de areia.

Vazão (m3/s)		Altura (m) h = H – Z	Área (m2) A = b × h	Velocidade (m/s) v = Q/A
Média	0,003	0,04	0,02	0,2
Máxima diária	0,005	0,06	0,02	0,2
Máxima horária	0,007	0,09	0,04	0,2

As velocidades de escoamento nos desarenadores estão entre 0,20 m/s e 0,40 m/s.

Taxa de Aplicação Superficial:

$$T_x = \frac{Q}{A}$$

Onde:

$T_x$  = taxa de escoamento superficial ( $m^3/m^2.d$ );

$Q$  = vazão média ( $m^3/d$ );

$A$  = área superficial ( $m^2$ ).

Dessa forma obtém-se:

$$T_x = 720 m^3/m^2 . d$$

Foram adotados dois canais desarenadores com as seguintes características:

Remoção manual de areia

- Largura = 0,5 m;
- Comprimento = 1,0 m;
- Profundidade = 0,50 m.

Descarga da caixa de areia:

$$T = 0,74 A/S (h)^{1/2}$$

Onde:

$A$  = área =  $0,5 \times 1,0 = 0,50 m^2$

$h$  = altura útil = 0,59 m

$T$  = tempo de descarga

$S$  = área da tubulação de descarga.

Adotando  $D = 100 mm \rightarrow S = 0,00785 m^2$

$$T = 0,74 \times 0,5 \times (0,59)^{1/2} / 0,00785$$

$$T = 14,0 \text{ seg.}$$

### 3.3.3. Calha Parshall

Calha Parshall 3"  $w = 176 mm$

$$H_0 = (Q/(2,2 \times w))^{(2/3)}$$

Onde:

Q= vazão em m<sup>3</sup>/s;

H<sub>0</sub> = altura do nível d'água no ponto 0 em metro;

w = largura da garganta em metro.

Para Q<sub>máx.</sub> = 0,00724 m<sup>3</sup>/s, temos:

$$H_0 = (0,00724 / (2,2 \times 0,076))^{(2/3)}$$

$$H_{máx.} = 0,12 \text{ m}$$

Para Q<sub>min.</sub> = 0,003 m<sup>3</sup>/s, temos:

$$H_0 = (0,003 / (2,2 \times 0,076))^{(2/3)}$$

$$H_{min.} = 0,07 \text{ m.}$$

A calha parshall deverá ser construída com rebaixo de Z metros:

$$Q_{min.} / Q_{max} = (H_{min} - Z) / (H_{max} - Z)$$

$$0,003 / 0,00724 = (0,07 - Z) / (0,12 - Z)$$

$$Z = 0,03 \text{ m.}$$

### 3.3.4. Caixa de Gordura

Considerando um tempo de detenção de 5 minutos (UNESC e NUNES), determina-se o volume útil por:

$$V_u = \frac{Q_{máx}}{\theta}$$

Onde:

V<sub>u</sub>: volume útil (m<sup>3</sup>);

Q<sub>máx</sub>: vazão máxima afluyente (m<sup>3</sup>/s);

θ: tempo de detenção hidráulico (s).

Obtendo-se:

$$V_u = 2,7 \text{ m}^3$$

Cálculo da área superficial:

Considerando-se uma taxa de 325,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia (média entre dados fornecidos por GONÇALVES, UNESC e NUNES), determina-se a área superficial por:

$$A = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{Tx}$$

Onde:

A: área superficial (m<sup>2</sup>);

Q<sub>máx</sub>: vazão máxima afluente (m<sup>3</sup>/s);

Tx: taxa de escoamento superficial (345,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia).

Obtendo-se a seguinte área:

$$A = 1,1 \text{ m}^2$$

Cálculo das dimensões

$$L \times b = A$$

Onde:

L: comprimento da caixa de gordura (m);

b: largura da caixa de gordura (m);

A: área da caixa de gordura (m<sup>2</sup>).

Considerando uma relação comprimento / largura de 1,2, obtém-se:

$$b = 1,0 \text{ m, adotado } b = 1,0 \text{ m}$$

$$L = 1,2 \text{ m, adotado } L = 1,5 \text{ m}$$

A altura útil é dada por:

$$h_u = \frac{V_u}{A}$$

Onde:

h<sub>u</sub>: altura útil (m);

V<sub>u</sub>: volume útil (m<sup>3</sup>);

A: área da caixa de gordura (m<sup>2</sup>);

Desse modo, obtém-se:

$$h_u = 1,8 \text{ m}$$

### 3.3.5. Elevatória de Recirculação de Lodo de Lavagem do BF e Descarte do DS

Esta elevatória receberá o efluente de lavagem do Biofiltro e de descarte do Decantador Secundário e encaminhará para a caixa final do tratamento preliminar. Também receberá a drenagem do leito de secagem.

Para fins de dimensionamento foram utilizados os valores de referencia de uma estação de tratamento com capacidade de 5,0l/s (vazão média). Nessa condição teremos três descartes diários com volume de 5,7,0 m<sup>3</sup> cada.

Para o volume de 5,7m<sup>3</sup> foi dimensionado um poço de sucção com diâmetro de 2,0 m e altura útil de 1,81 m.

Para a vazão de recalque de 3,5l/s, o poço ficará vazio em 27 minutos.

É importante ressaltar que os descartes deverão ser feitos, preferencialmente, fora do horário de pico de chegada de esgoto bruto na ETE. O Intervalo entre os descartes não deverá ser menor que o tempo de esvaziamento do poço de sucção.

Verificação do Diâmetro econômico do recalque – Fórmula de Bresser:

$$D = K * Q^{1/2}, \quad K = 1,1 \quad \text{e} \quad Q = 3,5 \text{ l/s}$$

$$D \text{ calculado} = 0,06\text{m} \quad D \text{ adotado} = 0,080 \text{ m}$$

$$\text{Velocidade} = 0,70 \text{ m/s}$$

A tubulação de recalque será ferro fundido no diâmetro DN 80 mm com aproximadamente 27,0 metros.

Para seleção dos conjuntos moto-bombas deverão ser atendidas as características apresentadas no quadro 3.

**Quadro 3.** Características consideradas na seleção do conjunto moto-bomba.

<b>EEB</b>	<b>Etapa Única – Alcance Ano 2011-2041</b>
<b>Vazão total</b>	3,50 l/s
<b>Cota de terreno na Elevatória</b>	718,5 m
<b>Cota NA mín da Elevatória</b>	715,19 m
<b>Cota NA máx. na linha de recalque</b>	725,84 m
<b>Extensão total do trecho em recalque</b>	27,0 m
<b>Altura geométrica (Hg)</b>	10,65 m
<b>Perda de carga distribuída</b>	0,28 m
<b>Perda de carga localizada</b>	0,17 m
<b>Hman</b>	11,30 m.c.a

O quadro 4 apresenta o cálculo do coeficiente K para determinação da perda de carga localizada no sistema devido às peças do barrilete e da linha de recalque da elevatória.

**Quadro 4.** Cálculo do coeficiente K da perda de carga. Barrilete e linha de recalque.

<b>Peças</b>	<b>DN</b>	<b>Quant.</b>	<b>K</b>	<b>K Total</b>
Ampliação gradual	dnx80	1	0,3	0,3
Curva 90°	80	2	0,4	0,8
Curva 45°	80	3	0,2	0,6
Válvula de Retenção	80	1	2,5	2,5
Válvula Gaveta	80	1	0,2	0,2
Tê de saída lateral	80	1	1,3	1,3
Tê de passagem direta	80	2	0,6	1,2
<b>Total</b>				<b>6,9</b>

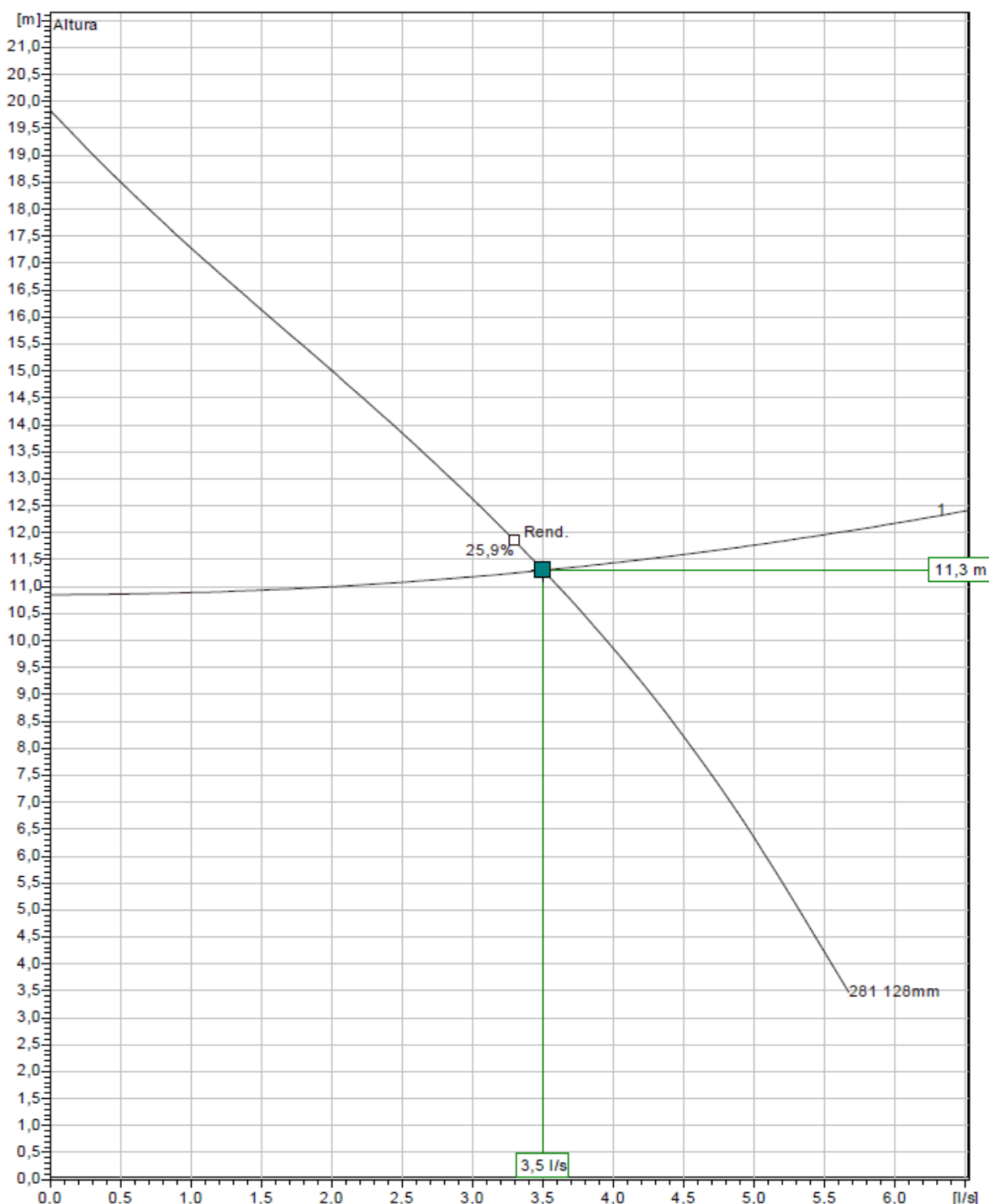
A tabela 9 apresenta os dados para o traçado da curva característica do sistema em etapa única - Ano de Alcance 2031:

**Tabela 9.** Dados para a curva característica.

<b>VAZÃO m³/s</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Hg (m)</b>	<b>Perdas de Carga</b>		<b>HM (mca)</b>
			<b>Hf l</b>	<b>Hf d.</b>	
0,000	0,00	10,85	0,00	0,00	10,85
0,001	0,20	10,85	0,03	0,01	10,89
0,002	0,40	10,85	0,10	0,06	11,01
<b>0,0035</b>	<b>0,70</b>	<b>10,85</b>	<b>0,28</b>	<b>0,17</b>	<b>11,30</b>
0,004	0,80	10,85	0,37	0,22	11,44
0,005	0,99	10,85	0,57	0,35	11,77
0,006	1,19	10,85	0,82	0,50	12,17



Para o sistema da EEB poderá ser utilizado o conjunto moto-bomba FLYGT Modelo DP 3068 LT 3, em etapa única - Ano de Alcance 2031 (figura 3).



**Figura 3.** EEB – Ponto de trabalho do conjunto moto-bomba modelo FLYGT DP 3068 LT 3, curva 281.

Nestas condições tem-se o ponto de trabalho para atender as condições da curva do sistema composto por 2 (1+1) conjuntos moto-bombas sendo um reserva, conforme descrição a seguir.

Etapa Única - Ano Alcance 2031

Vazão de Recalque de cada conjunto-moto-bomba (l/s)	3,50
Altura manométrica (mca)	11,3
Potência Máxima do Motor	2,01 kW

### 3.3.6. Biofiltro para Tratamento de Gases

A unidade de biofiltro será instalada para tratamento dos gases sulfídrico e amônia, provenientes do esgoto bruto no tratamento preliminar, com o intuito de eliminar possível odor durante a operação do sistema.

Para desenvolvimento de projetos de Biofiltros devem ser levados em conta o tipo e composição do material composto, a porosidade, a distribuição do gás na camada filtrante, a manutenção da umidade e controle da temperatura dentre os mais importantes.

Foi considerado o seguinte volume para tratamento:

- Volume total do tratamento preliminar = 4,0 m<sup>3</sup>

Considerando uma taxa de renovação de ar de 5 vezes por hora teremos o volume a ser tratado a 4,0 m<sup>3</sup> x 5 renovações/h = 20 m<sup>3</sup>/h.

Taxa de aplicação adotada = 95 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h

Altura da camada filtrante selecionada = 1,00 m (0,30 de material inerte na primeira camada e 0,70 de material composto na segunda camada).

Calculo da área de filtragem = 20/95 = 0,21 m<sup>2</sup>.

Tempo de residência em vazio =  $V_f / Q = 0,21 / 20 = 0,010 / h \times 3600s = 37,89s$ .

Portanto > 30s atende aos requisitos.

Dimensões do biofiltro adotado:

Ø = 1,50 metros

Altura do leito filtrante = 1,00 metro

Característica do equipamento de exaustão:

- VAZÃO .....150,55 m<sup>3</sup>/h;

- PRESSÃO.....300 mmCA;
- MOTOR..... 2,0 cv;
- ROTAÇÃO.....3.500 rpm;
- ROTOR.....Tipo Radial;
- TRANSMISSÃO.....Direta através do eixo do motor;
- SUCÇÃO.....Ø 105 mm;
- DESCARGA.....Ø 88 mm.

### 3.3.7. Leitos de Secagem

Os leitos de secagem foram dimensionados para desaguoamento do lodo proveniente dos reatores anaeróbios, considerando-se um tempo de secagem do lodo de 15 dias e um tempo de limpeza de 6 dias, tem-se um ciclo de 21 dias para os leitos de secagem.

Adotou-se como referencia a vazão de lodo diária produzida nos reatores da empresa SANEVIX. Segundo a Eng. Flávia Vitoi a produção de lodo para a unidade com capacidade para vazão média de 5 l/s é de 0,74 m³ por dia.

Assim, adotando-se uma taxa de aplicação de sólidos de 15 kg/m², a área mínima do leito é dada por:

$$A = \frac{P_{\text{total de lodo}} \times 21 \text{ dias}}{T_{AS}}$$

$$A = \frac{0,74 \times 21}{15}$$

$$A = 41,44 \text{ m}^2$$

A lâmina d'água de lodo nos leitos será de:

$$h = \frac{Q_{\text{lodo}} \times 21 \text{ dias}}{A}$$

$$h = 0,375 \text{ m}$$

Adotando-se a área do leito  $A = 50,0 \text{ m}^2$ , temos:

$$h = 0,311 \text{ m}$$

Sendo a altura máxima permitida pela NBR 12.209/11 de 0,35m.

Foi adotada área do leito = 50,00 m<sup>2</sup>

Sendo assim, foram adotados 2 células de 5 m x 5 m, cada.

### **3.3.8. Emissário Final**

O emissário final de esgoto tratado partirá do medidor de vazão e seguirá por gravidade até o ponto de lançamento no Rio Veado. Sua extensão será de 14,46 metros em PVC – DN 150 mm.

## **4. MANUAL DE OPERAÇÃO**

### **4.1. COMENTÁRIOS INICIAIS**

Esse documento tem por objetivo delinear os princípios norteadores das operações, atividades, procedimento e principalmente a postura face à colocação em operação da Estação de Tratamento de Esgoto de Divino São Lorenzo. As recomendações contidas nesses procedimentos não se sobrepõem às instruções dos supervisores dos fornecedores e/ou às instruções contidas nos Manuais de Operação e Manutenção dos Equipamentos por eles fornecidos, portanto ANTES de iniciar os testes.

O critério mais importante na operação de qualquer planta é da Segurança e Higiene no Trabalho, na fase pré-operacional e de início de operação esse critério deve ser encarado como mandatório e sua aplicação deve ser encarada como fase educacional. É importantíssimo que as equipes de operação e de manutenção tenham recebido treinamento teórico e se possível prático em planta semelhante, se isso não for possível, pelo menos tenham noções mínimas de operação em equipamentos semelhantes. Para sucesso da operação tanto inicial como após o “recebimento das chaves” é mandatório o comprometimento dos níveis gerencias e de direção.

Para iniciar a operação de qualquer unidade de produção é necessária a limpeza das unidades componentes, a verificação da conformidade das instalações elétricas e de instrumentação aos requisitos do projeto. Os controles e instrumentos devem estar calibrados e ajustados, bem como os equipamentos eletromecânicos. Estes cuidados podem não ser suficientes para uma boa operação SE as equipes de operação e

manutenção não estiverem adequadamente treinadas, tanto nas operações como na segurança pessoal e dos equipamentos.

**ATENÇÃO:**

***A equipe de Higiene e Segurança no trabalho deve analisar as tarefas componentes das operações, elaborando a Análise de Risco na Tarefa, ANTES que se iniciem as tarefas e definir os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e eventuais contramedidas para as situações de risco***

#### **4.2. OPERAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS PARA PARTIDA DOS EQUIPAMENTOS**

Ao término da construção civil das unidades constituintes as unidades devem ser limpas, deverá ser removido qualquer material estranho da área e testá-las quanto à estanqueidade das unidades. As tubulações após sua instalação devem ser limpas e sopradas para eliminação de qualquer material que possa ter sido deixado durante sua montagem. Os cabos condutores de energia elétrica e aqueles destinados à instrumentação e controle devem estar conectados aos pontos determinados e os conduites não devem ter cantos vivos que possam cortar seus isolamentos. Os conduites de reserva estarão com suas extremidades tapadas por “plugs” adequados.

Enquanto são feitas essas verificações das condições acima para entrega para o pré-teste, deve ser providenciada a calibração de toda instrumentação requerida.

A calibração da instrumentação de controle e supervisão segue normas internacionais consagradas que não estão no âmbito do presente relatório; além disso, os manuais de manutenção dos instrumentos trazem o procedimento a ser seguido para calibração. Antes da calibração é importante que as conexões elétricas sejam verificadas de forma a estarem compatíveis com os esquemas de ligação. Essa calibração inclui os manômetros (PI), termômetros colocados na sucção e/ou descarga de bombas e tubulações de entrada e saída de equipamentos, bem como indicadores/controladores de vibração colocados em mancais e carcaças.

Para calibração de instrumentos de análises químicas esta além de seguir os métodos indicados pelos fornecedores deverá empregar soluções padrão também fornecidas por eles. No laboratório de análises serão preparadas as soluções químicas necessárias às análises.

As conexões elétricas deverão ser verificadas se estão conforme os esquemas elétricos, quando possível o motor elétrico deve ser conectado à fonte e desacoplado do equipamento que aciona ligado para verificar o sentido de rotação, se necessário a

conexão deve ser refeita. Os cabos de condução de energia devem ser verificados à falha a terra.

Equipamentos rotativos, alternativos ou não devem ter seu alinhamento verificado e as tolerâncias respeitadas. É importante que seja verificado também o alinhamento entre os equipamentos e as tubulações, de forma a que não sejam transmitidos esforços das tubulações para os equipamentos, em hipótese alguma se deve empregar o aperto dos parafusos de flanges para ajustar esse alinhamento.

Os mancais devem ser lubrificados e os reservatórios de óleo lubrificante devem ser cheios. As válvulas, mesmo as motorizadas, devem ser lubrificadas e abertas totalmente e em seguida fechadas, nessa operação se deve verificar a facilidade de abertura e fechamento; havendo dificuldades ou emperramento deverão ser desmontadas e verificadas. É importante notar que nessa fase as válvulas motorizadas serão acionadas manualmente, com os motores desligados, nessa operação se deve verificar a abertura e fechamento das chaves limites de proteção.

#### **4.3. PROCEDIMENTOS PRÉVIOS PARA COLOCAÇÃO EM OPERAÇÃO**

Nas áreas de processo da ETE lembrar que o esgoto sanitário carrega vetores de diversas doenças nunca fumar, comer ou ingerir líquidos. Após cumprimento de tarefas nessa área lavar as mãos com detergente e após enxágüe-as com solução de álcool iodado!

Após as providências enunciadas no item anterior e com os equipamentos e tubulações limpos e alinhados se pode iniciar o pré-teste ou teste a frio descritos a seguir.

Nos próximos procedimentos máquinas rotativas serão testadas, portanto especial atenção deve ser dada aos operadores e às máquinas. Os operadores devem ser instruídos para não ajustar partes girantes quando estas estiverem em operação. A equipe de segurança do trabalho deve orientar a execução das tarefas que compõem estes trabalhos e garantir que os procedimentos sejam executados sem riscos aos operadores.

Antes de iniciar testes em máquinas rotativas verificar:

- Os mancais estão lubrificados – VEJA o nível de óleo ou as graxadeiras;
- Há possibilidade de desconectar a máquina acionada do acionador. Havendo, desconecte-os;



- As porcas dos chumbadores estão apertadas. SE não estiverem, Verifique o nivelamento e aperte-as;
- A tensão da corrente elétrica está correta. SE não estiver (abaixo ou acima) peça uma verificação por parte da Operação Elétrica. SE estiver em discordância com o projeto corrija ANTES de qualquer outra providência;
- Evite acionar bombas hidráulicas vazias (sem líquido) ou sem escorvâ-las, se for o caso.

#### **4.4. PRÉ-TRATAMENTO DA ESTAÇÃO**

Unidade responsável em receber o esgoto bruto afluente à ETE para remoção de material grosseiro, areia e gordura.

Verificar a operação das comportas, abra e feche testando-as para um funcionar de forma suave e sem emperrar.

##### **4.4.1. Grade de Limpeza Manual**

Sua limpeza será manual e quando necessária poderá utilizar o fechamento do fluxo no canal e abrir o canal do by-pass para a passagem do afluente. O material retido deverá ser descarregado para a caçamba estacionária localizada no pátio.

##### **4.4.2. Caixa de Areia**

A caixa de areia é composta por dois canais em paralelo. A limpeza de cada canal deverá ser feita separadamente através do fechamento das comportas, a partir da inspeção visual. A remoção dos depósitos de areia poderá ser manual utilizando ferramentas ou guiando a tubulação de sucção de um caminhão de manutenção.

##### **4.4.3. Caixa de Gordura**

Verifique o nível do tambor de recolhimento de gorduras, quando estiver cheio, substitua-o e anote o dia x horário. Comparando-o com o dia x horário de início dos testes, se tem o volume de gordura separada. O material deverá ser encaminhado ao aterro sanitário.



#### **4.4.4. Sistema de Desodorização**

O exaustor é o equipamento responsável para direcionar todo gás liberado na chegada do afluente ao pré-tratamento até o sistema de tratamento de gases biológico através de leito filtrante.

Verificar o sentido de rotação do motor do exaustor. Se a transmissão motor/ventilador for por meio de correias, desconectar e ligar o motor para verificação. Se a conexão for por acoplamento mecânico, desconectar prender de modo a que não interfira com a rotação e faça o teste. Se necessário corrigir, montar o acoplamento ou recolocar as correias ajustando-as.

Acionar o ventilador por algum tempo observando se há vibração notável, o aquecimento dos mancais e ocorrência de ruídos estranhos.

Observar os seguintes procedimentos:

- Ligue os aspersores do Tratamento de Gases por aproximadamente 5 minutos. Isso fará com que a grama fique úmida e ajude no tratamento;
- Ligue o exaustor e verifique e anote a tensão e a corrente da energia elétrica consumida pelo motor. Observe o aquecimento dos mancais e ocorrência de vibração ou ruído;
- Inicialmente, a cada hora deverá ser verificada a necessidade de umectação do leito. Sempre que for necessário, anote o horário de início e fim da umectação, esses valores permitirão o ajuste dessa operação.

#### **4.5. TRATAMENTO SECUNDÁRIO**

##### **4.5.1. Elevatória de Recirculação**

Confirmar que as tubulações estão limpas e livres de objetos estranhos (trapos, ferramentas, luvas e, etc.). A seguir proceder:

- Verificar se as bombas estão lubrificadas;
- Anotar a tensão, corrente do motor, a pressão de descarga e a vazão debitada;
- Estando estáveis os parâmetros operacionais, DESLIGUE.

**ATENÇÃO:** Ao desligar a bomba verifique se ela gira em sentido contrário; SE estiver FECHÉ IMEDIATAMENTE a válvula de descarga para interromper o fluxo no sentido contrário. REPARE a Válvula de Retenção da bomba. Repita o teste.

Durante os testes, inspecionar as tubulações do barrilete; a mesma não deve se movimentar ou apresentar vazamentos. Se ocorrer interrompa o teste, sane os defeitos e prossiga.

ANOTE a pressão de descarga, a vazão debitada pela tubulação, à tensão e corrente do motor, compare os valores obtidos com os valores de testes de desempenho, cujas curvas se encontram no Manual de Operação e Manutenção preparada pelo Fornecedor do equipamento.

Para execução dos testes o nível do poço de sucção de lodo pode chegar ao seu valor mínimo, o que deve desligar a bomba em teste, nesse caso, providencie seu reenchimento e prossiga com o teste. Anote o valor do nível mínimo.

#### **4.5.2. Reator UASB, BF e DS**

A Estação de Tratamento de Esgoto UASB (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo) + BF (Biofiltro Aerado Submerso) + DS (Decantador Secundário), constitui-se em um processo biológico, removendo sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos. Por se tratar de um sistema pré-fabricado, o manual de operação deverá ser fornecido pela empresa contratada responsável por projetar e instalar essa unidade.

As operações de pré-testes e de testes deverão ser conduzidas pelo Supervisor do Fornecedor, que será responsável pelos ajustes e pelas instruções operacionais.

A equipe de Higiene e Segurança no trabalho deve analisar as tarefas componentes das operações, elaborando a Análise de Risco na Tarefa, ANTES que se iniciem as tarefas e definir os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e eventuais contramedidas para as situações de risco.

### **4.6. TRATAMENTO DE LODO**

#### **4.6.1. Leito de Secagem**

A partir da inspeção visual, verificar se o lodo apresenta rachaduras, indicando a necessidade de remoção. A remoção deverá ser feita manualmente com o auxílio de ferramentas como pá e carrinho de mão. O material removido deverá ser descarregado para a caçamba estacionária localizada no pátio, ao lado do leito, e encaminhado para o aterro sanitário.

A equipe de Higiene e Segurança no trabalho deve analisar as tarefas componentes das operações, elaborando a Análise de Risco na Tarefa, ANTES que se iniciem as tarefas e definir os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e eventuais contramedidas para as situações de risco.

## **5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS**

Seguem as especificações técnicas das válvulas e equipamentos referentes à Melhoria do Sistema de Esgotamento Sanitário.

### **5.1. VENTOSA PARA ESGOTO**

Objeto: Dados, características e exigências para fornecimento de ventosas automáticas de alto desempenho.

Características Técnicas:

- Fluido: esgoto;
- Temperatura: 20 a 25 °C;
- Tipo de Ventosa: Esgoto, câmara única tipo bujão, tríplex função;
- Flutuador: Único, corpo, tampa e mancal e haste em aço AISI 304;
- Corpo e Tampa: Ferro Fundido;
- Parafusos e Porcas: Aço galvanizado;
- Dispositivo Anti-Slan: Aço inox ( velocidade máxima 0,1 m/s );
- Vedação: Junta tórica em Buna-N;
- Tampa com saída roscada para conexão de respiro externo com dreno e plug em aço inox no corpo;
- Revestimento Interno e Externo: Epóxi eletrostático, 250 micra mínimo;
- Tipo de Conexão: Flange ABNT, PN conforme indicação no projeto;
- DN: Conforme indicação no projeto.

## **5.2. REGISTRO DE GAVETA SEDE RESILIENTE COM FLANGES**

Objeto: Dados, características e exigências para fornecimento de válvulas gaveta com cunha emborrachada (cunha elástica ) com flanges.

Características Técnicas:

- Fluido: esgoto;
- Temperatura: 20 a 25 °C;
- Tipo de Válvula: Gaveta com cunha emborrachada de passagem reta com flanges;
- Acionamento: Volante;
- Norma: ISO 7259 / ISO 5752 – Série 14 / ISO 5208;
- Pressão Nominal: 1,0 / 1,6 mPa;
- Diâmetro Nominal: Conforme lista de materiais;
- Montagem: Entre flanges com furação conforme ABNT NBR 7675 ( ISO 2531 ) PN 10;
- Corpo: Ferro fundido nodular com revestimento epóxi poliamida eletrostático com 150 micras, ou equivalente aprovado;
- Haste: Aço inox;
- Elastômero: EPDM ou NBR;
- Porca de Manobra: Bronze de alta resistência;
- Vedação: Anéis de borracha tipo “o ring”, permitindo manutenção com a linha em carga e válvula aberta;
- Teste Hidrostático: Conforme Norma ISO 5208;
- Torques de Manobra e Resistência: Conforme tab. 9 Norma ISO 7259 ou tab.15 NBR 12430.

## **5.3. VÁLVULA DE RETENÇÃO COM PORTINHOLA PARA ESGOTO**

Objeto: Dados e características para fornecimento de válvulas de retenção com portinhola única e corpo flangeado com tampa de inspeção.



#### Características do Fluido e da Válvula:

- Fluido: Esgoto bruto sanitário com sólidos e fibras;
- Temperatura: 25 °C;
- Tipo de válvula: Portinhola única de elastômero com reforço, de pequeno curso angular e vedação em altas e baixas pressões, corpo flangeado com tampa de inspeção;
- Pressão Nominal: PN 10 k/cm<sup>2</sup>;
- Montagem: entre flanges com furação conforme ABNT NBR 7675 PN 10 (ISO 2531);
- Corpo e Tampa: Ferro Fundido ou Aço Fundido;
- Portinhola: Bruna N com reforço interno metálico e nylon;
- Parafusos e Porcas Externas: Aço carbono galvanizado;
- Teste Hidrostático: Conforme Norma ABNT ou ANSI;
- Revestimento: Epóxi Pó 150 micra ou Poliamida 11 (rilsan).

## 5.4. GRADE MANUAL

### 5.4.1. Objetivo

Esta especificação estabelece os requisitos mínimos que deverão ser observados na fase de fabricação, fornecimento de materiais, montagem, inspeção e testes para o fornecimento de grades manuais e seus acessórios a serem instaladas na Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários.

Esta especificação, juntamente com demais documentos a ela relacionados, estabelece os objetos e as condições técnicas gerais, sendo que qualquer equipamento, material ou serviço necessário ao desempenho do sistema, não especificado, deverá ser fornecido dentro das normas vigentes considerando o tipo e as condições de trabalho a que se destinam sem qualquer ônus adicional para a CESAN.

#### **5.4.2. Normas**

Conforme Especificação Técnica para Fornecimento e Montagem de Materiais e Equipamentos, onde aplicável.

#### **5.4.3. Características Técnicas e Construtivas**

##### **5.4.3.1. Condições Locais**

- Temperatura do Ambiente:
  - Máxima: 40 °C;
  - Mínima: 5 °C;
  - Média Anual: 24 °C.
- Tipo de Instalação: Conforme indicado nos desenhos do projeto.

Em hipótese alguma, após a instalação, o fornecedor poderá alegar desconhecimento das condições de instalação, para justificar eventuais problemas operacionais.

##### **5.4.3.2. Condições Construtivas**

As grades deverão ser projetadas e fabricadas de modo a resistir aos efeitos corrosivos do líquido e dos eventuais produtos químicos incorporados ao mesmo, bem como sua a instalação, ao tempo. As características do fornecimento são:

- Quantidade: 2 unidades;
- Largura de cada Canal: conforme projeto;
- Altura de cada Canal: conforme projeto;
- Inclinação: 60°;
- Espaçamento entre as barras: conforme projeto.

#### **5.4.4. Condições de Operação**

- Meio líquido a operar: Esgoto Bruto, não desarenado;
- Tipo de Instalação:
  - Parte Inferior: apoiado em piso de concreto;

- Parte Superior: Apoiado no piso de concreto.
- Tipo de limpeza: Manual.

#### **5.4.5. Materiais**

Estrutura principal da grade: PRFV.

#### **5.4.6. Preparação das Superfícies, Pintura e Proteção**

Conforme Especificação Técnica para Fornecimento e Montagem de Materiais e Equipamento, onde aplicável.

#### **5.4.7. Inspeções e Testes na Fábrica**

Serão feitas as seguintes inspeções:

- Verificação dimensional das grades;
- Verificação das soldas e acabamentos.

### **5.5. CALHA PARSHALL**

#### **5.5.1. Objetivo**

Esta especificação estabelece os requisitos mínimos que deverão ser observados na fase de fabricação, fornecimento de materiais, montagem, inspeção e testes para o fornecimento de Calhas Parshall e seus acessórios a serem instalados na Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários.

Esta especificação, juntamente com demais documentos a ela relacionados, estabelecem os objetos e as condições técnicas gerais, sendo que qualquer equipamento, material ou serviço necessário ao desempenho do sistema, não especificado, deverá ser fornecido dentro das normas vigentes considerando o tipo e as condições de trabalho a que se destinam sem qualquer ônus adicional para a CESAN.



### **5.5.2. Generalidades**

Deverá ser fornecida duas (02) Calhas Parshall com garganta de 6", a serem instaladas conforme discriminado em projeto.

Esta calha deverá ser fabricada em resina de poliéster reforçada com fibra de vidro, projetados para resistir aos efeitos corrosivos do líquido e dos eventuais produtos químicos incorporados ao mesmo.

A Calha Parshall deverá ser instalada em canais de concreto de modo que esta estrutura proporcione revestimentos externos, formando uma estrutura única, de forma a aumentar a durabilidade e eficiência do equipamento.

### **5.5.3. Escopo de Fornecimento**

O escopo de fornecimento consiste no projeto, fabricação e fornecimento de duas (02) Calhas Parshall com garganta de 6" e acessórios, conforme especificado neste documento.

O fornecimento incluirá os seguintes itens principais:

- Calha Parshall conforme especificado, com os respectivos acessórios e demais materiais e serviços necessários ao seu funcionamento;
- Projetos, fabricação e testes de rotina;
- Ensaios de funcionamento após instalação;
- Reparos e correções necessárias durante a montagem;
- Ferramentas e dispositivos de montagem e manutenção, se aplicáveis;
- Todos os parafusos, porcas e arruelas para montagem, com folga suficiente para cobrir perdas e danos, se aplicáveis;
- Pintura completa e proteção;
- Ensaios e testes na fábrica;
- Manuais de instalação, operação e manutenção;
- Lista contendo as peças sobressalentes recomendadas para o equipamento fornecido para um período de 2 (dois) anos de manutenção, caso necessário;
- Embalagem e transporte até o local da obra;



- Supervisão de montagem.

#### **5.5.4. Normas**

As calhas e acessórios, objeto desta especificação, deverão ser fabricados por fornecedores com experiência na fabricação de produtos iguais ou similares.

Poderão ser propostos materiais construtivos de qualidade comprovada igual ou superior ao material especificado.

As instruções da Especificação Técnica para Fornecimento e Montagem de Materiais e Equipamentos devem ser aplicada, onde cabível.

#### **5.5.5. Características Técnicas e Construtivas**

##### **5.5.5.1. Condições Locais**

- Temperatura do Ambiente:
  - Máxima: 40 °C;
  - Mínima: 5 °C;
  - Média Anual: 24 °C.
- Tipo de Instalação: Conforme indicado nos desenhos do projeto.

Em hipótese alguma, após a instalação, o fornecedor poderá alegar desconhecimento das condições de instalação, para justificar eventuais problemas operacionais.

##### **5.5.5.2. Materiais**

Compõem-se, não se limitando, aos seguintes itens principais:

- Calha Parshall em Resina de Poliéster reforçada com Fibra de Vidro.

##### **5.5.5.3. Características Construtivas**

A calha deverá ser projetada e fabricada de modo a resistir aos efeitos corrosivos do líquido e dos eventuais produtos químicos incorporados ao mesmo, bem como a sua instalação, ao tempo.

## **5.5.6. Inspeções, Ensaio e Testes**

### **5.5.6.1. Testes de Fábrica**

A CESAN se reserva o direito de vistoriar as instalações do fabricante, acompanhar a fabricação e testes de aprovação do equipamento. Antes que o equipamento seja carregado, o fabricante deverá executar na fábrica testes de funcionamento e de aceitação, com elaboração de relatórios correspondentes, os quais devem ser submetidos à aprovação da CESAN.

O fabricante deverá notificar a data de realização dos testes, com pelo menos 15 (quinze) dias de antecedência. Será de responsabilidade do fornecedor, arcar com o ônus do deslocamento do inspetor da CESAN para diligenciamento e testes em fábrica, incluindo passagens aéreas e terrestres, estada, pernoite, alimentação, etc.

### **5.5.6.2. Testes de Campo**

Após a instalação ter sido concluída, serão executados os testes de campo em data preestabelecida pela CESAN e o fornecedor. Estes testes visam verificar o funcionamento de todos os equipamentos em condições reais. Estando os componentes montados, limpos e lubrificados, estes deverão ser acionados em todas as condições de operação, devendo operar satisfatoriamente, de acordo com as características próprias dos mesmos.

Se durante os testes qualquer unidade não atender aos requisitos especificados e propostos, o fabricante deverá fazer as alterações necessárias e os testes deverão ser repetidos, até que o equipamento tenha funcionamento satisfatório, sem qualquer custo adicional para a CESAN. As instruções da Especificação Técnica para Fornecimento e Montagem de Materiais e Equipamentos podem ser aplicadas, onde cabível.

## **5.6. TRANSMISSOR DE NÍVEL ULTRA-SÔNICO**

### **5.6.1. Objetivo**

Dados, condições e exigências para fornecimento instalação de medidor de nível através de transmissor ultrassônico.

### **5.6.2. Características Básicas**

#### **5.6.2.1. Transmissor**

- Tipo de Medição : Ultrassônico;



**ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.**

Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210  
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399  
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br

- Span : 0 a 10 m;
- Range :Conforme projeto;
- Distância de Bloqueio : 0,6 m;
- Erro : 0,25% do valor medido;
- Sinal de Saída : 4 a 20 mA;
- Tensão de Alimentação: 24 Vcc;
- Temperatura Mínima de Operação : 5 °C;
- Temperatura Máxima de Operação : 55 °C;
- Ajuste Parâmetro : Local;
- Circuito : Microprocessado;
- Indicação : Local;
- Transmissor / Sensor : Acoplado.

#### **5.6.2.2.    *Dados do Processo***

- Fluído: Esgoto Tratado;
- Pressão Máxima : Não pressurizado;
- Nível Mínimo : 0 m;
- Nível Máximo :Conforme projeto;
- Temperatura : 5 a 28 °C.

#### **5.6.2.3.    *Materiais de Construção***

- Conexão Processo : Flange / Contra Flange de Teflon;
- Proteção do Sensor : IP 67;
- Proteção do Transmissor : IP 67;
- Pintura da Carcaça : Tinta Poliéster;
- Conexão Elétrica : 1/2";

- Tipo de Montagem : Flangeado em Tubo;
- Placas do Circuito : Protegidas com verniz tropicalizadas;
- Parafusos de Fixação : Latão;
- Propagação de Ondas : Em canal aberto ou dentro de tanques de produtos químicos.

#### **5.6.3. Notas Gerais**

- Instrumento instalado ao tempo, sujeito a intempéries;
- Cada instrumento deve ser fornecido com plaqueta de identificação removível do TAG, em aço inox;
- O fabricante deve possuir certificado ISO 9000;
- Cada instrumento deve ser fornecido com prensa cabo e acessórios para garantir a classe de proteção especificada. (ao tempo : prensa cabos em poliamida, abrigado : prensa cabos em latão polido).

#### **5.6.4. Garantias**

- Um (01) ano a partir da data de entrega;
- Dois (02) anos na precisão da medida;
- Dois (02) anos de assistência técnica sem ônus.

#### **5.6.5. Documentos**

- Manuais de instalação, operação, programação e manutenção;
- Certificados de calibração, ISO 9000 e grau de proteção.

#### **5.6.6. Programação**

Deverá ser disponibilizado o acesso a programação do instrumento através de programador portátil ou software para rodar em notebook, com fornecimento dos cabos e demais acessórios necessários para conexão do programador e notebook.

## **5.7. CONJUNTO MOTO-BOMBA SUBMERSÍVEL PARA ESGOTO BRUTO**

### **5.7.1. Introdução**

A presente especificação refere-se ao fornecimento de bomba submersível de esgoto bruto com elevado percentual de sólidos abrasivos, inclusive areia.

### **5.7.2. Características Técnicas do Conjunto**

- Bomba para recalque de esgoto bruto com elevado percentual de sólidos abrasivos, inclusive areia;
- Carcaça da bomba em ferro fundido, com revestimento de espessura mínima de 0,5 mm em toda parte hidráulica interna, para alcançar dureza mínima de 60 HRC;
- Impulsor da bomba em ferro fundido, tipo aberto, semi-aberto, canal único ou dois canais, com revestimento de espessura mínima de 0,5 mm para alcançar dureza mínima de 60 HRC. O impulsor deve permitir a passagem de sólidos com diâmetro mínimo maior ou igual a 50% do diâmetro da descarga da bomba, sendo maior ou igual a 50 mm;
- A frequência do motor deve ser de 60Hz;
- O fator de potência mínimo deve ser de 0,93;
- O fator de serviço do motor deve ser no mínimo de 1,1;
- O motor deve ser trifásico, com classe de isolamento no mínimo F;
- O selo mecânico deve ser em carbeto de tungstênio ou carbeto silício.

A instalação do conjunto moto-bomba deve ser do tipo “semi-permanente”, com fornecimento de conexão de descarga (pedestal) de instalação para interligação à tubulação de recalque em DN100 mm, e o conjunto moto-bomba fornecido deverá se encaixar nessa tubulação. Caso seja necessária alguma adaptação, é de responsabilidade do fornecedor adaptador para a conexão de descarga sem ônus para a CESAN.

- O motor deve ter potência máxima de 7,5 cv;

- Número de polos: 04 ou mais;
- Tensão do motor: 220 V;
- Grau de proteção: IP 68;
- Regime de serviço: S1.

Os conjuntos moto-bombas com potência maior ou igual a 5 cv devem ter unidade eletrônica de monitoramento para proteção do equipamento, na qual serão ligados os sensores instalados na bomba.

Os conjuntos moto-bombas com potência maior ou igual a 5 cv devem ter sensor de temperatura para o estator.

Os conjuntos moto-bombas com potência maior ou igual a 10 cv devem ter sensor de umidade do estator.

Os conjuntos moto-bombas com potência maior ou igual a 10 cv devem ter sensor de umidade na câmara de óleo.

Os conjuntos moto-bombas com potência maior ou igual a 50 cv devem ter sensor de temperatura nos mancais.

### **5.7.3. Disposições Gerais:**

Todos os chumbadores, parafusos, arruelas e porcas utilizados no conjunto moto-bomba devem ser em aço inox.

No período de garantia, em caso de defeito no conjunto moto-bomba, o fornecedor se obriga a prestar atendimento técnico até 48 horas após o comunicado. O conjunto deve ser reparado no prazo máximo de 30 dias.

Os testes de bancada são obrigatórios para a contratada. A CESAN, caso necessário, fará o acompanhamento dos testes, com aviso antecipado de 10 dias, sem ônus para a contratada.

Para aquisição de conjunto moto-bomba, a especificação deve conter, no mínimo, vazão, altura manométrica, potência máxima, tensão do motor, comprimento do cabo elétrico.

Na especificação de compra de conjuntos moto-bomba, deve ser previsto a instalação de banco de capacitor, se necessário, para correção do fator de potência de no mínimo 0,93, com ônus para o fabricante.

No fornecimento de conjuntos moto-bomba é obrigatório acompanhamento das folhas de dados técnicos do motor, da bomba e das unidades eletrônicas de monitoramento e proteção.

Deve ser fornecido garantia total de todos os componentes do conjunto moto-bomba, de no mínimo dois anos, a custo zero de manutenção.

É obrigatório o acompanhamento do representante ou do fabricante na montagem e teste de partida do conjunto moto-bomba em campo, sem ônus para a CESAN.

É de responsabilidade do fornecedor, sem ônus para CESAN, o transporte do equipamento da fábrica até o almoxarifado da CESAN.

Todos os equipamentos devem ser acompanhados de manuais, catálogos e ficha técnica em português.

O fornecimento de peças de reposição deve ser garantido por um período mínimo de 10 anos.

No processo de aquisição preencher e entregar o formulário de Especificação do Conjunto Moto-Bomba, bem como os catálogos em português.

## **5.8. EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO**

### **5.8.1. Generalidades**

A presente Especificação Técnica refere-se ao fornecimento de equipamentos para o laboratório para aferição de medidas em loco.

### **5.8.2. Escopo de Fornecimento**

#### **5.8.2.1. *pHmetro***

Circuito elétrico: digital microprocessado;

- Indicação: digital através de display;
- Medição: ph, mv, temperatura e concentração;
- Faixa de ph: -2 a 19.000 ph;
- Resolução: 0,001 / 0,01 / 0,1;
- Faixa de concentração: 0,000 a 19900;



- Faixa de temperatura: -5,0 a 105,0 °C;
- Resolução de temperatura: 0,1 °C;
- Faixa de mv: +/- 1600,0;
- Resolução de mv: 0,1;
- Slope: 80 a 120 %;
- Conexões de entrada: BNC, PIN, TIP, ATC;
- Numero de canais: dois;
- Entradas: para 2 eletrodos ;
- Saída: RS232;
- Teclado: tipo bolha;
- Alimentação: 110vca;
- Calibração: automática de ate 5 padrões para ph e concentração;
- Grau de proteção: IP54;
- Temperatura ambiente: 10 a 45 °C;
- Umidade relativa: 5 a 80%;
- Armazenamento de dados: capacidade de no mínimo 15 medições;
- Garantia: mínimo de 1 ano;
- Acompanham todos os acessórios, cabos e conexões necessários à instalação e operação do equipamento.

#### **5.8.2.2. Eletrodo combinado de pH – 01 unidade**

- Faixa de trabalho: de 0 a 14.0;
- Temperatura: de 0 a 80 graus;
- Elemento de referência: Ag/AgCl;
- Material do corpo: vidro;
- Junção: cerâmica anular;



- Cabo: coaxial c/ 1 metro;
- Conexão: conector BNC;
- Diâmetro do corpo: 12 mm;
- Tipo de cabeçote: 120 mm;
- Comprimento do corpo: epóxi.

Deve acompanhar: manual original em português cabo de energia, garantia de 1 ano, assistência técnica no Brasil.

### **5.8.3. Sólidos Sedimentáveis**

#### **5.8.3.1. Cone Imhoff – 06 unidades**

- Acrílico Transparente;
- Graduado;
- Capacidade 1000 mL.

#### **5.8.3.2. Suporte para cone Imhoff – 02 unidades**

- Suporte para 3 Cones;
- Polipropileno.

### **5.8.4. Oxigênio dissolvido**

#### **5.8.4.1. Oxímetro portátil – Orion – 01 unidade**

Aparelho para medição de oxigênio dissolvido, mínimo de 0,0 a 20 ppm.

- Micro processado, digital;
- Operação: com pilhas comuns ou bateria alcalina;
- Resolução mínima de 0,1 ppm;
- Ajuste em solução aquosa ou atmosférica;
- Considere pressão atmosférica ou altura barométrica;
- Sonda com cabo, comprimento mínimo 1,5 metros;

- Kit para manutenção da sonda, para no mínimo 1 ano;
- Manual de operação em português.

#### **5.8.5. Detector de H<sub>2</sub>S**

- Gás: Hidrogênio Sulfídrico (H<sub>2</sub>S);
- Range: 0 ~ 100 ppm;
- Alarme: 10 ppm;
- Tempo de Resposta do Sensor: 20 segundos;
- Expectativa de Vida do Sensor: 3 anos;
- Tipo de Sensor: Eletroquímico;
- Alarme Sonoro: 95 dBA;
- Som de alarme múltiplo. É possível diferenciar tons diferentes para diferentes níveis de alarme;
- Alarme Visual: piscam intermitentemente;
- Alarme Vibratório Interno;
- Display para mostrar a concentração do gás;
- Símbolos gráficos para a bateria (com indicação proporcional ao tempo de operação restante);
- Display normal para concentração em tempo real;
- Chamada do display para leituras de pico e TWA;
- Range de temperatura de operação: -20°C a +55°C (-4°F a +131°F);
- Umidade de Operação: 0-99% RH;
- Proteção do Invólucro: IP65/IP67 (à prova de poeira e entrada d'água/imersão de 15 cm a 1m em profundidade);
- Material da caixa: alta resistência policarbonato;
- Interface PC: Módulo de interface no carregador RS232. Disponível Conversor RS232/USB;

- Garantia total contra defeitos de fabricação;
- Manual de operação em português.

## **5.9. LIMPEZA, PINTURA E PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES**

Salvo indicações contrárias em outras especificações, os serviços de limpeza, pintura e proteção das superfícies dos equipamentos e materiais deverão atender os requisitos aqui apresentados.

### **5.9.1. Aspectos Gerais**

As pinturas de qualquer parte dos equipamentos e todas as proteções a serem empregadas só serão aplicadas pela contratada após inspeção do equipamento pela CESAN.

A escolha do local e data para a aplicação da pintura deverá ser submetida à autorização da CESAN.

Todos os materiais ou superfícies que, pela sua natureza ou função, não devam sofrer a ação de abrasivos e/ou pintura, serão convenientemente protegidos, desde que sejam contíguos às superfícies sujeitas à ação desses agentes.

Os equipamentos serão protegidos contra a entrada de abrasivos ou pó nas partes delicadas. Os equipamentos removíveis serão desligados e removidos a fim de permitir a limpeza e pintura das superfícies contiguas.

As partes internas das vigas caixão, que tenham contato permanente com o ar, serão convenientemente protegidas contra corrosão.

A contratada deverá especificar que tipos de proteção darão a materiais não ferrosos de acordo com sua qualidade e utilização.

A padronização de cores para a pintura final de acabamento dos equipamentos e materiais será informada pela CESAN durante a fase de aprovação dos documentos técnicos do fornecimento.

### **5.9.2. Preparação das Superfícies**

Todos os componentes ferrosos do equipamento deverão ser devidamente limpos de crostas de laminação, sujeira, ferrugem, graxas e outras substâncias estranhas, objetivando-se uma superfície limpa e seca.

Todos os cantos vivos que ficarão submersos deverão ser removidos com esmeril ou outros meios, para melhorar a aderência da tinta.

As superfícies de aço carbono deverão ser jateadas até metal quase branco.

### **5.9.3. Aplicação da Pintura**

As superfícies pintadas não deverão apresentar falhas, poros, escorrimentos, pingos, rugosidades, ondulações, trincas, marcas de processo de limpeza, bolhas, bem como variações na cor, textura e brilho. A película deverá ser lisa e de espessura uniforme. Arestas, cantos, pequenos orifícios (trincas), emendas, juntas, soldas, rebites e outras irregularidades de superfície, receberão especial tratamento, de modo a garantir que elas adquiram uma espessura adequada de pintura.

A pintura será aplicada nas superfícies adequadamente preparadas e livres de umidade.

A pintura não deverá ser aplicada em superfícies aquecidas por exposição direta ao sol ou outras fontes de calor. Não deverá ser aplicada pintura nos ambientes onde a umidade relativa do ar seja superior a 85%, havendo necessidade, a umidade será mantida abaixo deste limite por meio de abrigos e/ou aquecimento durante a pintura e até que a película tenha secado.

A pintura deverá ser usada misturada, aplicada e curada de acordo com as mais recentes instruções impressas do fabricante da tinta. A preparação da superfície será também feita de acordo com tais instruções.

### **5.9.4. Superfícies Pintadas**

Peças que tenham sido pintadas não deverão ser manuseadas ou trabalhadas até que a película esteja totalmente seca e dura. Antes da montagem final todas as peças pintadas deverão ser estocadas fora do contato direto com o solo, de tal maneira que seja evitada a formação de águas estagnadas.

### **5.9.5. Especificações das Tintas**

A contratada entregará à CESAN, cópias das especificações do fabricante das tintas que serão empregadas. Nestas especificações constatará pelo menos o seguinte:

- Tipo e características da tinta de base (“primer”) e da tinta de acabamento, quando for o caso, inclusive as composições em percentual de peso;
- Tipo genérico;
- Condições de limpeza exigidas das superfícies para a aplicação das tintas, para o serviço proposto;
- Tempo de secagem de cada demão antes da aplicação da demão seguinte;
- Tempo para aplicação de demão intermediária, antes que a demão inicial possa ser lixada para permitir aderência adequada da demão final;
- Tempo total de cura antes da exposição a intempéries ou à imersão na água; Espessura mínima da película seca por demão e total.

### **5.9.6. Tipo de aplicação**

#### **5.9.6.1. Estruturas Metálicas Submersas e Peças em Contato com Atmosfera Corrosiva**

As características da pintura são:

- Material: Coaltar Epoxi Polyamide (Dark Red),
- Número mínimo de demão: 2;
- Espessura final mínima: 400 micras;
- Tempo de secagem: 5 a 10 dias.

#### **5.9.6.2. Motores, Bombas, Redutores, Dutos, Tubulações, Conexões, Peças Especiais, Válvulas e Partes Similares**

Estes itens, normalmente fornecidos com acabamento de fábrica, deverão receber uma pintura de base e acabamento indicado pelo fabricante, adequado para serviço exposto à intempérie e atmosfera corrosiva. A pintura será aprovada pela CESAN durante a

apresentação do projeto. A cor da tinta de acabamento será definida na época da aquisição.