



CONTRATO 094/15  
AS N°012

*CIDADE DE SANTA LEOPOLDINA*

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO  
DE ESGOTO DE SANTA  
LEOPOLDINA**

**VOLUME II- PROJETO  
HIDRÁULICO  
TOMO A**

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

B-056-000-92-5-MC-000I

Cliente:

**CESAN**  
**COMPANHIA ESPIRITO SANTENSE DE SANEAMENTO**

Codificação ENGESOLO:

**SA\_PR064\_15\_RE\_23\_012\_002\_B**

Codificação CESAN:

**B-056-000-92-5-MC-0001**

Revisão:

**00**

Data de Emissão:

**MAIO/16**

**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 012 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE SANTA LEOPOLDINA**

**VOLUME II – 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 relatório 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 Nº012/094/2015 para Elaboração de Projeto de Melhoria e Ampliação da Estação de Tratamento do Esgotamento Sanitário de Santa Leopoldina.

O projeto é composto dos seguintes documentos:

### **VOLUME I – ESTUDO DE CONCEPÇÃO**

### **VOLUME II – PROJETO HIDRÁULICO**

- TOMO A – Memorial Descritivo, de Cálculo, Manual de Operação e Especificações Técnicas.
- TOMO B - DESENHOS

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PROJETO DE AMPLIAÇÃO E MELHORIA DA ETE.....	1
2.1. DEMANDAS DE PROJETO.....	1
2.2. CONCEPÇÃO ADOTADA .....	5
3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO .....	6
3.1. PRÉ-TRATAMENTO .....	7
3.2. CAIXA DE GORDURA.....	7
3.3. TRATAMENTO SECUNDÁRIO .....	8
3.4. CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE TRATADO.....	9
3.5. TRATAMENTO DA FASE SÓLIDA.....	9
3.6. TRATAMENTO DA FASE GASOSA.....	9
4. DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO .....	9
4.1. GRADEAMENTO.....	10
4.2. CAIXA DE AREIA .....	13
6.3 CALHA PARSHALL .....	15
4.3. CAIXA DE GORDURA.....	15
4.4. LEITOS DE SECAGEM .....	16
4.5. TANQUE DE EQUALIZAÇÃO.....	17
4.6. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO E recirculação .....	18
4.7. EMISSÁRIO FINAL.....	23
5. MANUAL DE OPERAÇÃO.....	23
5.1. COMENTÁRIOS INICIAIS .....	23
5.2. OPERAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS PARA PARTIDA DOS EQUIPAMENTOS.....	24
5.3. PROCEDIMENTOS PRÉVIOS PARA COLOCAÇÃO EM OPERAÇÃO .....	25
5.4. PRÉ-TRATAMENTO DA ESTAÇÃO.....	26
5.4.1. Grade de Limpeza Manual.....	26

5.4.2.Caixa de Areia .....	26
5.4.3.Caixa de Gordura.....	26
5.4.4.Sistema de Desodorização .....	26
5.5. TRATAMENTO SECUNDÁRIO .....	27
5.5.1.Elevatória de Esgoto Bruto e Recirculação .....	27
5.5.2.Reator UASB, BF e DS .....	27
5.6. TRATAMENTO DE LODO .....	28
5.6.1.Leito de Secagem .....	28
6. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS .....	28
6.1. TRATAMENTO SECUNDÁRIO COMPACTO .....	28
6.1.1.Escopo de Fornecimento .....	28
6.1.2.Normas .....	29
6.1.3.Características Técnicas e Construtivas .....	29
6.1.4.Garantias e Responsabilidades .....	30
6.1.5.Inspecções, Ensaios e Testes .....	31
6.2. VENTOSA PARA ESGOTO.....	31
6.3. REGISTRO DE GAVETA SEDE RESILENTE COM FLANGES .....	32
6.4. VÁLVULA DE RETENÇÃO COM PORTINHOLA PARA ESGOTO .....	32
6.5. GRADE MANUAL .....	33
6.5.1.Objetivo .....	33
6.5.2.Normas .....	33
6.5.3.Características Técnicas e Construtivas .....	33
Condições Locais .....	33
Condições Construtivas .....	33
Condições de Operação .....	34
6.5.4.Materiais .....	34
6.5.5.Preparação das Superfícies, Pintura e Proteção.....	34
6.5.6.Inspecções e Testes na Fábrica .....	34

6.6. CALHA PARSHALL .....	34
6.6.1.Objetivo .....	34
6.6.2.Generalidades .....	34
6.6.3.Escopo de Fornecimento .....	35
6.6.4.Normas .....	35
6.6.5.Características Técnicas e Construtivas .....	35
Condições Locais .....	35
Materiais .....	36
Características Construtivas .....	36
6.6.6.Inspecções, Ensaios e Testes .....	36
Testes de Fábrica .....	36
Testes de Campo .....	36
6.7. TRANSMISSOR DE NÍVEL ULTRA-SÔNICO.....	36
6.7.1.Objetivo .....	36
6.7.2.Características Básicas.....	36
6.7.3.Notas Gerais.....	37
6.7.4.Garantias .....	37
6.7.5.Documentos.....	38
6.7.6.Programação .....	38
6.8. GUINDASTE GIRATÓRIO DE COLUNA .....	38
6.8.1.Objetivo .....	38
6.8.2.Escopo de Fornecimento .....	38
6.8.3.Dados e Características do Equipamento .....	38
6.9. guincho/talha elétrica com suporte e caçamba para guincho.....	38
6.9.1.Objetivo .....	38
6.9.2.Escopo de Fornecimento .....	39
6.9.3.Dados e Características do Equipamento .....	39
6.10.MONOVIA, TALHA e trole.....	39

6.10.1.Objetivo.....	39
6.10.2.Generalidades.....	39
6.10.3.Escopo de Fornecimento .....	39
6.10.4.Normas .....	39
6.10.5.Características Técnicas e Construtivas .....	40
6.10.6.Mecânicas.....	40
6.10.7.ELÉTRICAS.....	40
6.10.8.Pintura e Proteção para Estruturas e Equipamentos.....	41
6.10.9.Inspecções, Ensaios e Testes .....	42
6.10.10.Montagem, Supervisão e Verificação de Funcionamento.....	43
6.10.11.Garantias e Responsabilidades .....	43
6.10.12.Documentos.....	43
6.11.CONJUNTO MOTO-BOMBA SUBMERSÍVEL PARA ESGOTO BRUTO .....	43
6.11.1.Introdução.....	43
6.11.2.Características Técnicas do Conjunto.....	43
6.11.3Disposições Gerais: .....	44
6.12.EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO .....	45
6.12.1.Generalidades.....	45
6.12.2.Escopo de Fornecimento .....	45
6.12.3.Sólidos Sedimentáveis.....	46
6.12.4.Oxigênio dissolvido .....	46
6.12.5.Detector de H <sub>2</sub> S .....	46
6.13.LIMPEZA, PINTURA E PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES .....	47
6.13.1.Aspectos Gerais.....	47
6.13.2.Preparação das Superfícies .....	47
6.13.3.Aplicação da Pintura .....	48
6.13.4.Superfícies Pintadas .....	48
6.13.5.Especificações das Tintas.....	48

6.13.6.Tipo de aplicação.....	48
7. ANEXOS.....	50
1. RELAÇÃO DE DESENHOS	
2. ATA DE REUNIÃO	



## 1. INTRODUÇÃO

Este texto trata do memorial do Projeto de Melhoria e Ampliação da Estação de Tratamento de Esgotos do município de Santa Leopoldina.

O presente projeto foi elaborado de acordo com a alternativa ótima definida pela CESAN em reunião CATEPE no dia 13/01/2016, com base no estudo de concepção apresentado no relatório CESAN nº B-056-000-90-5-RT-0001.

## 2. PROJETO DE AMPLIAÇÃO E MELHORIA DA ETE

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) atual, foi implantada pela prefeitura de Santa Leopoldina em setembro de 2008, com capacidade de tratar 6,00 l/s de esgoto bruto, contudo a mesma encontra-se desativada pois o sistema de coleta existente não está interligado à estação.

Em 2013, a empresa ARCADIS Logos desenvolveu o projeto de melhoria e ampliação do sistema de coleta e transporte de esgoto de Santa Leopoldina (relatório CESAN nº C-056-000-99-5-RT-0003). No referido projeto a vazão média do sistema para final de plano (2043) é de 8,00 l/s. O mesmo não contemplou a ampliação da estação de tratamento.

Como forma de efetivar o tratamento do esgoto dessa localidade, a CESAN através de contrato firmado com a Empresa Engesolo, estudou as condições das instalações existentes e propôs alternativas para operação da ETE (relatório CESAN nº B-056-000-90-5-RT-0001). A alternativa escolhida pela CESAN será apresentada no item 2.2.

A seguir apresentam-se as vazões de cálculo para dimensionamento da nova estação de tratamento de esgoto.

### 2.1. DEMANDAS DE PROJETO

De acordo com os dados apresentadas no relatório CESAN nº C-056-000-99-5-RT-0003 desenvolvido pela ARCADIS Logos em junho de 2013, no ano de 2043 o Distrito Sede de Santa Leopoldina terá 3.945 habitantes.

As vazões de contribuição, no referido relatório, foram calculadas utilizando o valor de consumo per capita de 175 l/hab.dia. Contudo, analisando os dados históricos da cidade, levantados através do I.O.S. (Informações operacionais dos sistemas - CESAN) para os últimos cinco anos observamos que a média do valor de per capita consumido total é de 198,65 l/hab.dia.

A Tabela 13 apresenta os dados do I.O.S. de janeiro de 2014 a setembro de 2015, a média do per capita para esse período é de 201,06 l/hab.dia.



**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

**Tabela 13** Dados do I.O.S. (Informações operacionais dos sistemas - CESAN) para o município de Santa Leopoldina .

MÊS/ANO	VOLUME PRODUZIDO m³	POPULAÇÃO (hab)		% DE ATENDIMENTO	VOLUME CONSUMIDO TOTAL	PER CAPITA CONSUMIDO TOTAL l/hab x dia
		EXISTENTE	ABASTECIDA			
jan/14	16.397,00	2.655,00	2.319,00	87,3	15.931,10	228,99
fev/14	15.366,60	2.658,00	2.310,00	86,9	13.888,30	200,41
mar/14	17.347,00	2.660,00	2.326,00	87,4	15.332,20	219,72
abr/14	15.851,00	2.663,00	2.340,00	87,9	12.777,50	182,02
mai/14	16.112,14	2.666,00	2.336,00	87,6	14.827,70	211,58
jun/14	15.334,61	2.668,00	2.336,00	87,6	13.871,00	197,93
jul/14	16.080,78	2.670,96	2.345,00	87,8	13.601,60	193,34
ago/14	16.002,78	2.650,00	2.319,00	87,5	11.790,20	169,47
set/14	16.121,91	2.653,00	2.307,00	87,0	12.662,50	182,96
out/14	17.853,19	2.655,00	2.324,00	87,5	13.840,60	198,52
nov/14	17.311,25	2.658,00	2.340,00	88,0	14.213,60	202,47
dez/14	18.925,06	2.660,00	2.354,00	88,5	21.847,30	309,36
jan/14	16.397,00	2.655,00	2.319,00	87,3	15.931,10	228,99
fev/14	15.366,60	2.658,00	2.310,00	86,9	13.888,30	200,41
mar/14	17.347,00	2.660,00	2.326,00	87,4	15.332,20	219,72
abr/14	15.851,00	2.663,00	2.340,00	87,9	12.777,50	182,02
mai/14	16.112,14	2.666,00	2.336,00	87,6	14.827,70	211,58
jun/14	15.334,61	2.668,00	2.336,00	87,6	13.871,00	197,93
jul/14	16.080,78	2.670,96	2.345,00	87,8	13.601,60	193,34
ago/14	16.002,78	2.650,00	2.319,00	87,5	11.790,20	169,47
set/14	16.121,91	2.653,00	2.307,00	87,0	12.662,50	182,96
out/14	17.853,19	2.655,00	2.324,00	87,5	13.840,60	198,52
nov/14	17.311,25	2.658,00	2.340,00	88,0	14.213,60	202,47
dez/14	18.925,06	2.660,00	2.354,00	88,5	21.847,30	309,36
jan/15	18.732,88	2.663,00	2.357,00	88,5	15.005,70	212,21
fev/15	16.411,00	2.666,00	2.357,00	88,4	15.439,70	218,35
mar/15	17.049,84	2.668,00	2.376,00	89,1	12.277,30	172,24
abr/15	16.652,48	2.671,00	2.380,00	89,1	13.383,60	187,45
mai/15	16.183,29	2.673,00	2.385,00	89,2	11.584,70	161,91
jun/15	15.290,30	2.676,00	2.378,00	88,9	11.801,80	165,43
jul/15	15.240,05	2.678,00	2.383,00	89,0	12.191,60	170,54
ago/15	15.159,66	2.654,00	2.399,00	90,4	11.803,00	164,00
set/15	15.755,42	2.656,00	2.399,00	90,3	13.633,50	189,43

A Resolução nº 03/2015 – AGERH da Agência Estadual de Recursos Hídricos estabelece que para municípios com população menor que 100.000,0 habitantes o consumo per capita de referencia é de 145 l/hab.dia, contudo de acordo com o verificado nos dados do I.O.S, a realidade do município de Santa Leopoldina é outra.

Em reunião realizada no dia 24/11/2015 (ATA de Reunião 10, Anexo 2), a CESAN determinou que, para fins de dimensionamento, nesse projeto será adotado o valor de per capita de 200l/hab.dia, que representa a realidade atual do sistema.

É importante ressaltar que os altos valores de per capita do município apontam para a necessidade de um trabalho de conscientização da população buscando reduzir o consumo de água tratada, perante a crise hídrica vivida pelo estado do Espírito Santo.

Dessa forma, para inicio de plano em 2016 e final de plano em 2043, temos:

**Tabela 14** População e Vazão para o Distrito Sede de Santa Leopoldina

Ano	População	Vazão de Infiltração (l/s)	Vazão sem infiltração (l/s)			Vazão com infiltração (l/s)		
			Med.	Max. Dia.	Max. Hor.	Med.	Max. Dia.	Max. Hor.
2010	2.411	1,46	4,46	5,36	8,04	5,92	6,82	9,50
2011	2.592	1,46	4,80	5,76	8,64	6,26	7,22	10,10
2012	2.631	1,46	4,87	5,85	8,77	6,33	7,31	10,23
2013	2.671	1,46	4,95	5,94	8,90	6,41	7,40	10,36
2014	2.711	1,46	5,02	6,02	9,04	6,48	7,48	10,50
2015	2.752	1,46	5,10	6,12	9,17	6,56	7,58	10,63
2016	2.794	1,46	5,17	6,21	9,31	6,63	7,67	10,77
2017	2.836	1,46	5,25	6,30	9,45	6,71	7,76	10,91
2018	2.879	1,46	5,33	6,40	9,60	6,79	7,86	11,06
2019	2.922	1,46	5,41	6,49	9,74	6,87	7,95	11,20
2020	2.967	1,46	5,49	6,59	9,89	6,95	8,05	11,35
2021	3.011	1,46	5,58	6,69	10,04	7,04	8,15	11,50
2022	3.057	1,46	5,66	6,79	10,19	7,12	8,25	11,65
2023	3.103	1,46	5,75	6,90	10,34	7,21	8,36	11,80
2024	3.150	1,46	5,83	7,00	10,50	7,29	8,46	11,96
2025	3.198	1,46	5,92	7,11	10,66	7,38	8,57	12,12
2026	3.246	1,46	6,01	7,21	10,82	7,47	8,67	12,28
2027	3.295	1,46	6,10	7,32	10,98	7,56	8,78	12,44
2028	3.345	1,46	6,19	7,43	11,15	7,65	8,89	12,61
2029	3.395	1,46	6,29	7,54	11,32	7,75	9,00	12,78
2030	3.430	1,46	6,35	7,62	11,43	7,81	9,08	12,89
2031	3.464	1,46	6,41	7,70	11,55	7,87	9,16	13,01
2032	3.499	1,46	6,48	7,78	11,66	7,94	9,24	13,12
2033	3.534	1,46	6,54	7,85	11,78	8,00	9,31	13,24
2034	3.570	1,46	6,61	7,93	11,90	8,07	9,39	13,36
2035	3.605	1,46	6,68	8,01	12,02	8,14	9,47	13,48
2036	3.642	1,46	6,74	8,09	12,14	8,20	9,55	13,60
2037	3.678	1,46	6,81	8,17	12,26	8,27	9,63	13,72
2038	3.715	1,46	6,88	8,26	12,38	8,34	9,72	13,84
2039	3.753	1,46	6,95	8,34	12,51	8,41	9,80	13,97
2040	3.790	1,46	7,02	8,42	12,63	8,48	9,88	14,09
2041	3.828	1,46	7,09	8,51	12,76	8,55	9,97	14,22
2042	3.867	1,46	7,16	8,59	12,89	8,62	10,05	14,35
2043	3.906	1,46	7,23	8,68	13,02	8,69	10,14	14,48

## 2.2. CONCEPÇÃO ADOTADA

De acordo com a reunião CATEPE do dia 13/01/16 a CESAN definiu que a alternativa a ser implantada será Alternativa 3 do estudo de concepção (CESAN nº B-056-000-90-5-RT-0001) transcrita a seguir:

“Aproveitar a unidade existente como biofiltro e decantador para tratar 9 l/s e implantar nova unidade UASB para 9 l/s”.

Com base nessa alternativa, segue:

A estação de tratamento de esgoto sanitário de Santa Leopoldina será concebida e dimensionada para realizar o tratamento em nível secundário, através de um módulo de tratamento composto de reator UASB seguido de biofiltro e decantador secundário.

Será implantado um pré tratamento, composto de grade grosseira, grade fina, caixa de areia, medidor Parshall e caixa de gordura.

O esgoto bruto chega na Estação de Tratamento através de uma rede beira rio projetada com profundidade de 5,53 m (relatório CESAN nº C-056-000-99-5-RT-0003). Devido a essa profundidade, será necessário implantar uma elevatória dentro da área da ETE para direcionar os esgotos ao pré tratamento. Para não acrescentar outra elevatória ao sistema, o pré tratamento será elevado, de forma que a entrada no tratamento secundário (UASB) se dará por gravidade.

A unidade UASB existente será reformada e transformada em Biofiltro e decantador secundário. O meio granular do biofiltro existente será substituído por placa PET. Lavagens periódicas são necessárias para eliminar o excesso de biomassa acumulada no meio granular do Biofiltro (lodo aeróbio), mantendo as perdas de carga hidráulica através do meio filtrante em níveis aceitáveis. A lavagem compreende diversas descargas hidráulicas sequenciais de ar e água de lavagem (retro-lavagem).

O decantador secundário fará a retenção de partículas de lodo que, por ventura, vierem a se desprender da camada filtrante do BF (lodo aeróbio).

Para que o lodo aeróbio (Biofiltro + Decantador) possa ser digerido e adensado nos reatores UASB será necessário recircular o lodo até a entrada dos reatores anaeróbios. A recirculação será feita através da elevatória de esgoto bruto, mas para que a mesma não fique sobrecarregada, com a vazão de recirculação além da vazão de esgoto bruto, o lodo será direcionado para um tanque de equalização, antes de ser encaminhado para o poço da elevatória.

Sendo assim, a ETE possui uma única fonte de lodo que é proveniente do reator UASB. O lodo de excesso produzido será eliminado por descarga hidráulica diretamente do reator para desaguamento nos leitos de secagem.

O efluente tratado proveniente do Decantador será direcionado para a calha parshall de saída, onde será feita a medição da vazão e em seguida direcionado para o lançamento final no corpo receptor.

Os leitos de secagem existentes não serão aproveitados. Apesar da sua estrutura física está em boas condições, o mesmo nunca foi operado e necessitaria de manutenção e recomposição do leito filtrante. Além disso seria necessário a construção de mais células de secagem para complementar a área necessária para a nova vazão de projeto. Contudo, o fator determinante para o não aproveitamento do leito existente foi a necessidade de adequação da área à nova concepção de projeto, ou seja, o leito de secagem precisou de ser relocado dentro de um novo layout.

O novo leito de secagem possuirá cobertura móvel do tipo estufa, seguindo o novo padrão adotado pela CESAN.

A casa de apoio e sala do soprador existentes também não serão aproveitadas. Durante a enchente do ano de 2013 a água alcançou quase dois metros acima da cota de terreno e danificou a estrutura dessas unidades. Além disso, a concepção da casa de apoio, composta por banheiro e escritório, não atende às necessidades operacionais da ETE.

Para prevenir que ocorram novas inundações no local e para proteger os equipamentos como os sopradores e painéis elétricos, a casa de apoio e sala dos sopradores serão construídas em um patamar com nível mais alto que o atual.

A casa possuirá almoxarifado, banheiro, vestiário, cozinha e laboratório. A sala dos sopradores ficará anexa à casa e os equipamentos deverão conter cabine acústica.

### **3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

A estação de tratamento de esgoto deverá atender às vazões de final de plano apresentadas no item 2.1 deste memorial.

O dimensionamento da unidade de Tratamento Preliminar será feito pela vazão máxima horária de final de plano.

O dimensionamento das demais unidades da ETE será feito pela vazão média (considerada 9,0l/s). Todas as caixas de entrada e saída das unidades, os extravasores e by-pass serão dimensionados pela vazão máxima horária. Haverá medidor de vazão na saída do efluente final.



Quanto à contribuição orgânica (DBO), não se tem registros das características de esgoto da região, então foi estabelecido (em reunião junto à CESAN) que será adotado o valor de 400 mg/l, com referencia a DBO do esgoto efluente do município de Domingos Martins que possui características semelhantes ao município de Santa Leopoldina (clima, colonização alemã e festas na cidade).

O esgoto de Santa Leopoldina na área de projeto é essencialmente de origem sanitária.

O tratamento mínimo será de grau secundário devendo ser de responsabilidade da CESAN a aprovação na Secretaria do Meio Ambiente do Município e/ou Estado.

### **3.1. PRÉ-TRATAMENTO**

Os sólidos grosseiros lançados indevidamente no esgoto podem danificar os equipamentos das etapas subsequentes, provocarem obstruções, bem como interferir nos processos de depuração provocando odores indesejáveis. A remoção desses sólidos grosseiros normalmente é realizada através de gradeamento, por unidades de grades de barras de ferro ou aço.

Após o gradeamento o efluente passa por uma caixa de areia ou desarenador. Nessa fase é removida a matéria sólida de natureza inorgânica, em geral, partículas de areia, silte e cascalho, carregadas pelas águas pluviais. A não remoção da areia pode causar desgastes nos equipamentos e tubulações a jusante, obstrução de tubulações e outras unidades da ETE, além de dificultar o transporte e manuseio das fases líquida e sólida.

### **3.2. CAIXA DE GORDURA**

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. Quando em excesso, há dificuldade de degradação em processos biológicos devido a sua baixa solubilidade formando filme e impedindo a transferência de oxigênio do ar para a água, e consequentemente, aumentando a carga orgânica em corpos d'água – poluição difusa.

Para o tratamento biológico em reatores aeróbios e anaeróbios concentrações elevadas de óleos e graxas inibem o crescimento biológico, pois o óleo adere ao floco de lodo inibindo as trocas gasosas e de nutrientes. Nos reatores anaeróbios a presença de óleo impede a fase metanogênica e libera muito ácido volátil causando odor.

As caixas de gordura são importantíssimas para impedir que a gordura entre nos sistemas aeróbios e anaeróbios, afim de não provocar entupimento e colapso no tratamento. Ela deve apresentar condições de tranquilidade suficiente para permitir a flutuação da gordura.

### 3.3. TRATAMENTO SECUNDÁRIO

No reator UASB (UpflowAnaerobicSludgeBlanket), ou reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo, o princípio do processo consiste na estabilização da matéria orgânica, anaerobiamente, por microrganismos que crescem dispersos no meio líquido. A parte superior do reator UASB possui um separador trifásico, que apresenta uma forma cônica ou piramidal, permitindo a saída do efluente clarificado, a coleta do biogás gerado no processo e a retenção dos sólidos dentro do sistema. Esses sólidos retidos constituem a biomassa, que permanece no reator por tempo suficientemente elevado para que a matéria orgânica seja degradada. O lodo retirado periodicamente do sistema já se encontra estabilizado, necessitando apenas de secagem e disposição final.

À primeira vista, a grande vantagem de um UASB, relacionando com a sua eficiência de remoção de DBO e de sólidos, é o seu curto tempo de detenção hidráulica, em torno de 6 horas para remoção de cerca de 70 por cento da DBO e 65 por cento dos sólidos em suspensão, o que resulta, dentre outras vantagens, em grandes economias de área.

Uma desvantagem do UASB seria não atendimento a padrões de remoção de matéria orgânica e sua baixa eficiência quanto à remoção de patógenos e nutrientes, sendo isto bastante compreensível, considerando-se o baixo tempo de detenção hidráulica deste tipo de reator.

Entretanto, já foi demonstrado que este tipo de reator pode ser usado, por exemplo, em combinação com outras tecnologias aeróbias, podendo-se obter um efluente de boa qualidade em um sistema que ocupa menor área e tenha menor consumo energético.

Biofiltros Aerados Submersos são filtros biológicos desenvolvidos mais recentemente e constituem uma unidade de filtração biológica aerada onde ocorrem ao mesmo tempo a filtração física e a degradação da matéria orgânica. Neste tipo de processo são necessárias lavagens periódicas para eliminar o excesso de biomassa acumulada, reduzindo as perdas de carga hidráulica através do meio.

Uma das principais vantagens da tecnologia é a possibilidade de gerar estações com baixo impacto ambiental, passíveis de serem cobertas e desodorizadas com relativa simplicidade. Outras vantagens são a compacidade, o aspecto modular, rápida entrada em regime, a resistência aos choques de cargas e a resistência às baixas temperaturas do esgoto.

No Brasil, associados em série a reatores do tipo UASB, os biofiltros aerados submersos vêm recentemente sendo utilizados como solução para o tratamento de esgotos em pequenos e médios Municípios.

O lodo formado nos BAS ainda é bastante instável requerendo estabilização complementar. Na configuração reatores UASB + BAS, pelo menos 70% do material carbonáceo afluente ao



conjunto é metabolizado anaerobicamente no UASB, atingindo 90 % de remoção após passar pelo BAS.

### 3.4. CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE TRATADO

A CESAN possui outorga preventiva de direito de uso dos recursos hídricos para lançamento de efluente no Rio Santa Maria da Vitória, requerida por meio do processo IEMA nº 58719130, com as seguintes coordenadas:

Coordenadas UTM do ponto de lançamento: 341829 E / 7776474 N, *datum* WGS-84.

A concentração máxima de DBO no efluente lançado deverá ser de 50 mg/l.

A outorga tem validade de três anos, a contar do dia 13/05/2013, ou seja, seu prazo expira em 13/05/2016.

Sendo assim, foi solicitada a Divisão de Licenciamento da CESAN a atualização de nova outorga considerando a nova vazão de projeto de 9,0 l/s e coordenadas 341818 E / 7776475 N, *datum* WGS-84, conforme projeto.

### 3.5. TRATAMENTO DA FASE SÓLIDA

As principais etapas do gerenciamento do lodo e os principais processos utilizados são: digestão, adensamento, estabilização, condicionamento, desaguamento, higienização e disposição final.

Em estações cujo tratamento é a associação de reatores UASB, o lodo gerado pode ser encaminhado diretamente para o desaguamento. Nesse projeto o desaguamento será realizado através de leitos de secagem.

### 3.6. TRATAMENTO DA FASE GASOSA

Um dos subprodutos da decomposição anaeróbia (REATOR UASB) é a formação de gases tais como gás metano e gás sulfídrico. O primeiro é altamente energético enquanto o segundo é gerador de odor fétido, frequente nos sistemas anaeróbios além de também ser energético. Devido às características intrínsecas de cada gás, promove-se a queima controlada do mesmo em “Queimadores de Biogás”; este consiste num sistema de queima do mesmo de forma constante e de ignição manual acompanhado de dispositivo de segurança tipo corta-chama.

## 4. DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Na área da ETE, serão dimensionadas as seguintes unidades:

- Gradeamento
- Caixa de areia;



**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

- Calha parshall;
- Caixa de gordura;
- Leitos de Secagem;
- Tanque de Equalização;
- Elevatória de Esgoto Bruto e Recirculação.

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

#### 4.1. 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°

##### Dimensionamento

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 afluyente (m<sup>3</sup>/s);

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

Dessa forma, tem-se:

Área útil da grade média:

$$A_{u\text{média}} = 0,02 \text{ m}^2$$

Área útil da grade fina:

$$A_{u\text{fina}} = 0,02 \text{ m}^2$$

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);

A<sub>u</sub>: área útil (m²);

E: eficiência da grade.

Então, para a grade média temos:

$$A \text{ (média)} = 0,03 \text{ m}^2$$

E para a grade fina:

$$A \text{ (fina)} = 0,03 \text{ m}^2$$

Altura da lâmina d'água antes do rebaixo:

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

onde:

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

H<sub>máx</sub>: altura máxima da lâmina d'água (m);

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

Então:

$$Z = 0,10 \text{ m}$$

Largura do canal:

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

onde:

b: largura do canal (m);

A: área total (m<sup>2</sup>);

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

Obtém-se então, para a grade média:

$$B \text{ (média)} = 0,35 \text{ m}$$

Para a grade fina, temos:

$$B \text{ (fina)} = 0,35 \text{ m}$$

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 15 e 16, respectivamente:

**Tabela 15** Cálculo da velocidade através da grade média

	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Altura (m) h = H – Z	Área (m <sup>2</sup> ) A = b × h	Área útil (m <sup>2</sup> ) A <sub>u</sub> = A × E	Velocidade (m/s) v = Q/A <sub>u</sub>
Mínima	0,004	0,03	0,01	0,01	0,60
Média	0,009	0,06	0,02	0,02	0,56
Máxima	0,014	0,10	0,03	0,02	0,60

**Tabela 16** Cálculo da velocidade através da grade fina

	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Altura (m) h = H – Z	Área (m <sup>2</sup> ) A = b × h	Área útil (m <sup>2</sup> ) A <sub>u</sub> = A × E	Velocidade (m/s) v = Q/A <sub>u</sub>
Mínima	0,00	0,03	0,01	0,01	0,68
Média	0,01	0,06	0,02	0,01	0,64
Máxima	0,01	0,10	0,03	0,02	0,68

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) –  $v_0 = 2 \times v_{m\acute{a}x}$

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

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

Obtém-se assim, para a grade média:

$$H_f (\text{média}) = 0,01 \text{ m}$$

Para a grade fina:

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

#### 4.2. CAIXA DE AREIA

Os seguintes dados são considerados para o dimensionamento do desarenador:

- Vazão máxima de esgoto afluente ( $Q_{m\acute{a}x}$ ) = 14,48 l/s

- Velocidade média de escoamento máxima para a seção transversal = 0,24 m/s

- Velocidade máxima de escoamento máxima para a seção transversal = 0,25 m/s

Largura do desarenador:

Considerando-se uma velocidade de escoamento de 0,24 m/s na caixa de areia, tem-se:

$$b = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v \times h_{m\acute{a}x}}$$

onde:

$b$ : largura do desarenador (m);

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

$v$ : velocidade de escoamento no desarenador, 0,24 m/s;

$h_{m\acute{a}x}$ : altura máxima da lâmina d'água antes do rebaixo (m).

Dessa forma, obtém-se:

$$b = 0,50 \text{ m.}$$

Foi adotado  $b = 0,60 \text{ m}$ .

Comprimento do desarenador:

$$L = 22,5 \times h_{m\acute{a}x}$$

onde:

$L$ : comprimento do desarenador (m);

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

Obtém-se assim:

$L = 2,19 \text{ m}$ .

Foi adotado  $L = 2,20 \text{ m}$ .

Verificação das velocidades:

**Tabela 17** Cálculo da velocidade na caixa de areia

	Vazão (m3/s)	Altura (m) $h = H - Z$	Área (m2) $A = b \times h$	Velocidade (m/s) $v = Q/A$
Média	0,00	0,03	0,02	0,25
Máxima diária	0,01	0,06	0,04	0,24
Máxima horária	0,01	0,10	0,06	0,25

As velocidades de escoamento nos desarenadores estão entre 0,24 m/s e 0,25 m/s, portanto, essas unidades atendem à ABNT NBR 12209:2011.

Taxa de Aplicação Superficial:

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

Onde:

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

$Q$  = vazão média ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

$A$  = área superficial ( $\text{m}^2$ )

Dessa forma obtém-se:

$$T_x = 720 \text{ m}^3/\text{m}^2 . \text{d}$$

Foram adotados dois canais desarenadores com as seguintes características:

Remoção manual de areia

- Largura = 0,6 m
- Comprimento = 2,20 m
- Profundidade = 0,38 m

Descarga da caixa de areia

$t = 0,74 \text{ A/S } (h)^{1/2}$ , onde:

$A$  = área =  $0,6 \times 2,20 = 1,32 \text{ m}^2$

$h$  = altura útil = 0,38 m

T = tempo de descarga

S = área da tubulação de descarga.

Adotando D = 100 mm  $\rightarrow$  S = 0,00785m<sup>2</sup>

T = 0,74 x 1,32 x (0,38) <sup>1/2</sup> / 0,00785

T = 94,57 seg

### 6.3 CALHA PARSHALL

Calha Parshall w = 6"

H0 = (Q/(2,2 x w)) <sup>(2/3)</sup>, onde:

Onde:

Q= vazão em m<sup>3</sup>/s

H0 = altura do nível d'água no ponto 0 em metro

w = largura da garganta em metro

Para Qmáx. = 0,01 m<sup>3</sup>/s, temos:

H0 = (0,01/(2,2 x 0,152)) <sup>(2/3)</sup>

Hmáx. = 0,12 m

Para Qmin. = 0,004 m<sup>3</sup>/s, temos:

H0 = (0,004/(2,2 x 0,152)) <sup>(2/3)</sup>

Hmin. = 0,06 m

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

Qmin. / Qmax = (Hmin – Z) / (Hmax – Z)

0,004 / 0,01 = (0,1 – Z) / (0,2 – Z)

Z = 0,03 m

### 4.3. 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:

Vu: volume útil (m<sup>3</sup>);

Qmáx: vazão máxima afluyente (m<sup>3</sup>/s);

θ: tempo de detenção hidráulico (s).

Obtendo-se:

$$V_u = 2,20 \text{ m}^3$$



**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

#### Cálculo da área superficial:

Considerando-se uma taxa de 345,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia, 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:

$$A = 1,8 \text{ m}^2$$

#### 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:

$$b = 1,2 \text{ m, adotado } b = 1,1 \text{ m}$$

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

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:

$$h_u = 1,3 \text{ m}$$

#### **4.4. LEITOS DE SECAGEM**

Os leitos de secagem foram dimensionados para desaguamento 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 referência a vazão de lodo diária produzida nos reatores da empresa SANEVIX, sendo o mesmo 1,33 m<sup>3</sup> por dia.

Assim, adotando-se uma taxa de aplicação de sólidos de 15 kg/m<sup>2</sup>, a área mínima do leito é dada por:

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

$$A = \frac{1,33 \times 21}{15}$$



$$A = 74,48 \text{ m}^2$$

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

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

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

Se adotarmos a altura máxima permitida pela NBR 12.209/11 de 0,35m, tem-se:

$$A_{\text{leito}} = \frac{Q_{\text{lodo}} \times 21 \text{ dias}}{0,35 \text{ m}}$$

$$A_{\text{leito}} = 79,80 \text{ m}^2$$

Foi adotada área do leito = 80,00 m<sup>2</sup>

Sendo assim, foram adotados 2 células de 5 m x 8 m, cada.

#### 4.5. TANQUE DE EQUALIZAÇÃO

O tanque de equalização tem a função de absorver a vazão proveniente da lavagem do Biofiltro e de descarte do Decantador Secundário antes da recirculação.

Considerando que o tratamento secundário será compacto e que a vazão de recirculação será dimensionada pelo fabricante, o tanque de equalização torna-se um importante dispositivo para não sobrecarregar a elevatória que além de receber a vazão de recirculação também irá receber os esgotos afluentes à ETE.

A vazão afluyente ao tanque de equalização foi dimensionada segundo informações de fornecedores deste tipo de equipamento, considerando a reforma da unidade existente transformando-a em biofiltro e decantador secundário. O volume considerado, baseando-se naquelas informações foi de três descartes diários de 11,00 m<sup>3</sup>.

As dimensões do tanque serão:

Largura: 3,00 m;

Comprimento: 2,00 m;

Altura útil: 1,85 m.

O tempo de descarga para tubulação DN 80,0 mm é dado pela equação:

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

A = área = 3,00 x 2,00 = 6,00 m<sup>2</sup>

h = altura útil = 1,92 m

$t$  = tempo de descarga

$S$  = área da tubulação de descarga.

Adotando  $D = 80 \text{ mm} \rightarrow S = 0,005024 \text{ m}^2$

$T = 0,74 \times 6,00 \times (1,92)^{1/2} / 0,005024$

$T = 817,47 \text{ seg}$ , aproximadamente 14 minutos.

A vazão efluente será:

Vazão = Volume/tempo =  $11 \times 1000 / 817,47 = 13,45 \text{ l/s}$

Verifica-se então que deverão ser feitos três descartes diários do tanque de equalização para a elevatória com vazão de 13,45 l/s e duração de 14 minutos.

A elevatória foi dimensionada para a vazão máxima afluente de final de plano de 14,48 l/s, um incremento de 13,45 l/s é muito significativo, portanto, as descargas do tanque de equalização deverão ser feitas, fora do horário de pico de chegada de esgoto bruto na elevatória.

Para maior flexibilidade na operação do sistema, a vazão de descarga poderá ser controlada através da válvula na saída do tanque de equalização.

#### 4.6. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO E RECIRCULAÇÃO

A elevatória de esgoto bruto e recirculação receberá os esgotos provenientes das bacias de contribuição do sistema de Santa Leopoldina e os efluentes que recirculam na estação de tratamento de esgoto. O efluente dessa elevatória será encaminhado para a entrada do tratamento preliminar.

Os efluentes de recirculação serão provenientes do tanque de equalização. Os mesmos não foram considerados no dimensionamento da elevatória por se tratar de um descarte pontual, com vazão menor que a máxima horária, que poderá ser controlado para não interferir no funcionamento normal da elevatória (para mais informações sobre a vazão de recirculação ver item 4.5).

O projeto da elevatória foi dimensionado de acordo com o disposto na Norma Brasileira NBR 12208 “Projeto de Estações Elevatórias de Esgotos Sanitários” e atendendo as diretrizes técnicas e operacionais da CESAN.

As estruturas civis da elevatória foram dimensionadas para a vazão máxima horária de final de plano ( $Q_{\text{máx. horária}} = 14,48 \text{ l/s}$ ). A entrada do poço de sucção será provida de gradeamento médio.

Poço de sucção:

Verificação do tempo de intermitência da partida das bombas:

O tempo de intermitência é dado pela equação:

$$t = t_s + t_d; \text{ onde:}$$



**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

ts é o tempo gasto pelo nível de água pra subir desde o NA min. até o NA max.;

td é o tempo gasto pelo nível de água para descer desde o NA max. Até o NA. Min.

ts depende das variáveis:

V = volume útil do poço de sucção;

Qe = vazão de esgoto afluyente do poço de sucção.

$$ts = V/Qe$$

td depende das variáveis:

Qb = capacidade nominal da bomba.

$$td = V/(Qb-Qe)$$

Para a início de plano, temos:

Foi adotado um poço com 3,00 m de diâmetro e 0,35 m de altura útil.

$$V = 2,50 \text{ m}^3$$

Qe = vazão média afluyente de início de plano = 6,71 l/s (0,4026 m³/min);

$$Qb = 15,0 \text{ l/s} = 0,9 \text{ m}^3/\text{min}$$

t = 11,23 minutos; menos de seis partidas por hora → Ok!

Para final de plano, temos:

$$V = 2,50 \text{ m}^3$$

Qe = vazão máxima afluyente de final de plano = 14,48 l/s (0,868 m³/min);

$$Qb = 15,0 \text{ l/s} = 0,9 \text{ m}^3/\text{min}$$

t = 83,00 minutos → Ok!

Verificação do tempo de detenção:

O tempo de detenção pode ser calculado pela fórmula:

$T = Vd/Q_{min}$ ; onde:

T = tempo de detenção de esgoto no poço de sucção;

Qmin = vazão mínima de esgoto afluyente à elevatória;

Vd = Volume do poço considerando desde o NA médio até o fundo do poço.

O Volume do poço é dado pela seguinte relação:

$Vd = A \times H$ ; onde:



**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

$A = \text{área do poço (foi considerado um poço com 3,0 m de diâmetro)} = 7,065 \text{ m}^2$ ;

$H = \text{distância vertical entre o NA médio e o fundo do poço. Admite-se que o NA médio corresponde a um nível equidistante entre o NA máx. e o NA min..}$

Considerando a distância entre o NA min. e o fundo do poço de 0,30m. Sendo assim, temos:  $H$  (primeira etapa)  $= (0,35/2) + 0,3 = 0,475 \text{ m}$ .

$Q_{\min} = 4,00 \text{ l/s} = 0,24 \text{ m}^3/\text{minuto}$ ;

$T = V_d / Q_{\min} = (3,37) / 0,24 = 14,04 \text{ minutos} < 30 \text{ minutos} \rightarrow \text{Ok!}$

**Tabela 16 - Características do poço de sucção da EEB E.**

CARACTERÍSTICA	Valor	UNIDADE
Altura útil do poço de sucção	0,35	m
Diâmetro do poço de sucção	3,00	m
Volume útil do poço de sucção	2,25	m <sup>3</sup>
Tempo máximo de detenção	14,04	minuto
Tempo mínimo de intermitência das bombas	11,23	minuto
Tempo máximo de intermitência das bombas	83,00	minuto

Verificação do Diâmetro econômico do recalque – Fórmula de Bresser:

$D = K * Q^{1/2}$ ,  $K = 1,1$  e  $Q = 15,0 \text{ l/s}$

$D \text{ calculado} = 0,13 \text{ m}$   $D \text{ adotado} = 0,15 \text{ m}$

$\text{Velocidade} = 0,85 \text{ m/s}$

A tubulação de recalque será ferro fundido no diâmetro DN 150 mm com aproximadamente 38,0 metros (o comprimento deverá ser verificado no local).

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

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

EEB	Etapa Única – Alcance Ano 2016-2043
Vazão total	15,00 l/s
Cota de terreno na Elevatória	15,20 m
Cota NA mín da Elevatória	9,03 m
Cota NA máx. na linha de recalque	22,97 m
Extensão total do trecho em recalque	38,0 m
Altura geométrica (Hg)	13,94 m
Perda de carga distribuída	0,19 m
Perda de carga localizada	0,19 m
Hman total+ 1,00 m de folga	15,32 m.c.a

## CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA

O quadro a seguir 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.** Calculo do coeficiente K da perda de carga. Barrilete e linha de recalque.

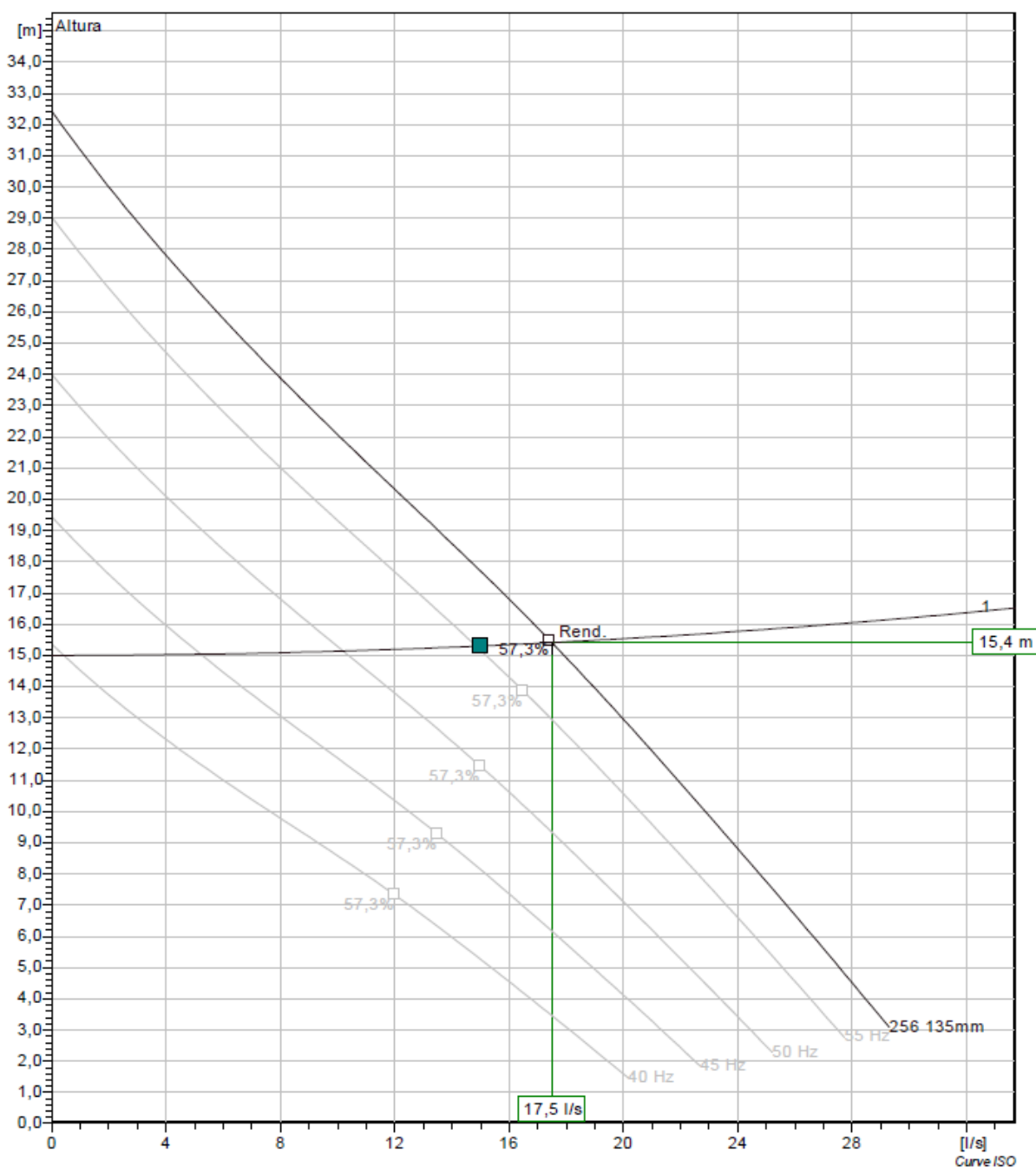
Peças	DN	Quant.	K	K Total
Ampliação gradual	dnx80	1	0,3	0,3
Curva 90º	80	3	0,4	1,2
Curva 45º	80	5	0,2	1,0
Válvula de Retenção	80	1	2,5	2,5
Válvula Gaveta	80	1	0,2	0,2
Junção	80	2	0,4	0,8
Entrada normal	80	1	0,5	0,5
Ampliação gradual	dnx80	1	0,3	0,3
<b>Total</b>				<b>6,8</b>

A tabela a seguir apresenta os dados para o traçado da curva característica do sistema.

**Tabela 1.** Dados para a curva característica.

VAZÃO m³/s	V (m/s)	Hg (m)	Perdas de Carga		HM (mca)
			Hf l	Hf d.	
0,005	0,25	13,94	0,20	0,20	15,34
0,01	0,50	13,94	0,09	0,09	15,12
<b>0,015</b>	<b>0,75</b>	<b>13,94</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>	<b>15,32</b>
0,02	1,00	13,94	0,34	0,33	15,61
0,025	1,25	13,94	0,54	0,52	16,00
0,03	1,50	13,94	0,78	0,74	16,46

Para o sistema da EEB poderá ser utilizado o conjunto moto-bomba FLYGT Modelo FLYGT NP 3102 SH 3, em etapa única - Ano de Alcance 2043.



**Figura 1.** EEB - Ponto de trabalho do conjunto moto-bomba modelo FLYGT NP 3102 SH 3, curva 256

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 2043

Vazão de Recalque de cada conjunto-moto-bomba (l/s)      17,5 l/s

Altura manométrica estimada c/folga de 1,00 (mca)      15,4 m



Potência Máxima do Motor

4,85 kW

É importante ressaltar a necessidade de instalação de inversor de frequência para controle de vazão da elevatória, pois a mesma define a vazão de chegada no sistema de tratamento, sendo que este foi dimensionado para as vazões média e máxima do sistema, conforme Tabela 14.

#### 4.7. EMISSÁRIO FINAL

O emissário final de esgoto tratado partirá do medidor de vazão e seguirá por gravidade até o ponto de lançamento no Rio Santa Maria da Vitória, nas coordenadas UTM N=7.776.475,137/ E=341.818,587.

Sua extensão será de 36 metros em PVC – DN 150 mm. Seu trajeto é constituído basicamente por uma travessia na rodovia ES 080, Km 40 no sentido Vitória-Santa Leopoldina e lançamento no rio. A travessia deverá ser feita por método não destrutivo, através de tubo camisa DN 600 e deverá seguir as orientações do DER/ES (Departamento de Estradas de Rodagem do Espírito Santo).

Além do emissário final, está previsto nesse projeto que a drenagem superficial da área da ETE também passe por dentro do mesmo do tubo camisa, dessa forma será necessária a construção de apenas uma travessia, contemplando as duas tubulações: a do emissário final em PVC DN 150 e a da drenagem em PVC DN 400.

O tubo camisa será em aço DN 600, com a extensão de 8,3 metros. Seguindo orientações do DER/ES, a travessia será provida de caixa de inspeção em ambas as margens da rodovia.

Não está previsto nesse projeto registro para as tubulações nas margens da rodovia, por ser tratar de condutos por gravidade, com lançamento no rio em ponto bem próximo ao local da travessia, ou seja, um eventual vazamento não trará prejuízo ao tráfego local.

### 5. MANUAL DE OPERAÇÃO

#### 5.1. 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 Santa Leopoldina. 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



**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



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***

## **5.2. 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.

### 5.3. 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 graxeiras;
- 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.

#### **5.4. 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.

##### **5.4.1. 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.

##### **5.4.2. 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.

##### **5.4.3. Caixa de Gordura**

Verifique o nível de gordura em suspensão acumulada dentro da caixa de gordura. Quando ocorrer um camada espessa, ou quando o operador julgar necessária, a gordura deverá ser removida manualmente com o uso de pá para coleta e despejada na caçamba para guincho (balde). A caçamba para guincho deverá ser encaixada no guincho elétrico, através do qual será transportada para o patamar inferior no nível da rua, e então, a gordura deverá ser despejada manualmente dentro da caçamba estacionária localizada no pátio e encaminhada para o aterro sanitário.

##### **5.4.4. 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:

- a) Ligue os aspersores do Tratamento de Gases por aproximadamente 5 minutos. Isso fará com que a grama fique úmida e ajude no tratamento;

- b) 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;
- c) 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.

## 5.5. TRATAMENTO SECUNDÁRIO

### 5.5.1. Elevatória de Esgoto Bruto e Recirculação

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

- a) Verificar se as bombas estão lubrificadas;
- b) Anotar a tensão, corrente do motor, a pressão de descarga e a vazão debitada;
- c) 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.

### 5.5.2. 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.

## 5.6. TRATAMENTO DE LODO

### 5.6.1. 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.

## 6. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS

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

### 6.1. TRATAMENTO SECUNDÁRIO COMPACTO

#### 6.1.1. Escopo de Fornecimento

O escopo de fornecimento consiste no projeto, fabricação, fornecimento e montagem de uma (01) ETE compacta do tipo UASB+BF+DS, conforme especificado neste documento.

O Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB) deverá ser uma unidade separada das demais e o Biofiltro Aerado Submerso com remoção de Matéria Orgânica (BF) e Decantador Secundário (DS) deverão ser implantados aproveitando a estrutura existente no local, conforme item 2.2 deste memorial.

O fornecimento incluirá os seguintes itens principais:

- Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB);
- Reforma da unidade de tratamento existente transformando em Biofiltro Aerado Submerso com remoção de Matéria Orgânica (BF) e Decantador Secundário (DS);
- Dois (02) Sopradores, sendo um (01) reserva;
- Queimador de Gás;
- Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
- Painel Elétrico e de Automação, quando necessário;
- Projeto do sistema de tratamento;
- Ensaios e testes na fábrica;
- Transporte do material necessário até o local determinado para execução dos serviços;

- Supervisão, reparos e correções necessárias durante a montagem;
- Utilização de mão-de-obra especializada;
- Ensaio de funcionamento após instalação;
- Instalações elétricas dos equipamentos constantes do projeto da ETE;
- Pintura completa e proteção;
- Suporte técnico para Licenciamento, implantação e operação da ETE junto ao órgão ambiental, fornecendo a documentação necessária para aprovação como: projetos, memoriais descritivos e de cálculo e manual de operação e manutenção;
- Assessoria Técnica para a partida do Sistema e treinamento dos operadores.

### 6.1.2. Normas

O dimensionamento deverá atender à norma NBR 12209:2011, com destaque para o item 6.4 da mesma que dispõe sobre tratamento anaeróbio com reator do tipo UASB.

O tratamento secundário compacto, objeto desta especificação, deverá ser fabricado por fornecedores com experiência na fabricação de produtos iguais ou similares.

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

Poderá ser proposto materiais construtivos de qualidade comprovada igual ou superior ao material especificado.

### 6.1.3. Características Técnicas e Construtivas

Os materiais utilizados na construção da ETE compacta devem atender ao requisito básico de resistir à corrosão visto que estarão expostos às características do esgoto e à subprodutos altamente agressivos que podem ser formados a partir da degradação anaeróbia de determinados compostos orgânicos.

Por questões construtivas e de custo, o concreto e o aço têm sido os materiais mais empregados na construção de reatores UASB, todavia devem receber algum tipo de revestimento interno para proteção anticorrosiva, notadamente nas paredes e lajes que ficam acima do nível do líquido.

Em relação ao separador trifásico, parte componente do reator localizada na parte superior e, portanto, mais exposto ao processo de corrosão, o material a ser utilizado em sua confecção deverá ser mais resistente, ou revestido com mais rigor.

O projeto deverá considerar os dados e características citados a seguir:

- DBO de entrada = 400 mg/l;
- Vazão média = 9,00 l/s;



**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



- Eficiência de tratamento mínima requerida (UASB + BF+ DS) = 90%.

Foram representadas em projeto duas unidades de tratamento compacto. Uma unidade de Reator UASB do tipo circular com diâmetro de 8,15 metros e outra unidade existente com diâmetro de 7,13 metros. A unidade existente deverá ser reformada e transformada em Biofiltro e Decantador. No Biofiltro deverá ser utilizado elemento filtrante em polietileno do tipo Placa PET ou similar.

A área prevista e disponível para implantação do reator UASB é de cerca de 100 m². As cotas de terreno e chegada/saída das tubulações especificadas no projeto são fundamentais para o funcionamento da Estação de Tratamento e deverão ser atendidas. Na ocasião da obra, estas poderão ser adequadas conforme unidade fornecida, desde que mantida a concepção do projeto.

A carga média prevista para a ETE é de 7 toneladas/m².

- Sopradores

Deverão ser fornecidos dois sopradores, sendo um reserva, para aeração do Biofiltro. A vazão de ar requerida deverá ser dimensionada pelo fabricante da ETE Compacta.

- Queimador de gás

O queimador de gás deverá ser provido de protetor de chama e sistema de ignição automático.

- Proteção anticorrosiva

A proteção à corrosão pode ser intrínseca ao próprio material (PVC, fibra de vidro, aço inoxidável, etc) ou pode ser conferida ao mesmo, através de aditivos e revestimentos especiais (caso do concreto e aço).

No caso do emprego do aço como material de construção dos reatores, devem ser tomados cuidados ainda maiores para se evitar a corrosão, incluindo a utilização de aços especiais e o controle rigoroso dos revestimentos empregados.

No caso de reatores em concreto armado, a preocupação com a proteção da estrutura deve ser iniciada na fase de construção da unidade, com a produção de um concreto de resistência química adequada. Fatores como utilização de um concreto com baixa relação água/cimento, compactação rigorosa do concreto, adequado processo de cura e escolha de um cimento apropriado devem ser considerados.

#### **6.1.4. Garantias e Responsabilidades**

O Fabricante deverá garantir que o material oferecido será construído conforme as especificações, é novo e da melhor qualidade, é isento de erros, vícios ou defeitos de concepção ou projeto, vícios ou defeito de fabricação ou de matéria prima, tem as dimensões e capacidade suficiente, bem como, é constituído de materiais adequados ao atendimento, sob todos os aspectos das condições de operação e oferece desempenho plenamente satisfatório.



**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

São previstos dois tipos de garantia, a de desempenho e de funcionamento. Entende-se que o desempenho tem garantia pela vida do equipamento, desde que as condições de projeto sejam mantidas. A garantia de funcionamento será de dez (10) anos, contados a partir da instalação.

Caso alguma peça ou parte do conjunto seja fabricada ou montada por terceiros, o Fornecedor será responsável pelo seu funcionamento e/ou performance como se ele, Fornecedor, a tivesse fabricado.

O Fabricante deve se obrigar a dar assistência técnica que se fizer necessária, bem como, satisfazer plenamente as condições da proposta, a efetuar as suas exclusivas expensas as alterações, os reparos, as substituições, as reposições e os consertos de todo e qualquer material que apresentar anomalias, vícios ou defeitos decorrentes de matéria-prima empregada em sua produção e/ou decorrentes de erros de concepção de projeto e/ou de fabricação.

#### **6.1.5. Inspeções, Ensaios e Testes**

##### **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.

##### **Testes de Campo**

Após a instalação ter sido concluída, serão executados os testes de campo em data preestabelecida entre a 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.

Deverá ainda ser feito teste de aderência e espessura do revestimento anticorrosivo e teste hidráulico com objetivo de verificação de vazamentos, ajuste do perfil hidráulico e dos equipamentos.

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.

#### **6.2. 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, tríplice função;
- Flutuador: Único, corpo, tampa e mancal e haste em aço AISI 304;



**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

- 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.

### 6.3. 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

### 6.4. 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



**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



- 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)

## 6.5. GRADE MANUAL

### 6.5.1. 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 **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.

### 6.5.2. Normas

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

### 6.5.3. Características Técnicas e Construtivas

#### Condições Locais

##### a) Temperatura do Ambiente

- Máxima: 40 °C;
- Mínima: 5 °C;
- Média Anual: 24 °C;

##### b) 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.

#### 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: 60º e;
- Espaçamento entre as barras: conforme projeto.

### 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 e;
- Tipo de limpeza: Manual.

#### 6.5.4. Materiais

Estrutura principal da grade: PRFV.

#### 6.5.5. Preparação das Superfícies, Pintura e Proteção

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

#### 6.5.6. Inspeções e Testes na Fábrica

Serão feitas as seguintes inspeções:

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

### 6.6. CALHA PARSHALL

#### 6.6.1. 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.

#### 6.6.2. 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.

### 6.6.3. 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 e,
- Supervisão de montagem.

### 6.6.4. 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.

### 6.6.5. Características Técnicas e Construtivas

#### Condições Locais

- Ambiente agressivo
- a) Temperatura do Ambiente
  - Máxima: 40 °C;
  - Mínima: 5 °C;
  - Média Anual: 24 °C.
- b) 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.

## **Materiais**

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

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

## **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.

### **6.6.6. Inspeções, Ensaios e Testes**

#### **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.

#### **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.

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

#### **6.7.1. Objetivo**

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

#### **6.7.2. Características Básicas**

##### **Transmissor**

- Tipo de Medição : Ultrassônico;
- Span : 0 a 10 m;



**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

- 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.

#### **Dados do Processo**

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

#### **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.

#### **6.7.3. 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).

#### **6.7.4. 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.

#### 6.7.5. Documentos

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

#### 6.7.6. 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.

### 6.8. GUINDASTE GIRATÓRIO DE COLUNA

#### 6.8.1. 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 **guindaste giratório de coluna**, seus equipamentos e acessórios, a serem instalados na Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários de Santa Leopoldina.

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.

#### 6.8.2. Escopo de Fornecimento

Um (01) guindaste giratório de coluna, a ser implantado ao lado da elevatória de esgoto bruto para remoção dos conjuntos moto-bombas com características conforme projeto.

#### 6.8.3. Dados e Características do Equipamento

*Função:* movimentação de motores, bombas e válvulas para manutenção.

- Capacidade de trabalho: conforme projeto (verificar peso das bombas)
- Comprimento da lança: Conforme Projeto
- Giro: manual ou motorizado até 360°
- Mecanismo de elevação: talha elétrica de cabo de aço
- Elevação: Conforme Projeto

### 6.9. GUINCHO/TALHA ELÉTRICA COM SUPORTE E CAÇAMBA PARA GUINCHO

#### 6.9.1. 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 **guincho/talha elétrica com suporte e caçamba para guincho**, seus equipamentos e acessórios, a serem instalados na Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários de Santa Leopoldina.

Esta especificação, juntamente com demais documentos a ela relacionados, estabelecem os objetos e as condições técnicas gerais, sendo que qualquer equipamento, material ou serviço



**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



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.

### 6.9.2. Escopo de Fornecimento

Um (01) guincho/talha elétrica com suporte e caçamba para guincho, a ser implantado ao lado da caixa de gordura para transporte da gordura que será removida manualmente para a caçamba e transportada até o patamar da rua.

### 6.9.3. Dados e Características do Equipamento

*Função:* transporte da gordura da caixa de gordura até o patamar da rua.

- Capacidade de trabalho: conforme projeto (150 a 300 kg)
- Mecanismo de elevação: talha elétrica de cabo de aço
- Elevação: Conforme Projeto

## 6.10. MONOVIA, TALHA E TROLE

### 6.10.1. 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 **Monovia com talha e trole**, seus equipamentos e acessórios, a serem instalados na Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários de Santa Leopoldina.

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.

### 6.10.2. Generalidades

Deverá ser fornecida uma (1) Monovia com talha e trole a ser instalada na obra de implantação da ETE, conforme discriminado em projeto.

Esta monovia deverá ser projetadas para resistir aos efeitos corrosivos do líquido e dos eventuais produtos químicos incorporados ao mesmo.

### 6.10.3. Escopo de Fornecimento

O escopo do fornecimento compreende:

- Uma (01) monovia com talha e trole elétricos para movimentação dos sopradores na sala dos sopradores;

O fornecimento inclui projetos, fabricação, ensaios, pinturas, embalagens, transporte, manuais de operação e manutenção, supervisão de montagem e garantia.

### 6.10.4. Normas

A monovia com talha e trole e seus acessórios, objeto desta especificação, deverão ser fabricados por fornecedores com experiência na fabricação de produtos iguais ou similares.



**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



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 aplicadas, onde cabível.

#### **6.10.5. Características Técnicas e Construtivas**

A monovia será montada em área abrigada com talha tipo de cabo de aço, de baixa elevação, para manuseio ou movimentação de equipamentos em manutenção, com tempo médio quando em operação de 02 a 04 horas por dia. Deverão ter placa de identificação em aço inoxidável com as principais características

#### **6.10.6. Mecânicas**

O conjunto mecânico composto de talha de cabo de aço, gancho e carro de translação deverão atender as seguintes especificações:

- A carcaça deverá ser composta por flanges e perfis de aço que unidos através de solda, deverão formar uma estrutura rígida;
- O carro de translação para talha de baixa altura deverá ser provido de caixa para contra-peso, possuir motofreio elétrico, redutor fechado e o engrenamento aberto que acopla o redutor à roda motora. A caixa para contra-peso deverá ser fornecida vazia e dever ser carregada conforme a necessidade durante a instalação para obter equilíbrio da talha;
- O redutor de velocidades deverá ser fabricado do em carcaça totalmente blindada, com engrenagens temperadas, cementadas, retificadas e lubrificadas em banho de óleo, sendo os eixos fixados em mancais de rolamento;
- O tambor do cabo deverá ser construído em tubo de aço conforme norma API (Especificação 5L- Gr. B), possuir mancais com rolamentos de esferas e ranhuras usinadas em seu diâmetro externo, para enrolamento de cabo de aço;
- A guia do cabo deverá ser construída em ferro nodular e usinado com ranhuras internas que se acomodam nas ranhuras do tambor;
- A guia do cabo deverá deslocar-se axialmente sobre o tambor, quando este entrar em movimento;
- O moitão deverá possuir gancho com trava de segurança e polias de redução montadas em mancais de rolamentos lubrificados com graxa;
- A monovia deverá ser fabricada a partir de perfil de aço abrangendo sistema de fixação em vigas de concreto e possuir dispositivo para o sistema de alimentação elétrica, ao longo de todo percurso (Feeston) e;
- Para cada movimento deverá ter batentes para acionamento elétrico e chaves fim de curso.

#### **6.10.7. ELÉTRICAS**

A tensão de alimentação dos motores dos movimentos, deverá ser multivoltagem (220V, 380V e 440V) 220 V, (  $\pm 10\%$ ) Vca, 60Hz, sistema trifásico solidamente aterrado, proveniente do quadro de distribuição de 460V. A alimentação da talha/carro será por meio de tomadas para força 440V-20A, com isolação para 600V, montadas em caixas blindadas.

Os motores deverão ser do tipo de anéis, trifásicos, adequados para movimentação de cargas. O isolamento dos motores será classe F, impregnado com composto à prova de óleo e de umidade, com acabamento à prova de fungos, adequado para clima tropical.



**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

Cada motor terá conjugado máximo compatível com as características dos equipamentos mecânicos da talha/carro e será dimensionado para regime de funcionamento de 50% e 04 partidas por hora. Os motores deverão ter potência e conjugados compatíveis com as necessidades da operação da talha/carro.

Os motores deverão ser equipados com resistências de aquecimento, para evitar condensação de umidade nas bobinas e nos enrolamentos dos motores, quando os mesmos estiverem fora de operação.

O sistema de elevação e translação do carro será por botoeira suspensa em cabo e deverá conter todos os botões necessários a movimentação. A botoeira a 1200 mm do piso operando ao longo do curso do carro (trole) deverá conter uma sinalização clara e precisa de cada movimento da talha/carro. A tensão de alimentação deverá ser 110 Vca.

Todos os dispositivos de controle e proteção de cada motor deverão ser instalados em quadro tipo armário fechado, blindado, de construção robusta, para instalação ao tempo, fixado em pilar. O quadro de comando da talha/carro deverá conter basicamente os seguintes componentes:

- Disjuntor geral, tripolar, tipo caixa moldada, comando manual dimensionado para as potências dos motores;
- Elementos térmicos, um por fase, devendo operar diretamente sobre o mecanismo de abertura do disjuntor, independente de tensão auxiliar de controle;
- Relé de proteção contra mínima tensão;
- Transformadores monofásicos, tipo seco, de capacidades adequadas, protegidos por fusíveis, primário e secundário;
- Disjuntores tripolares com comando manual destinados aos circuitos de cada motor;
- Proteção térmica de sobre carga;
- Relés auxiliares e temporizados necessários para o bom desempenho do conjunto;
- Resistência de aquecimento do quadro, controlada por termostato e
- Régua de terminais.

As resistências rotóricas serão de aço inoxidável, de alto grau de dissipação calorífica, montadas em caixas ventiladas com proteção contra respingos.

As chaves fins-de-curso deverão ser previstas para as seguintes finalidades:

- Fins-de-curso superior e inferior do gancho de elevação para prevenir excesso de enrolamento e desenrolamento dos cabos no tambor, capazes de interromper o circuito de alimentação geral de força dos motores; a chave fim-de-curso inferior deverá ser ajustável para operar em qualquer posição do gancho, as chaves fins-de-curso deverão estar fechadas em caixas estanques à poeira/ umidade.

#### **6.10.8. Pintura e Proteção para Estruturas e Equipamentos**

##### **Preparação das Superfícies**

Todas as superfícies a serem pintadas deverão ser devidamente limpas, como indicado a seguir, de forma a ficarem isentas de crostas de laminação, sujeira, ferrugem, graxa e outras substâncias estranhas, objetivando-se obter uma superfície limpa e seca.

Todos os cantos vivos deverão ser eliminados com esmeril ou por outros meios, para melhorar a aderência da tinta.

Às superfícies de aço deverão ser jateadas com areia ou granalha de aço até o metal quase branco. À limpeza com jato de areia deverá ser igual ou superior à requerida pela "The Steel Structures Painting Council Surface Preparation Specification SSPC-SP-10 for N° 10 Near White Blast Cleaning".

### **Pintura**

A pintura será executada de acordo com as recomendações da norma SSPC-PA-1 – Pintura na Fábrica, no Campo e de Manutenção do "The Steel Structures Painting Council" e/ou observância às recomendações do fabricante das tintas, conforme resumo abaixo:

#### **a) Pintura Básica**

Deverão ser aplicadas duas demãos de cromato de zinco à base de resinas alquídicas. A espessura final da película seca deverá ser de 80 micra.

#### **b) Pintura de Acabamento**

Deverão ser aplicadas duas demãos de esmalte sintético à base de resinas alquídicas.

A espessura final mínima da película seca para as quatro demãos (pintura básica + pintura de acabamento) deverá ser igual a 160 micra.

### **Quadro de Comando**

As superfícies do quadro de comando e proteção deverão receber o seguinte tratamento:

#### **a) Preparação das Superfícies:**

- Remoção de materiais estranhos mediante escova de aço;
- Remoção de óleos e graxa mediante o uso de solventes apropriados e
- Jateamento abrasivo conforme especificação nº 10 (SP10-63T) do SSPC ou Grau As-21/2 da norma sueca SIS-055900/1967.

#### **b) Proteção das Superfícies e Acabamento:**

A pintura, após jateamento, deverá ser feita com pó de poliéster, aplicado com pistola eletrostática de alta voltagem e polimerização em estufa, com espessura média seca de 100 micra, na cor cinza clara MUNSELL N.6,5.

Obs.: a pintura de pó de poliéster poderá ser substituída por pó de epóxi, com a mesma espessura acima e acabamento com esmalte de poliuretano alifático de alta espessura de 70 micra.

## **6.10.9. Inspeções, Ensaios e Testes**

### **Na Fábrica**

Os ensaios deverão ser realizados na fábrica do fornecedor na presença do inspetor credenciado da CESAN, de acordo com os critérios definidos e exigidos por normas. A data de realização dos ensaios deverá ser comunicada com 15 dias de antecedência.

### **Mecânica**

Não serão inspecionados componentes e acessórios de sub-fornecedores, cabendo esta responsabilidade ao fabricante do equipamento.

Serão verificados e inspecionados:

- Inspeção visual e dimensional dos componentes e conjunto;



**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

- Ensaios de Raios-X nas soldas estruturais;
- Certificado da flecha medida das monovias;
- Placa de identificação e;
- Pintura.

#### **6.10.10. Montagem, Supervisão e Verificação de Funcionamento**

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

#### **6.10.11. Garantias e Responsabilidades**

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

#### **6.10.12. Documentos**

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

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

#### **6.11.1. Introdução**

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

#### **6.11.2. 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 0,5mm 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 0,5mm 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 50mm.
- 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



**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

- 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.

### **6.11.3. 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.



**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



## 6.12. EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO

### 6.12.1. Generalidades

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

### 6.12.2. Escopo de Fornecimento

#### a) *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.

#### b) 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.

#### **6.12.3. Sólidos Sedimentáveis**

##### **a) Cone Imhoff – 06 unidades**

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

##### **b) Suporte para cone Imhoff – 02 unidades**

- Suporte para 3 Cones;
- Polipropileno.

#### **6.12.4. Oxigênio dissolvido**

##### **a) 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.

#### **6.12.5. Detector de H2S**

- 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.

### **6.13. 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.

#### **6.13.1. 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 contíguas.

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.

#### **6.13.2. 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.

### 6.13.3. 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.

### 6.13.4. 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.

### 6.13.5. 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;

### 6.13.6. Tipo de aplicação

#### 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;



**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

- Espessura final mínima: 400 micras;
  - Tempo de secagem: 5 a 10 dias.
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.

## 7. ANEXOS

### 1. RELAÇÃO DE DESENHOS

#### RELAÇÃO DE DESENHOS – VOLUME II – TOMO B

ITEM	Nº ENGESOLO	Nº CESAN	TÍTULO
01	SA_PR064_15_DE_23_012_001_A	B-056-000-92-5-XX-0006	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Urbanização - Planta - 01/02 - Folha 01/22
02	SA_PR064_15_DE_23_012_002_A	B-056-000-92-5-XX-0007	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Urbanização - Seções de Terraplanagem - 02/21 - Folha 02/22
03	SA_PR064_15_DE_23_012_003_A	B-056-000-92-5-XX-0008	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Implantação 01/01 - Folha 03/22
04	SA_PR064_15_DE_23_012_004_A	B-056-000-92-5-XX-0009	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Perfil Hidráulico 01/01 - Folha 04/22
05	SA_PR064_15_DE_23_012_005_A	B-056-000-92-5-XX-0010	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Hidrossanitário da Casa de Apoio - Plantas, Esquema Vertical e Detalhes - Água Fria 01/02 - Folha 05/22
06	SA_PR064_15_DE_23_012_006_A	B-056-000-92-5-XX-0011	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Hidrossanitário da Casa de Apoio - Plantas, Esquema Vertical e Detalhes - Esgoto e Lista de Materiais 02/02 - Folha 06/22
07	SA_PR064_15_DE_23_012_007_A	B-056-000-92-5-XX-0012	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Leito de Secagem - Planta Baixa e Vista Superior - 01/02 - Folha 07/22
08	SA_PR064_15_DE_23_012_008_A	B-056-000-92-5-XX-0013	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Leito de Secagem - Cortes, Detalhes e Lista de Material - 02/02 - Folha 08/22
09	SA_PR064_15_DE_23_012_009_A	B-056-000-92-5-XX-0014	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Elevatória de Esgoto Bruto e Recirculação - Planta Baixa e Vista Superior - 01/03 - Folha 9/22
10	SA_PR064_15_DE_23_012_010_A	B-056-000-92-5-XX-0015	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Elevatória de Esgoto Bruto e Recirculação - Corte A-A e Lista de Materiais - 02/03 - Folha 10/22
11	SA_PR064_15_DE_23_012_011_A	B-056-000-92-5-XX-0016	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Elevatória de Esgoto Bruto e Recirculação - Corte B-B e Detalhes - 03/03 - Folha 11/22
12	SA_PR064_15_DE_23_012_012_A	B-056-000-92-5-XX-0017	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Tratamento Primário - Planta Baixa - 01/05 - Folha 12/22
13	SA_PR064_15_DE_23_012_013_A	B-056-000-92-5-XX-0018	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Tratamento Primário - Vista Superior e Cortes - 02/05 - Folha 13/22
14	SA_PR064_15_DE_23_012_014_A	B-056-000-92-5-XX-0019	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Tratamento Primário - Corte AA e Detalhes - 03/05 - Folha 14/22
15	SA_PR064_15_DE_23_012_015_A	B-056-000-92-5-XX-0020	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Tratamento Primário - Cortes FF, GG e Lista de Materiais - 04/05 - Folha 15/22
16	SA_PR064_15_DE_23_012_016_A	B-056-000-92-5-XX-0021	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Tratamento Primário - Detalhes Gerais - 05/05 - Folha 16/22
17	SA_PR064_15_DE_23_012_017_A	B-056-000-92-5-XX-0022	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Drenagem Pluvial - Planta Baixa e Lista de Materiais - 01/02 - Folha 17/22
18	SA_PR064_15_DE_23_012_018_A	B-056-000-92-5-XX-0023	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Drenagem Pluvial - Detalhes - 02/02 - Folha 18/22
19	SA_PR064_15_DE_23_012_019_A	B-056-000-92-5-XX-0024	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Travessia da Rodovia ES 80 - Planta Baixa, Perfil, Detalhes e Lista de Material - 01/01



**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

			- Folha 19/22
20	SA_PR064_15_DE_23_012_020_A	B-056-000-92-5-XX-0025	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Tubulações Externas - Planta e lista de materiais 01/01 - Folha 20/22
21	SA_PR064_15_DE_23_012_021_A	B-056-000-92-5-XX-0026	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Caixa de Equalização e Detalhes - Folha 21/22
22	SA_PR064_15_DE_23_012_024_A	B-056-000-92-5-XX-0027	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Hidráulico - Medidor de Vazão - Vista Superior, Planta, Cortes, Detalhe e Lista de Material - Folha 22/22
23	SA_PR064_15_DE_23_012_022_A	B-056-000-92-2-XX-0001	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Arquitetônico - Casa de Apoio e Abrigo do Soprador - Planta Baixa, Cortes, Fachadas e Planta de Cobertura - Folha 01/02
24	SA_PR064_15_DE_23_012_023_A	B-056-000-92-2-XX-0002	Estação de Tratamento de Esgoto - Projeto Arquitetônico - Casa de Apoio e Abrigo do Soprador - Detalhe Áreas Molhadas - Folha 02/02

2. ATA DE REUNIÃO



**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