

SAAEC

Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cerquilho

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DA ETE RIO SOROCABA CERQUILHO/SP

**PRODUTO 2 - PROJETO DE READEQUAÇÃO DO TRATAMENTO
PRELIMINAR E DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO
TOMO I – MEMORIAL DESCRITIVO**

Nº Documento:			Nº Contrato/Lote:	
HBR71-21-SAAEC-REL002			HBR71-21	
05	10/01/22	Revisão com considerações FEHIDRO	ARTTT	VCQ
04	03/11/22	Revisão com considerações FEHIDRO	ARTTT	VCQ
03	22/03/22	Revisão com as considerações do cliente	ARTTT	VCQ
02	15/02/22	Revisão com as considerações do cliente	ARTTT	VCQ
01	22/11/21	Emissão inicial	ARTTT	VCQ
00	15/10/21	Preliminar	ARTTT	VCQ
Rev.	Data	Descrição da Revisão	Elaborado por	Aprovado por



ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO



HIDROBR CONSULTORIA LTDA.
AVENIDA BRASIL, N° 888 – 14° ANDAR, SANTA EFIGÊNTIA
CEP: 30140-001 – BELO HORIZONTE/MG

EQUIPE-CHAVE

Vitor Carvalho Queiroz (Coordenador geral)
Ana Raquel Teixeira Torchetti Resende (Coordenadora técnica)
Mariana Alves Pinto Januário (Projetista)

EQUIPE DE APOIO

Igor Braga Martins (Engenheiro eletricitista)
Eduardo da Rocha Teixeira (Engenheiro civil)

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1	INTRODUÇÃO	4
2	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	4
3	SUB-BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO	6
4	POPULAÇÃO DE PROJETO	8
4.1	SUB-BACIA I - ETE ALIANÇA	8
4.2	SUB-BACIA II - ETE SOROCABA	10
4.3	SUB-BACIA III - Córrego Cachoeira	11
5	VAZÕES DE PROJETO	13
5.1	DADOS E PARÂMETROS	13
5.1.1	QUOTA PER CAPITA	13
5.1.2	COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE CONSUMO E DE RETORNO	13
5.1.3	TAXA DE INFILTRAÇÃO	14
5.2	CÁLCULO DAS VAZÕES	14
6	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO EMISSÁRIO E SEUS ÓRGÃOS ACESSÓRIOS	16
7	TRATAMENTO PRELIMINAR	17
7.1	CALHA PARSHALL	18
7.2	GRADEAMENTO	19
7.3	CAIXA DE AREIA	21
8	ELEVATÓRIA DE ESGOTO FINAL E LINHA DE RECALQUE	22
8.1	ALTURA MANOMÉTRICA	23
8.2	VELOCIDADE DE ESCOAMENTO	24
8.3	POÇO DE SUÇÃO	24
8.4	CICLO DE FUNCIONAMENTO	25
8.5	MACROMEDIDOR	25
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório constitui um dos produtos do projeto de ampliação da capacidade da ETE Sorocaba situada no município de Cerquillo – SP e de responsabilidade do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cerquillo – SAAEC.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do Rio Sorocaba está localizada próxima à margem do Rio Sorocaba e próxima à ETE Aliança, na zona Noroeste do município de Cerquillo. Atualmente a ETE Sorocaba possui capacidade de vazão média igual a 55 L/s. No entanto, em virtude do crescimento populacional que ocorrerá na área de contribuição e a desativação de ETE Aliança, estima-se que partir do ano 2035 será necessário ampliar a capacidade de tratamento. Este projeto visa apresentar tecnologias e intervenções que serão implantadas para ampliação da capacidade de tratamento.

O projeto será dividido em 4 produtos, a saber:

- Produto 1 - Relatório de serviços de campo - sondagem e batimetria;
- Produto 2 - Projeto de readequação do tratamento preliminar e da estação elevatória de esgoto bruto;
- Produto 3 - Projeto de ampliação da capacidade de tratamento da ETE Sorocaba;
- Produto 4 - Procedimentos para licenciamento ambiental e obtenção de outorga.

O Produto 2 - Projeto de readequação do tratamento preliminar e da estação elevatória de esgoto bruto é dividido em dois Tomos, a saber:

- Tomo I – Memorial descritivo
- Tomo II – Desenhos
- Tomo III – Projeto estrutural
- Tomo IV – Projeto elétrico
- Tomo V - Orçamento

Neste primeiro Tomo, serão apresentadas as justificativas e os critérios técnicos usados no estudo, além do dimensionamento da estação elevatória final e todos os seus componentes.

2 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Em 2018, foi elaborado o projeto do sistema de esgotamento de efluentes para a bacia do Córrego Cachoeira, no município de Cerquillo/SP. O escopo deste projeto constitui em encaminhar os efluentes gerados na bacia do Córrego Cachoeira até a ETE Sorocaba. Além disso, como a estação de tratamento de esgoto Aliança será desativada, conforme indica o

Plano Diretor de Água e Esgoto de Cerquilho, os efluentes da área atendida pela estação de tratamento também serão encaminhados para a ETE Sorocaba.

O projeto, então, foi composto por 01 (um) interceptor, 02 (duas) estações elevatórias de esgoto com as respectivas linhas de recalque e tratamento preliminar e 01 (um) emissário até a estação de tratamento de esgoto Sorocaba, como mostra a Figura 1.



Figura 1 – Representação do projeto do sistema de esgotamento dos efluentes do Córrego Cachoeira

Fonte: Novaes, 2018

Conforme solicitado pelo SAAE Cerquilho, foi proposta uma adequação deste estudo, de forma a compatibilizar e otimizar os dois projetos. A ideia é expandir o emissário proposto pela NOVAES (2018) até a Estação Elevatória projetada para a ETE Sorocaba, eliminando, assim, uma estação elevatória. A Figura 2 mostra a compatibilização dos dois projetos, sendo que os

elementos em azul mostram a proposta da NOVAES (2018), e os elementos em vermelho, o presente estudo.

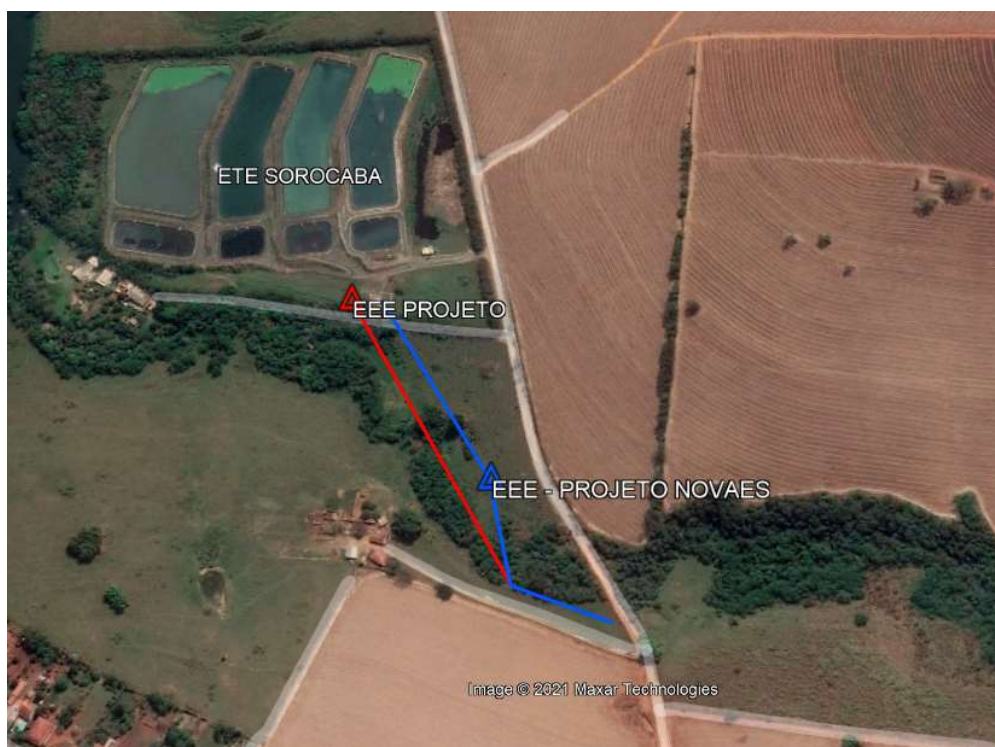


Figura 2 – Representação da compatibilização dos projetos

Fonte: Google Earth, 2021

Para elaboração deste projeto, foram consideradas as seguintes premissas e documentos técnicos:

- Projeto técnico elaborado pela NOVAES em 2018;
- Levantamentos topográficos existentes;
- Normas Técnicas da ABNT;
- Procedimentos e Padrões adotados pelo SAAE Cerquilho;
- Normas e posturas municipais de Cerquilho/SP;
- Plano Diretor de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de Cerquilho/SP;
- Plano Municipal de Saneamento Básico de Cerquilho/SP;
- Literatura científica.

3 SUB-BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Para o dimensionamento das unidades, serão considerados os estudos populacionais e de vazão elaborados pela NOVAES (2018).

O estudo considerou 3 sub-bacias cujo esgoto gerado é encaminhado para a ETE Sorocaba. Assim, as populações de projeto e vazões de esgoto destas sub-bacias serão utilizadas para o dimensionamento das unidades do projeto. As sub-bacias são:

- Sub-bacia I - ETE Aliança: bacia que drena para a estação de tratamento de esgoto Aliança.
- Sub-bacia II - ETE Sorocaba: bacia que drena para a estação de tratamento de esgoto Sorocaba e engloba a sub-bacia I.
- Sub-bacia III - Córrego Cachoeira: bacia que drena os efluentes da bacia do Córrego Cachoeira para a estação de tratamento de esgoto Sorocaba.

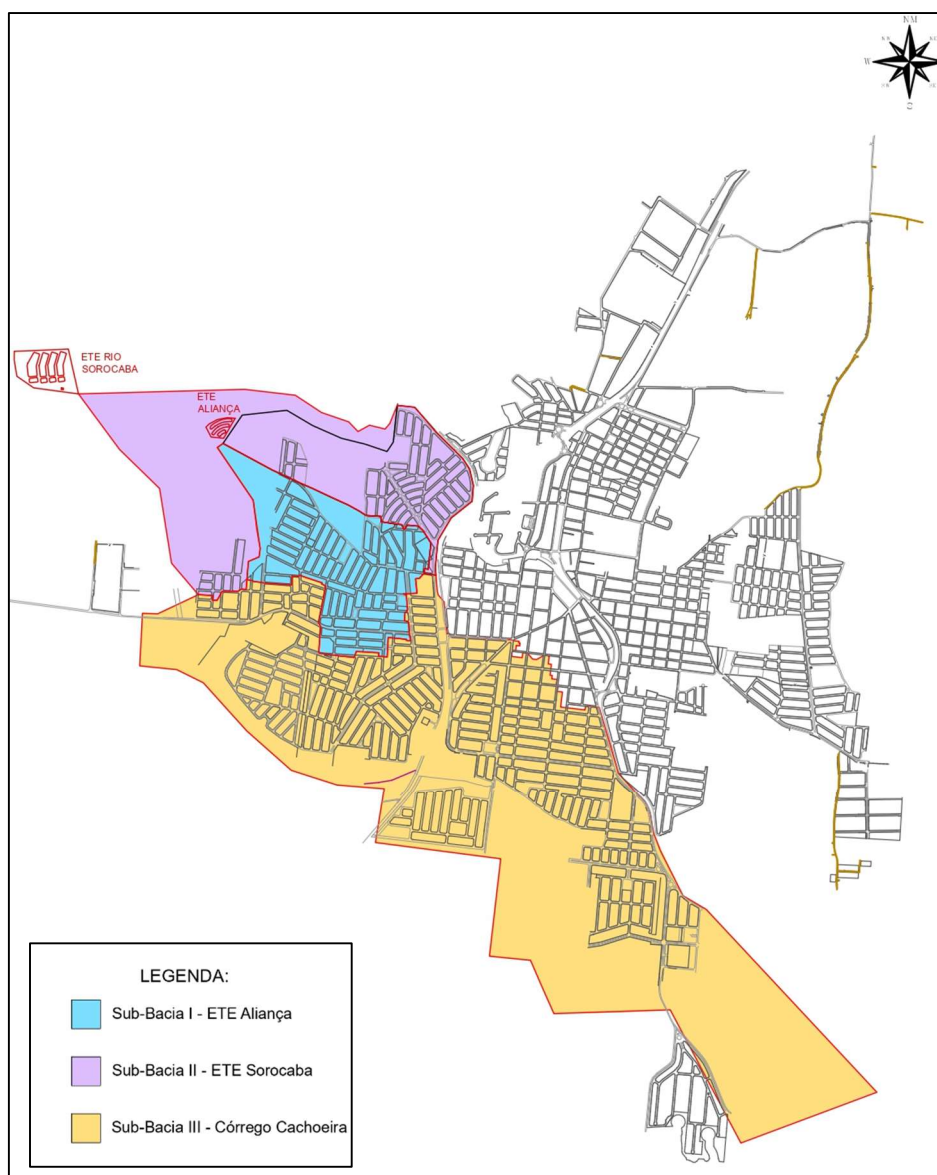


Figura 3 – Sub-bacias que contribuem para a ETE Sorocaba

Fonte: Novaes, 2018

4 POPULAÇÃO DE PROJETO

A projeção populacional foi baseada no trabalho de Novaes (2018) que utilizou o conceito de população de saturação nas 3 sub-bacias. Desse modo, foi realizada a delimitação das zonas de ocupação, através de imagens obtidas por meio de satélite. Essas áreas foram utilizadas em conjunto com a densidade demográfica apresentada por Além Sobrinho & Tsutiya (1999) para a estimativa da população das sub-bacias (Quadro 1). Ressalta-se que os dados de Além Sobrinho & Tsutiya (1999) são para regiões metropolitanas e, por isso, os valores de densidade populacional foram adaptados à realidade local do município de Cerquilho, onde o adensamento populacional é bastante inferior em comparação às regiões metropolitanas e a verticalização quase inexistente.

Quadro 1 - Densidades demográficas e extensões médias de arruamentos por ha, em condições de saturação, em regiões metropolitanas altamente ocupadas.

Uso do solo	Densidade populacional de saturação (hab/ha)	Extensão média de arruamentos (m/ha)
Bairros residenciais de luxo, com lote padrão de 800 m ²	100	150
Bairros residenciais médios, com lote padrão de 450 m ²	120	180
Bairros residenciais populares, com lote padrão de 250 m ²	150	200
Bairros mistos residencial-comercial da zona central, com predominância de prédios de 3 e 4 pavimentos	300	150
Bairros residenciais da zona central, com predominância de edifícios de apartamentos com 10 e 12 pavimentos	450	150
Bairros mistos residencial-comercial –industrial da zona urbana, com predominância de comércio e indústrias artesanais e leves	600	150
Bairros comerciais da zona central com predominância de edifícios de escritórios	1.000	200

Fonte: Além Sobrinho & Tsutiya, 1999.

Para fins comparativos, também foi feita uma estimativa utilizando o índice de habitantes por unidade habitacional preconizado pelo Plano Diretor de Água e Esgoto de Cerquilho, que estipula **2,74 hab./Unid.** O quantitativo de unidades habitacionais também foi feito via imagens de satélite.

4.1 SUB-BACIA I - ETE ALIANÇA

Ao quantificar a área de ocupação da sub-bacia I por meio de imagens de satélite (Figura 4), obtém-se um valor total de 63,4 ha. Considerando que 20% da área total é utilizada para o sistema viário, a área efetiva de interesse é de aproximadamente 50,72 ha.



Figura 4 – Áreas de ocupação da sub-bacia I - ETE Aliança

Fonte: Novaes, 2018

A área é uma região majoritariamente ocupada por bairros residenciais médios, e foi considerada a densidade populacional de 100 hab./ha. Assim, a população estimada da sub-bacia I é de 5.072 habitantes.

Utilizando-se o índice de habitantes por unidade habitacional, a estimativa de população é de 4.882 habitantes, considerando 1.782 residências contabilizadas na área. Quando somamos os lotes vazios (73 unidades), a população estimada é de 5.082 habitantes, valor muito próximo ao encontrado pelo método da população de saturação. Assim sendo, para efeitos de cálculos, será utilizada como população inicial de estudo, para a bacia da ETE Aliança, a população de **4.882 habitantes**.

Para a previsão da população futura, Novaes (2018) se utilizou da contagem de lotes vazios já implantados na sub-bacia e da perspectiva de implantação de novos empreendimentos. Além disso, foi considerado que todas as unidades habitacionais vazias (existentes e a serem implantadas) serão ocupadas no horizonte de projeto.

Na bacia da ETE Aliança, constatou-se a existência de 73 lotes vazios, sem perspectiva de implantação de empreendimentos ao longo dos próximos anos. Assim, considerando que a

ocupação se dará nos próximos anos, o incremento populacional para o final do plano será de **200 habitantes** para a bacia da ETE Aliança.

4.2 SUB-BACIA II - ETE SOROCABA

As áreas de ocupação da sub-bacia II são apresentadas na imagem de satélite (Figura 5) e resultam em um total de 44,8 ha de áreas significativas. Desconsiderando a ocupação de 20% pelos sistemas viários, a área de interesse computa um total de aproximadamente 35,84 ha.



Figura 5 – Áreas de ocupação da sub-bacia II - ETE Sorocaba

Fonte: Novaes, 2018

A densidade populacional adotada, baseada no Quadro 1, foi de 120 hab./ha, considerando bairros residenciais médios. Neste caso, não houve redução do valor, uma vez que grande parte dos lotes projetados na área de interesse, foram subdivididos, aumentando assim a densidade populacional local. Desta forma, a população estimada é de 4.300 habitantes.

Para a metodologia da estimativa populacional por meio do índice de habitantes por unidade habitacional, foram contabilizadas 1.548 unidades residenciais existentes e 64 lotes vazios na área da sub-bacia II. Assim, considerando apenas as unidades ocupadas, a população resultante é de 4.241 habitantes. Quando se considera também os lotes vazios levantados, são 4.416 habitantes.

Comprando os dois resultados (4.300 e 4.416 habitantes), verifica-se que os valores obtidos pelas duas metodologias são coerentes, sendo, então, adotada a população de **4.241 habitantes** para a sub-bacia que drena para a ETE Sorocaba.

Para a população futura da bacia da ETE Sorocaba, foram contabilizadas 774 unidades habitacionais vazias, considerando os 64 lotes vazios já implantados e as áreas de empreendimentos com perspectiva de implantação ao longo dos próximos anos, a saber:

- Residencial São Francisco II, com 192 (cento e noventa e dois) lotes;
- Residencial São Francisco III, com 333 (trezentos e trinta e três) lotes; e
- Residencial Treviso, com 185 (cento e oitenta e cinco) lotes.

Ressalta-se que foi considerado que todas as unidades habitacionais vazias (existentes e a serem implantadas) serão ocupadas no horizonte de projeto.

Assim, a população de final de plano terá um incremento de **2.121 habitantes** para a sub-bacia que drena para a ETE Sorocaba.

4.3 SUB-BACIA III - CÓRREGO CACHOEIRA

As áreas significativas da sub-bacia III apresentam 246 ha, conforme a imagem de satélite, mostrada na Figura 6. Removendo as áreas de sistema viário (20%), a área de interesse é de 196,8 ha.



Figura 6 – Áreas de ocupação da sub-bacia III - Córrego Cachoeira

Fonte: Novaes, 2018

Adaptando os valores do Quadro 1 conforme a realidade local, adotou-se como densidade populacional o valor de 90 hab./ha. Isto, porque a área pode ser considerada como bairros residenciais de luxo, já que muitas residências são construídas em mais de um lote e a verticalização é quase inexistente. Desse modo, estima-se uma população de 17.712 habitantes.

As imagens de satélite permitiram contabilizar a existência de 4.335 unidades residenciais existentes. Portanto, a população estimada pelo índice de habitantes por unidade habitacional é de 11.887 habitantes. Ao considerar os lotes vazios levantados (2.030 unidades), a população total da área é de 17.440 habitantes, valor próximo ao encontrado pela metodologia de saturação.

Portanto, para a sub-bacia do Córrego Cachoeira, a população de início de plano a ser considerada é de **11.887 habitantes**.

Para a população futura, Novaes (2018) considerou os 2.030 lotes vazios e os empreendimentos com perspectiva de implantação ao longo dos próximos anos, a saber:

- Loteamento Fazenda São Pedro, com 861 (oitocentos e sessenta e um) lotes;
- Loteamento Trevisan, com 69 (sessenta e nove) lotes;
- Loteamento Terras de São José, com 621 (seiscentos e vinte e um) lotes;
- Loteamento Helena Luvizotto Grando, com 125 (cento e vinte e cinco) lotes;
- Loteamento Portal Di Napoli II, com 74 (setenta e quatro) lotes;
- Edifício Residencial Firenze, com 80 (oitenta) apartamentos;
- Loteamento São Pedro, com 56 (cinquenta e seis) lotes;
- Loteamento São José, com 228 (duzentos e vinte e oito) lotes;
- Loteamento Agropecuária Cinco Irmãos, com 185 (cento e oitenta e cinco) lotes;
- Desmembramento Altos Fazenda São Pedro, com 19 (dezenove) lotes; e
- Loteamento Altos Fazenda São Pedro, com 67 (sessenta e sete) lotes.

São, então, 4.415 unidades habitacionais vazias. Considerando que todas elas serão ocupadas no horizonte de projeto, a população de final de plano terá um incremento de **12.098 habitantes** para a sub-bacia do Córrego Cachoeira.

5 VAZÕES DE PROJETO

5.1 DADOS E PARÂMETROS

5.1.1 QUOTA PER CAPITA

A quota per capita de água (QPC) considerada neste estudo foi de **160 L/hab.d**, baseado no Plano Diretor de Água e Esgoto de Cerquilha.

5.1.2 COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE CONSUMO E DE RETORNO

Por não dispor de dados específicos sobre a cidade, os valores adotados para estes coeficientes foram baseados nas Normas Técnicas da ABNT NBR 9649 (Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário). Estes são valores usuais adotados em projetos de sistemas semelhantes e que encontram suporte na bibliografia especializada.

- Coeficiente relativo ao consumo máximo diário $K_1 = 1,25$
- Coeficiente relativo ao consumo máximo horário $K_2 = 1,50$
- Coeficiente relativo à vazão mínima $K_3 = 0,50$
- Coeficiente de retorno $C = 0,80$

5.1.3 TAXA DE INFILTRAÇÃO

Para a Taxa de Infiltração, a Norma da ABNT recomenda a adoção de um valor entre 0,01 e 1,0 L/s x km. Considerando os valores descritos no Plano Diretor de Água e Esgoto de Cerquillo, foram adotadas as seguintes taxas:

- 0,1 L/s x km para redes coletoras;
- 0,5 L/s x km para coletor e emissário.

Para a estimativa da vazão de infiltração da rede existente e futura, foi considerado o coeficiente de 4,75 m de extensão de rede por habitante.

5.2 CÁLCULO DAS VAZÕES

As vazões de projeto usadas no dimensionamento foram obtidas por meio das equações abaixo, adotando-se os parâmetros definidos anteriormente:


Vazão média	$Q_{med} = \frac{P \times QPC \times C}{86.400}$
Vazão máxima	$Q_{max} = Q_{med} \times K1 \times K2$
Vazão mínima	$Q_{min} = Q_{med} \times K3$

Sendo:


- Q_{med} - vazão média (L/s)
- Q_{max} - vazão máxima (L/s)
- Q_{min} - vazão mínima (L/s)
- P - população atendida (hab)
- QPC - quota “per-capita” (160 L/hab.d)
- C - coeficiente de retorno (0,8)
- K1 - coeficiente relativo ao consumo máximo diário
- K2 - Coeficiente relativo ao consumo máximo horário
- K3 - Coeficiente relativo à vazão mínima

A Tabela 5-1 apresenta as vazões de projeto calculadas por sub-bacias, utilizadas no dimensionamento do emissário e da estação elevatória de esgoto.

Tabela 5-1– Vazões de projeto calculadas por sub-bacias



ESTUDO DE VAZÃO



PROJETO:

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DA ETE RIO SOROCABA CERQUILHO/SP

Nº CONTRATADA:

HBR71-21

OBJETO:

EMISSÁRIO DA EEE FINAL - ETE SOROCABA

SUB-BACIA	ANO DE PROJETO	UNIDADES RESIDENCIAIS			POPULAÇÃO (habitantes)	VAZÃO (L/s)			ESTIMATIVA DE REDE (km)	VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (L/s)	VAZÃO TOTAL (L/s)		
		EXISTENTES	INCREMENTO	TOTAL		MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA			MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA
Sub-bacia I ETE Aliança	2022	1.782	0	1.782	4.882	3,62	7,23	13,56	23,19	2,32	5,94	9,55	15,88
	2035	1.782	73	1.855	5.082	3,77	7,53	14,12	24,14	2,41	6,18	9,94	16,53
Sub-bacia II ETE Sorocaba	2022	1.548	0	1.548	4.241	3,14	6,28	11,78	20,14	2,01	5,15	8,29	13,79
	2035	1.548	774	2.322	6.362	4,72	9,43	17,68	30,22	3,02	7,74	12,45	20,70
Sub-bacia III Córrego Cachoeira	2022	4.335	0	4.335	11.877	8,80	17,60	33,00	56,42	5,64	14,44	23,24	38,64
	2035	4.335	4.415	8.750	23.975	17,76	35,52	66,60	113,88	11,39	29,15	46,91	77,99

Fonte: Hidrobr, 2022.

6 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO EMISSÁRIO E SEUS ÓRGÃOS ACESSÓRIOS

Para o dimensionamento do emissário, foram usadas as seguintes equações:

Tensão trativa

$$\sigma = \gamma \times RH \times l$$

Raio hidráulico

$$RH = \frac{A_m}{P_m}$$

Velocidade

$$v = \frac{1}{n} \times RH^{2/3} \times \sqrt{I}$$

Velocidade crítica

$$v_c = 6 \times \sqrt{g} \times RH$$

Sendo:

- σ - tensão trativa (PA)
- γ - peso específico do líquido (N/m³)
- RH - raio hidráulico (m)
- P - população atendida (hab)
- I - declividade da tubulação (m/m)
- A_m - área da seção transversal molhada (m²)
- P_m - perímetro da seção transversal molhado (m)
- v - velocidade de escoamento (m/s)
- n - Coeficiente de rugosidade de Manning
- v_c - velocidade crítica (m/s)
- g - aceleração da gravidade (9,8 m/s²)

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento do emissário foram definidos com base nas normas NBR-9649/86 e NBR-14486/00.

O emissário projetado tem extensão de 312,8m, em tubo de FoFo JGS DN500. Os principais parâmetros e critérios de projeto utilizados no dimensionamento foram:

Vazão mínima de dimensionamento	1,5 l/s
Coeficiente de Manning - Ferro Fundido	0,013
Coeficiente de Manning - PVC	0,010
Diâmetro mínimo	150 mm
Recobrimento mínimo da tubulação a ser assentada na rua	0,90 m
Recobrimento mínimo da tubulação	0,65 m

Lâmina d'água máxima para vazão de fim de plano

Velocidade inferior à velocidade crítica 75%

Velocidade superior à velocidade crítica 50%

Velocidade máxima na tubulação 5,0 m/s

Declividade mínima 0,50%

Degrau e tubo de queda

Sempre que o desnível entre a tubulação de chegada ao poço de visita e a saída for superior a 0,50 m, será previsto um tubo de queda. Em desníveis de até 0,50 m haverá apenas um degrau.

Controle de remanso

A cota de fundo na saída de um poço deve ser fixada para as vazões finais de dimensionamento, de modo a garantir no interior do mesmo, um nível d'água mais baixo do que o de qualquer tubulação de entrada.

Posições obrigatórias para os poços de visita

Serão previstos poços de visita sempre que houver mudança na direção dos coletores, na declividade da linha, no diâmetro das tubulações, no material dos tubos ou quando houver descontinuidade vertical.

Distância entre poços de visita máxima 80m

Os poços de visita a serem usados serão padrão diâmetro 1000mm, independente da profundidade e diâmetro da rede.

A memória de cálculo do dimensionamento do emissário é apresentada no **Anexo I**.

7 TRATAMENTO PRELIMINAR

A montante da estação elevatória de esgoto final (EEEF) será implantada uma unidade de tratamento preliminar. Optou-se por implantar um sistema de gradeamento, visando a remoção de sólidos grosseiros, seguido por uma caixa de areia para retenção de partículas menores e sedimentáveis, finalizando o canal com a instalação de uma calha Parshall com intuito de regularizar a vazão que seguirá para o poço de sucção da estação elevatória.

Como após o sistema de gradeamento, haverá uma caixa de areia seguida por uma calha Parshall para controle do nível do efluente, o dimensionamento das grades deverá ser realizado em função das alturas das lâminas d'água dessas unidades subsequentes. Dessa forma, deve-se primeiramente definir a calha Parshall para dar andamento aos outros dimensionamentos.

7.1 CALHA PARSHALL

Para definição da calha Parshall deve-se utilizar a vazão máxima de projeto. A vazão máxima projetada para início de plano (2022) é de 68,31 L/s e para fim de plano (2035) é de 115,22 L/s, dessa forma adotou-se uma calha Parshall com garganta de 9" (W), conforme apresentado na Tabela 7-1 a seguir:

Tabela 7-1 – Capacidade da Calha Parshall em função de W

W (garganta)		Capacidade (L/s)	
Pol.	cm	Q _{mín}	Q _{máx}
3	7,6	0,85	53,8
6	15,2	1,42	110,4
9	22,9	2,55	251,9
12	30,5	3,11	455,6
18	45,7	4,25	696,2
24	61,0	11,89	936,7

Fonte: Jordão & Pessoa, 2005.

Para cálculo das alturas das lâminas d'água deve-se utilizar a seguinte equação:

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

Sendo:

H – altura da lâmina d'água

Q – vazões máxima, média e mínima

K – coeficiente decorrente de Wn: expoente decorrente de W

O nível do fundo da entrada da calha Parshall deverá ficar abaixo da soleira do vertedor da caixa de areia, visando manter a velocidade inalterada. Dessa forma, deve-se definir o rebaixo (Z) a partir da equação a seguir:

$$Z = \frac{Q_{máx} \times H_{mín} - Q_{mín} \times H_{máx}}{Q_{máx} \times Q_{mín}}$$

Para W = 9" tem-se K = 0,535 e n = 1,53, no qual pode-se achar as seguintes alturas:

Tabela 7-2 – Alturas das lâminas d'água

Período	Z (Rebaixo)	H	H na grade a 2/3 da seção convergente	H antes do rebaixo
Início de Plano (2022)	0,06 m	H1 _{mín}	0,14 m	0,07 m
		H1 _{méd}	0,19 m	0,12 m
		H1 _{máx}	0,26 m	0,20 m
Fim de Plano (2035)	0,09 m	H1 _{mín}	0,19 m	0,10 m
		H1 _{méd}	0,26 m	0,17 m
		H1 _{máx}	0,37 m	0,28 m

Fonte: Hidrobr, 2022.

A memória de cálculo do dimensionamento da Calha Parshall é apresentada no **Anexo II**.

7.2 GRADEAMENTO

As grades são projetadas para a vazão máxima afluyente à ETE. O dimensionamento das grades inclui a seleção do tipo de grade, o dimensionamento do canal da grade e a avaliação da perda de carga na grade. O termo “Eficiência da Grade” representa a relação de ocupação do canal pela grade, e é expresso pela equação:

$$E = \frac{e}{e+t}$$

Sendo:

E – eficiência da grade

e – espaçamento entre as barras (mm)

t – espessura da barra (mm)

A área útil (A_u) é calculada pela equação:

$$A_u = \frac{Q_{\min}}{V}$$

Sendo:

Q_{\max} – vazão máxima (m^3/s)

v – velocidade de escoamento (m/s)

Segundo (REFERENCIAR), as grades são dimensionadas para velocidade do efluente líquido através das barras entre 0,40 e 0,75 m/s, sendo mais utilizada a velocidade de 0,60 m/s.

Já a área total (A_t) é calculada pela equação:

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

Dessa forma é possível determinar a largura do canal onde serão implantadas as grades, a saber:

$$b = \frac{A_t}{h_{\max}}$$

A partir da área útil, área total e alturas das lâminas d'água pode-se fazer a verificação das velocidades para vazão máxima, média e mínima.

$$v_{\max} = \frac{Q_{\max}}{A_u}$$

Tabela 7-3 – Verificação das velocidades

Q (m³/s)		H (m)	At = b.h (m²)	Au (m²)	V = Q/Au (m/s)	Verificação (0,40 a 0,75 m/s)
Início de Plano (2022)						
Q _{mín}	0,02553	0,07	0,0664	0,0557	0,46	Ok
Q _{méd}	0,04108	0,12	0,1113	0,0935	0,44	Ok
Q _{máx}	0,06831	0,20	0,1776	0,1492	0,46	Ok
Fim de Plano (2035)						
Q _{mín}	0,04307	0,10	0,09342	0,0785	0,55	Ok
Q _{méd}	0,06930	0,17	0,15665	0,1316	0,53	Ok
Q _{máx}	0,11522	0,28	0,24993	0,2099	0,55	Ok

Fonte: Hidrobr, 2022.

A perda de carga nas grades pode ser estimada pela expressão:

$$h_f = \frac{1,43 \times (V_2^2 - V_1^2)}{2g}$$

Sendo:

h_f – perda de carga (m)

g – aceleração da gravidade (m²/s)

As velocidades V_2 e V_1 são dadas pelas equações:

$$V_2 = V_{máx}$$

$$V_1 = V_2 \times E$$

São calculadas as perdas de carga para início e final de plano, para grade limpa e suja. Admite-se para a grade suja uma obstrução de até 50% do nível de água no canal.

Após cálculo dos principais parâmetros, pode-se definir as principais características do gradeamento, a saber:

Grade grossa

Tipo de gradeamento grosso
 Tipo de limpeza manual
 Seção da barra 3/8" x 2 1/2"
 Inclinação 60°
 Largura do canal 0,90 m
 Número de barras 15 unidades
 Espaçamento 50 mm

Grade média

Tipo de gradeamento	médio
Tipo de limpeza	manual
Seção da barra	1/4" x 2"
Inclinação	60°
Largura do canal	0,90 m
Número de barras	29 unidades
Espaçamento	25 mm

A memória de cálculo do dimensionamento do gradeamento é apresentada no **Anexo II**.

7.3 CAIXA DE AREIA

O efluente, após passagem pelo sistema de gradeamento, deverá ser encaminhado para unidade de retenção de partículas (areia). Visando a praticidade e eficiência na limpeza e retirada de areia, optou-se por utilizar como unidade principal uma caixa de areia mecanizada.

A unidade deverá possuir em sua seção de entrada, defletores ajustáveis uniformemente espaçados que permitam uma regulação da distribuição do fluxo ao longo de toda a largura do canal de entrada. A porção central do desarenador deverá possuir equipamento de acionamento responsável pela movimentação circular dos braços raspadores, que direcionam a areia até poço de descarga onde se encontra uma rosca transportadora.

A rosca é responsável por transportar a areia acumulada, através de movimento ascendente, até o final do equipamento onde haverá o descarte da areia em uma caçamba metálica posicionada ao nível do terreno. Por se tratar de uma unidade mecanizada, as dimensões da estrutura para acoplar o equipamento poderão sofrer variações de acordo com o fabricante escolhido para fornecê-lo. O equipamento utilizado no presente projeto corresponde a modelo com atendimento máximo de 630 m³/h.

Além do desarenador mecanizado, deverá ser construída uma caixa de areia padrão, com retirada manual do resíduo acumulado. Essa nova unidade deverá ser construída de forma adjacente ao desarenador, após o canal com o gradeamento. Esse canal deverá ser provido com comportas manuais que irão direcionar o fluxo do efluente para cada caixa de areia. O principal objetivo da caixa de areia manual é auxiliar durante o processo de limpeza do desarenador mecanizado, devendo ser mantida sempre como unidade reserva, operando apenas em caso de limpeza, manutenção ou problemas operacionais no desarenador.

Visando manter a velocidade na caixa de areia, deve-se implantar um dispositivo controlador de nível. No presente projeto adotou-se a calha Parshall para realizar esse controle, definido no item 7.1.

Para dimensionamento da caixa de areia manual, deve-se adotar as mesmas alturas das lâminas d'água definidas para o gradeamento, conforme apresentado no item 7.2.

A velocidade na caixa de areia deve se manter no intervalo de 0,15 a 0,40 m/s, sendo mais utilizado a velocidade de 0,30 m/s. Sendo assim, pode-se realizar a verificação da velocidade a partir do dimensionamento da largura do canal, conforme as seguintes equações:

$$b = \frac{Q_{\text{máx}}}{h_{\text{máx}} \times V} \text{ e } L = 22,5 \times h_{\text{máx}}$$

Sendo:

b – largura do canal

L – comprimento do canal

A partir disso, pode-se fazer a verificação das velocidades para vazão máxima, média e mínima.

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

Tabela 7-4 – Verificação das velocidades

Q (m³/s)		H (m)	A = b.h (m²)	V = Q/Au (m/s)	Verificação (0,15 a 0,40 m/s)
Início de Plano (2022)					
Q _{mín}	0,02553	0,07	0,0885	0,29	Ok
Q _{méd}	0,04108	0,12	0,1484	0,28	Ok
Q _{máx}	0,06831	0,20	0,2368	0,29	Ok
Fim de Plano (2035)					
Q _{mín}	0,04307	0,10	0,1246	0,35	Ok
Q _{méd}	0,06930	0,17	0,2089	0,33	Ok
Q _{máx}	0,11522	0,28	0,3332	0,35	Ok

Fonte: Hidrobr, 2022.

A memória de cálculo do dimensionamento da caixa de areia é apresentada no **Anexo II**.

8 ELEVATÓRIA DE ESGOTO FINAL E LINHA DE RECALQUE

A estação elevatória de esgoto final (EEEF) será implantada no interior da área da ETE e a sua principal função consiste em conduzir os efluentes gerados nas sub-bacias I, II e III para o tratamento preliminar existente.

Serão implantados três conjuntos moto-bomba Re-Autoescorvante iguais, sendo dois deles para operação e um para reserva, com as seguintes características:

Conjunto moto-bomba	re-autoescorvante SIGMMA LP-6 6" x 6"
Potência	20cvl
Rendimento	60%
Velocidade	1170 rpm
H _{man}	14,45m
Vazão	19 unidades
Espaçamento	57,61L/s

Os dados do conjunto moto bomba são apresentados no **Anexo III**.

A seguir são apresentadas as equações utilizadas no dimensionamento da EEEF e a memória de cálculo encontra-se no **Anexo IV**.

8.1 ALTURA MANOMÉTRICA

A altura manométrica é determinada a partir da seguinte expressão:

$$H_{\text{man}} = H_g + h_{fc} + h_{fL}$$

Sendo:

H_{man} – Altura Manométrica (m);

H_g – Desnível Geométrico (m);

H_{fc} – Perda de Carga Contínua (m);

H_{fL} – Perda de Carga Localizada (m).

Altura geométrica

A altura geométrica é a diferença entre o nível do poço de sucção da elevatória e do ponto que recebe a linha de recalque.

Perdas de carga

As perdas de carga contínuas referem-se às extensões das tubulações de sucção e recalque, sendo determinadas a partir das seguintes equações:

Perda de carga contínua (H_{fc})

$$H_{fc} = 10,643 \times C^{-1,85} \times Q^{1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

Perda de carga localizada (H_{fL})

$$H_{fL} = K \times \frac{v^2}{2g}$$

Sendo:

C – coeficiente de rugosidade

Q – vazão (m³/s)

D – diâmetro da tubulação (m)

L – comprimento da tubulação (m)

K – coeficiente de perda de carga característico de cada singularidade da tubulação,

v – velocidade de escoamento (m/s).

Para o cálculo da perda de carga localizada, foram consideradas as conexões conforme a listagem apresentada na memória de cálculo (Anexo II), obtidas nos projetos.

8.2 VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

A velocidade foi obtida por meio da expressão:

$$v = Q \times A$$

Sendo:

V – velocidade (m/s)

Q – vazão (m³/s)

A – área da tubulação (m²)

Foram respeitados os limites de velocidade de 0,60 m/s e 3,0 m/s, conforme preconiza a Norma NBR 12.208, salvo indicação dos fabricantes.

8.3 POÇO DE SUCÇÃO

Volume útil (Vu)

A fórmula abaixo foi deduzida para até quatro conjuntos bomba e um tempo de ciclo de 10 minutos.

$$Vu = 2,50Qb + 0,98Qb^2 + 0,68Qb^3 + 0,50Qb^4$$

Sendo:

Vu – volume útil (m³)

Qb – Vazão correspondente a cada bomba (m³/min)

Área útil (Au)

$$Au = Vu + Hu$$

Sendo:

Au – Área Útil (m²)

Hu – Altura Útil (m)

Volume efetivo

$$V = A \times Hm - V$$

Sendo:

A – Área da base do poço de sucção (m²)

H_m – Diferença de nível entre o fundo do poço e o nível médio de operação das bombas (m)

V – Volume de enchimento do poço de sucção (m³)

8.4 CICLO DE FUNCIONAMENTO

Determinadas as dimensões do poço de sucção, calcula-se o ciclo de funcionamento para as vazões mínima, média e máxima de início e final de plano. O ciclo de funcionamento será calculado por meio da equação a seguir:

$$TC = Ts + Td$$

Sendo:

TC – ciclo de funcionamento (min)

T_s – tempo de subida do nível de esgoto entre o acionamento do conjunto motobomba de número n-1 e de número n (min)

T_d – tempo de descida do nível de esgoto no poço de sucção, desde o acionamento do conjunto motobomba de número n até o nível mínimo do poço (min)

Tempo de detenção

$$Td = \frac{V_{ef}}{Q}$$

Sendo:

T_d – tempo de detenção (min)

V_{ef} – volume efetivo (m³)

Q – vazão média de início de plano (m³/s)

8.5 MACROMEDIDOR

Para a medição da vazão afluyente às lagoas, será implantado um medidor de vazão eletromagnético. O princípio de funcionamento de um medidor de vazão eletromagnético é baseado na lei de Faraday de indução eletromagnética, que diz que uma tensão será induzida quando um condutor se move em um campo magnético. O instrumento de medição deverá ser compatível com as seguintes características:

Diâmetro da tubulação.....	300mm
Material da tubulação	Ferro fundido
Líquido	efluente sanitário com presença de sólidos em suspensão



Faixa de medição de vazão 20L/s a 120L/s
Temperatura40°C
Pressão até 20 bar

Os dados do macromedidor são apresentados no **Anexo V**.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas Enterrados para Construção de Esgotos Sanitários*: NBR 14486/2000 – Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário*: NBR 9649/1986 – Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto de Assentamento de Tubulações de PVC Rígido para Sistemas de Esgoto Sanitário*: NBR 7367/1988 – Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas enterrados para condução de esgoto. Parte 1: Requisitos para tubos de PVC com junta elástica; Parte 2: Requisitos para tubos de PVC com parede maciça; Parte 3: Requisitos para tubos de PVC com dupla Parede*: NBR 7362/1999 – Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Conexões de PVC rígido com junta elástica, para coletor de esgoto sanitário Tipos e Dimensões*: NBR 10.569/1988 – Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Tubos e conexões de PVC rígido com junta elástica para coletor predial e sistema condominial de esgoto sanitário Tipos e dimensões*: NBR 10.570/1988 – Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Execução de Rede Coletora de Esgoto Sanitário*: NBR 9814/1987 – Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário*: NBR 12207/1992 – Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana*: NBR 12266/1992 – Rio de Janeiro, 1992.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*, 4ª ed. Rio de Janeiro: Segrac, 2005.

SÃO PAULO (Cerquilho) (2015) *Plano Diretor de Água e Esgoto*. São Paulo: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cerquilho. 65

TSUTYIA, T.M. & SOBRINHO, P.A. *Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário*, 3ª Edição, Rio de Janeiro, ABES, 547p., 2011.



Anexo I – Memória de cálculo do Emissário



EMISSÁRIO - CÁLCULO HIDRÁULICO



INÍCIO DE PLANO

PROJETO: ELABORAÇÃO DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DA ETE RIO SOROCABA CERQUILHO/SP

Nº CONTRATADA: HBR71-21

OBJETO: EMISSÁRIO DA EEE FINAL - ETE SOROCABA

TRECHO		COMP	COTAS POÇO DE VISITA			COTAS POÇO DE VISITA					VAZÃO				I	TENSÃO	RH	D	MAT	LÂMINA	VEL	VEL CRÍT.	OBS
MONTANTE			JUSANTE					L/s)				TRATIVA											
Mont.	Jusan.	(m)	Terreno	Entrada	Prof.	Terreno	Entrada	Saída	Prof.	TQ/DG	Q mont	Q trech	Q jus	Q calc	m/m	(Pa)	(m)	(mm)		H/d	(m/s)	(m/s)	
PVE-01	PVE-02	48,00	500,390	498,940	1,450	499,640	498,700	498,700	0,940	-	68,31	0,02	68,33	68,33	0,0050	5,00	0,10	500	FºFº	0,35	1,12	5,31	
PVE-02	PV-01	51,70	499,640	498,700	0,940	499,820	498,440	498,240	1,580	0,200	68,33	0,03	68,36	68,36	0,0050	5,00	0,10	500	PEAD	0,35	1,12	5,31	
PV-01	PV-02	45,00	499,820	498,240	1,580	500,660	498,010	498,010	2,650	-	68,36	0,02	68,38	68,38	0,0051	5,10	0,10	500	PEAD	0,35	1,12	5,31	
PV-02	PV-03	42,00	500,660	498,010	2,650	499,550	497,800	497,800	1,750	-	68,38	0,02	68,40	68,40	0,0050	5,00	0,10	500	PEAD	0,35	1,12	5,31	
PV-03	PV-04	59,00	499,550	497,800	1,750	499,590	497,500	497,500	2,090	-	68,40	0,03	68,43	68,43	0,0051	5,10	0,10	500	PEAD	0,35	1,12	5,31	
PV-04	PV-05	27,80	499,590	497,500	2,090	500,180	497,360	497,360	2,820	-	68,43	0,01	68,44	68,44	0,0050	5,00	0,10	500	PEAD	0,35	1,12	5,31	
PV-05	PV-06	30,50	500,180	497,360	2,820	501,020	497,200	497,200	3,820	-	68,44	0,02	68,46	68,46	0,0052	5,20	0,10	500	PEAD	0,35	1,12	5,31	
PV-06	TP	68,50	501,020	497,200	3,820	497,850	496,860	496,860	0,990	-	68,46	0,03	68,49	68,49	0,0050	5,00	0,10	500	PEAD	0,35	1,12	5,31	



EMISSÁRIO - CÁLCULO HIDRÁULICO



FINAL DE PLANO

PROJETO: ELABORAÇÃO DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DA ETE RIO SOROCABA CERQUILHO/SP

Nº CONTRATADA: HBR71-21

OBJETO: EMISSÁRIO DA EEE FINAL - ETE SOROCABA

TRECHO		COMP	COTAS POÇO DE VISITA			COTAS POÇO DE VISITA					VAZÃO				I	TENSÃO	RH	D	MAT	LÂMINA	VEL	VEL CRÍT.	OBS
MONTANTE			JUSANTE					(L/s)				TRATIVA											
Mont.	Jusan.	(m)	Terreno	Entrada	Prof.	Terreno	Entrada	Saída	Prof.	TQ/DG	Q mont	Q trech	Q jus	Q calc	m/m	(Pa)	(m)	(mm)		H/d	(m/s)	(m/s)	
PVE-01	PVE-02	48,00	500,390	498,940	1,450	499,640	498,700	498,700	0,940	-	115,22	0,02	115,24	115,24	0,0050	6,00	0,12	500	FºFº	0,47	1,27	6,34	
PVE-02	PV-01	51,70	499,640	498,700	0,940	499,820	498,440	498,240	1,580	0,200	115,24	0,03	115,27	115,27	0,0050	6,00	0,12	500	PEAD	0,47	1,27	6,34	
PV-01	PV-02	45,00	499,820	498,240	1,580	500,660	498,010	498,010	2,650	-	115,27	0,02	115,29	115,29	0,0051	6,12	0,12	500	PEAD	0,47	1,27	6,34	
PV-02	PV-03	42,00	500,660	498,010	2,650	499,550	497,800	497,800	1,750	-	115,29	0,02	115,31	115,31	0,0050	6,00	0,12	500	PEAD	0,47	1,27	6,34	
PV-03	PV-04	59,00	499,550	497,800	1,750	499,590	497,500	497,500	2,090	-	115,31	0,03	115,34	115,34	0,0051	6,12	0,12	500	PEAD	0,47	1,27	6,34	
PV-04	PV-05	27,80	499,590	497,500	2,090	500,180	497,360	497,360	2,820	-	115,34	0,01	115,35	115,35	0,0050	6,00	0,12	500	PEAD	0,47	1,27	6,34	
PV-05	PV-06	30,50	500,180	497,360	2,820	501,020	497,200	497,200	3,820	-	115,35	0,02	115,37	115,37	0,0052	6,24	0,12	500	PEAD	0,47	1,27	6,34	
PV-06	TP	68,50	501,020	497,200	3,820	497,850	496,860	496,860	0,990	-	115,37	0,03	115,40	115,40	0,0050	6,00	0,12	500	PEAD	0,47	1,27	6,34	

Anexo II – Memória de cálculo do gradeamento



GRADEAMENTO

DIMENSIONAMENTO



PROJETO:	ELABORAÇÃO DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DA ETE RIO SOROCABA CERQUILHO/SP
Nº CONTRATADA:	HBR71-21
OBJETO:	GRADEAMENTO - ETE SOROCABA

1. Parâmetros de projeto

Vazão de Início de plano		2022
Q _{min}	25,53	L/s
Q _{méd}	41,08	L/s
Q _{máx}	68,31	L/s
Vazão de Fim de plano		2035
Q _{min}	43,07	L/s
Q _{méd}	69,30	L/s
Q _{máx}	115,22	L/s

2. Grade grossa

a. Características da grade de limpeza manual

Tipo	grade de barras inclinadas		
Seção da barra (t)	3/8" x 2 1/2"	9,53	x 63,5 mm
Espaçamento entre as barras (e)	50 mm		
Inclinação	60 °		

Eficiência (E)

Eficiência (E)	0,840
----------------	-------

Área útil (Au)

velocidade de escoamento (adotado)	0,40 m/s
Área útil (Au)	0,064 m²
Velocidade máxima (V _{máx})	1,80 m/s
Área da seção do canal (S)	0,076 m²
Velocidade máxima	1,07 m/s
Largura do canal (adotado)	0,60 m
Altura da lâmina d'água	0,11 m

b. Perda de carga

Para vazão de início de plano

V ₂	1,07 m/s	
V ₁	0,90 m/s	
h _f		
Para grade limpa ->	0,02 m	
Para grade suja ->	0,10 m	(50% de obstrução)

Para vazão de final de plano

V ₂	1,80 m/s	
V ₁	1,08 m/s	
h _f		
Para grade limpa ->	0,15 m	
Para grade suja ->	0,60 m	(50% de obstrução)

4. Quantidade de barras



Anexo III – Dados do conjunto moto bomba



LISTA DE PEÇAS

BOMBA LP- 6

VISTA EM CORTE

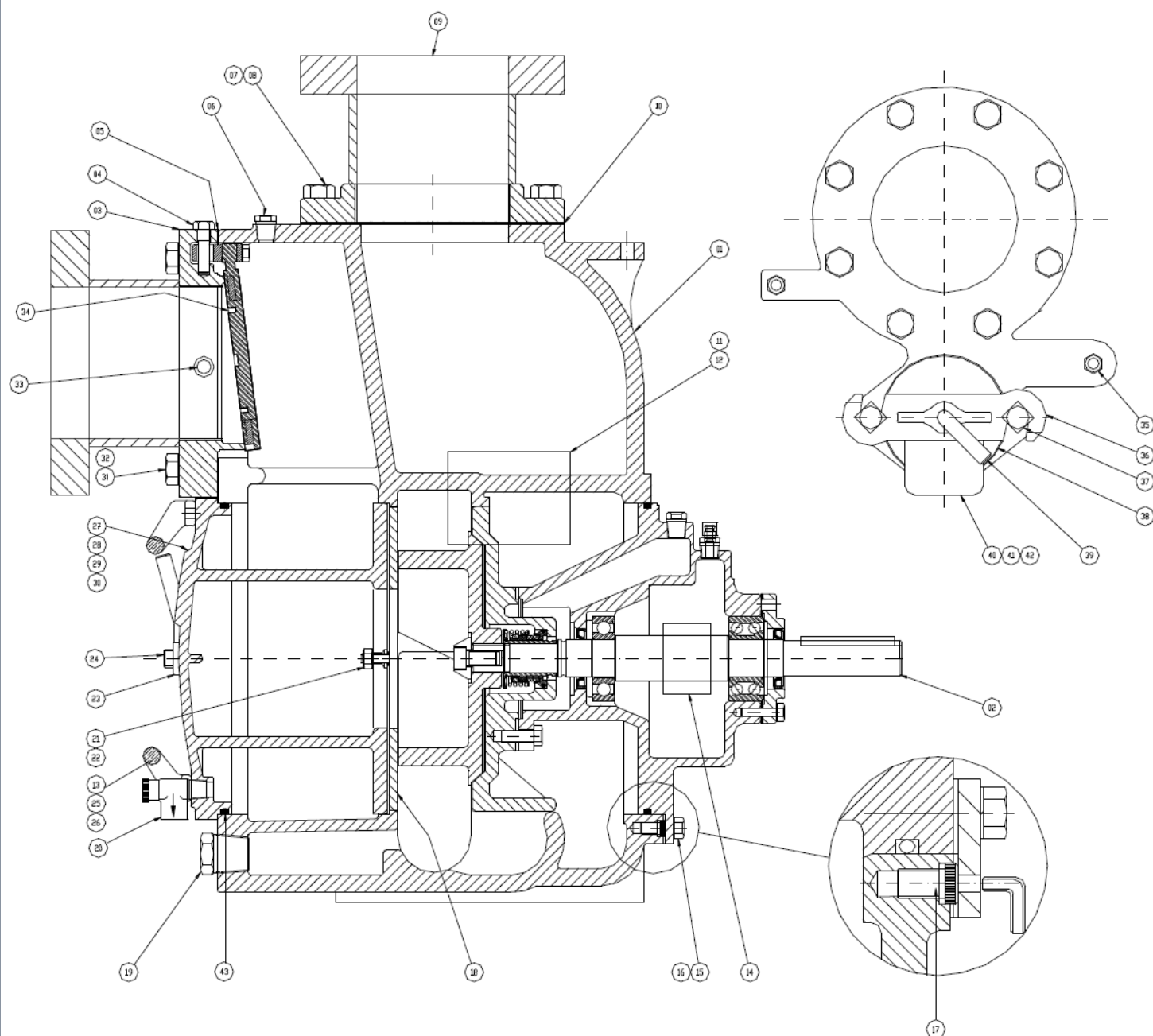


FIGURA 1. CONJUNTO GERAL BOMBA LP-6

LISTA DO CONJUNTO GERAL BOMBA LP-6

POS.	QUANT.	DESCRIÇÃO	CÓDIGO
01	1	CARCAÇA DA BOMBA	9600130000
02	1	CONJUNTO ROTATIVO	9600136000 *
03	1	CARRETEL DE SUÇÃO	9802713000
04	1	PINO DA VALVULA FLAP	9901308000
05	1	JUNTA DO FLANGE DE DESCARGA	9901323000 *
06	1	BUJÃO	3310271020
07	8	PARAFUSO SEXTAVADO	2101265840
08	8	ARRUELA DE PRESSÃO	2321080920
09	1	CARRETEL DE SAIDA	9802717000
10	1	JUNTA DO FLANGE DE DESCARGA	9901324000 *
11	1	PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO	9901325000
12	4	REBITE	2750201200
13	2	ALÇA DA TAMPA DE INSPEÇÃO	9800887000
14	1	ADESIVO ATENÇÃO	9901433000
15	4	PARAFUSO SEXTAVADO	2101263890
16	4	ARRUELA DE PRESSÃO	2321080840
17	4	PARAFUSO ALLEN	2102133870 *
18	1	PLACA DE DESGASTE	9901327000 *
19	1	BUJÃO	3310271120
20	2	VALVULA DE ALIVIO	3768500300
21	4	PORCA SEXTAVADA	2211270030
22	4	ARRUELA DE PRESSÃO	2321080800
23	2	PORCA COM CABO	9901309000
24	2	PRISIONEIRO DA TAMPA	9901332000
25	4	ARRUELA DE PRESSÃO	2321080800
26	4	PARAFUSO SEXTAVADO	2101200810
27	1	TAMPA DE INSPEÇÃO	9700451000 *
28	1	ALÇA DA TAMPA DE INSPEÇÃO	9901328000
29	4	REBITE	2750201200
30	1	ADESIVO CUIDADO	9901329000
31	8	PARAFUSO SEXTAVADO	2101265840
32	8	ARRUELA DE PRESSÃO	2321080920
33	1	BUJÃO	3310271020
34	1	VALVULA FLAP	9700460000 *
35	1	BUJÃO	3310271020
36	1	BARRA DE TRAVAMENTO	9800868000
37	2	PARAFUSO CAB. QUADRADA	2102565150
38	1	JUNTA DA TAMPA DE ENCHIMENTO	9901330000 *
39	1	PARAFUSO DE TRAVAMENTO	9901311000
40	1	TAMPA DE ENCHIMENTO	9901299000
41	1	PLAQUETA DE ATENÇÃO	9901331000
42	2	REBITE	2750201200
43	1	ORING	3606224540 *

***PEÇAS SOBRESSALENTES RECOMENDADAS**

VISTA EM CORTE

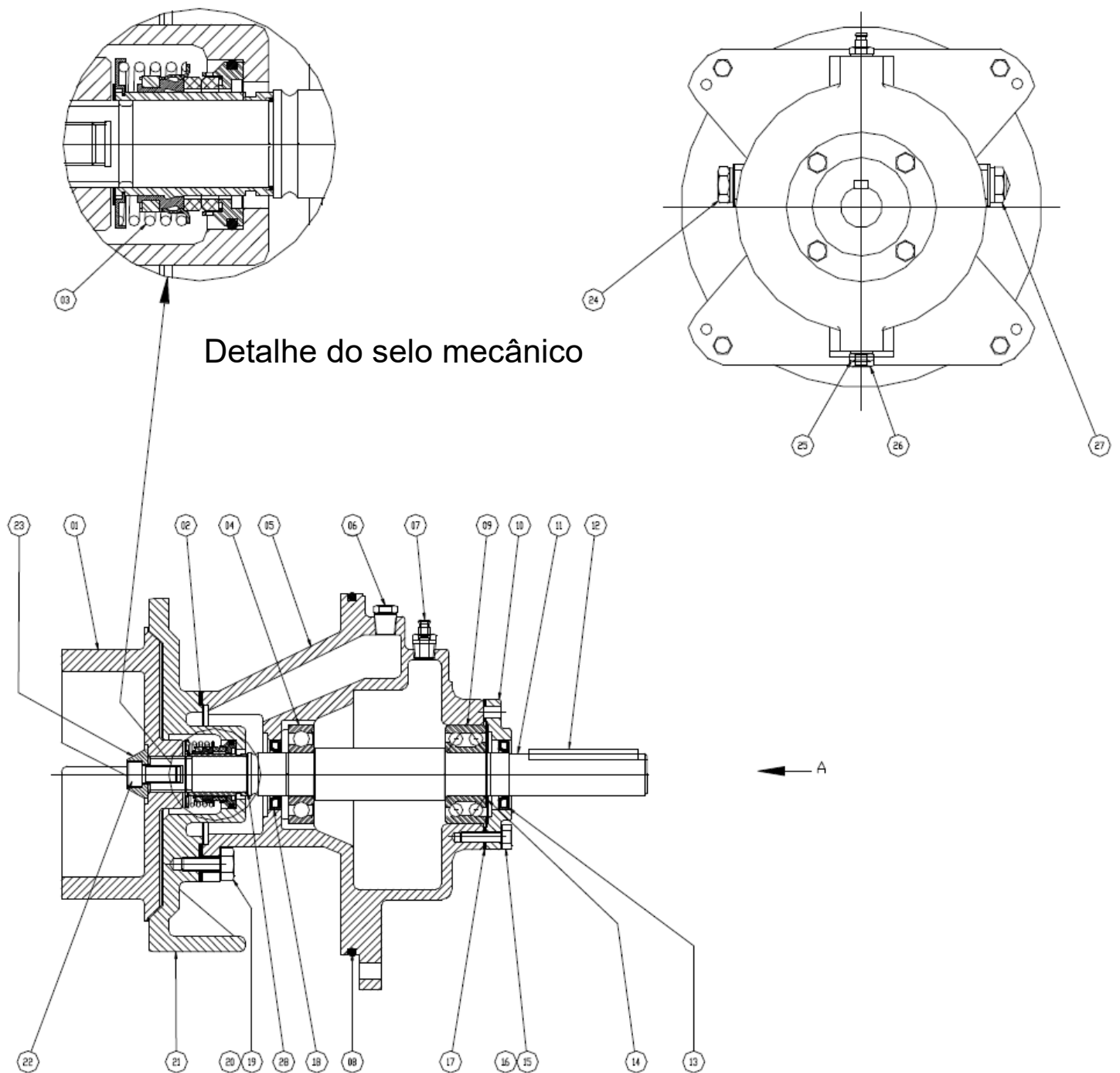


FIGURA 2. CONJUNTO ROTATIVO LP-6

LISTA CONJUNTO ROTATIVO LP-6

POS.	QUANT.	DESCRIÇÃO	CÓDIGO
01	1	ROTOR	9700453000 *
02	1	JUNTA DA CARCAÇA DO SELO	9901333000 *
03	1	SELO MECÂNICO	9800906000 *
04	1	ROLAMENTO	3180012060
05	1	CARCAÇA DO ROLAMENTO	9700452000
06	1	BUJÃO	9901335000
07	1	BUJÃO	3310990600
08	1	ORING	3606224540 *
09	1	ROLAMENTO	3180074380
10	1	TAMPA DO ROLAMENTO	9800870000
11	1	EIXO DO ROTOR	9901312000
12	1	CHAVETA	9901336000
13	1	RETENTOR	3680047800 *
14	1	ANEL ELASTICO	2322600320
15	4	PARAFUSO SEXTAVADO	2101262580
16	4	ARRUELA DE PRESSÃO	2321080800
17	1	JUNTA DA TAMPA DE ROLAMENTO	9901337000 *
18	1	RETENTOR	3680047800 *
19	4	PARAFUSO SEXTAVADO	2101263890
20	4	ARRUELA DE PRESSÃO	2321080840
21	1	CARCAÇA DO SELO MECÂNICO	9700454000
22	1	PARAFUSO TIPO ALLEN	2102141950
23	1	ARRUELA DO ROTOR	9901313000
24	1	BUJÃO	3310271080
25	1	BUJÃO	3310271060
26	1	BUJÃO	3310271060
27	1	VISOR	3480500350
28	1	ANEL "O"	3606220240 *

***PEÇAS SOBRESSALENTES RECOMENDADAS**



Anexo IV – Memória de cálculo da EEEF



ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL - EEF



DIMENSIONAMENTO

PROJETO: ELABORAÇÃO DO PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DA ETE RIO SOROCABA CERQUILHO/SP
Nº CONTRATADA: HBR71-21
OBJETO: EEE FINAL - ETE SOROCABA

1. Parâmetros de projeto

Vazão de Início de plano		2022
Q _{min}	25,53	L/s
Q _{méd}	41,08	L/s
Q _{máx}	68,31	L/s
Vazão de Fim de plano		2035
Q _{min}	43,07	L/s
Q _{méd}	69,30	L/s
Q _{máx}	115,22	L/s

Número de bombas	2	Unidades
Vazão de recalque	115,22	L/s
Vazão de cada bomba	57,61	L/s

Parametros da chegada na EE	
Cota do terreno	497,85 m
Cota GI entrada	495,66 m
Diâmetro da tubulação de chegada	500 mm
Parametros da chegada da linha de recalque	
Cota	507,400 m

2. Dimensionamento do poço de sucção

Volume útil do poço, considerando a vazão máxima		
Q _{máx}	0,12 m³/s	
V _{útil1}	17,3 m³	
V _{útil2}	6,8 m³	
Dimensões do poço		
Largura	3,50	m
Comprimento	5,00	
Área	17,50	m²
NA mínimo	0,80	m
*Altura útil adotada (Hu ₁)	1,00	m
*Altura útil adotada (Hu ₂)	1,50	m
NA alarme - NA máximo	0,20	m
Altura total	3,00	m
Volume útil adotado (Vu ₁)	18,00	m³
Volume útil adotado (Vu ₂)	26,00	m³
Volume total do poço	53	m³
Volume efetivo do poço	26,00	m³

Verificação do tempo de detenção				
Ano	2022			
Para Q _{med} => TD =	11 min	OK		(TD < 20min)
Para Q _{max} => TD =	6 min	OK		(TD < 20min)
Para Q _{min} => TD =	17 min	OK		(TD < 20min)
Ano	2035			
Para Q _{med} => TD =	6 min	OK		(TD < 20min)
Para Q _{max} => TD =	4 min	OK		(TD < 20min)
Para Q _{min} => TD =	10 min	OK		(TD < 20min)

*(NA máximo - NA mínimo)

3. Dimensionamento da Linha de Recalque

Vazão de recalque	115,2	L/s
Vazão de cada bomba	57,6	L/s
Cota de fundo do poço de sucção	492,66	m
NA mín. Poço de sucção	493,46	m
NA máx. Poço de sucção	495,66	m
Nível operacional 1	494,46	m
Nível máx. operacional 2	494,96	m
Cota de chegada da linha de recalque	507,40	m
Diâmetro de recalque no barrilete	339	mm
Desnível Geométrico Máximo (HG máximo)	13,94	m
Desnível Geométrico Mínimo (HG mínimo)	12,44	m

Diâmetro do barrilete de sucção	300	mm
Comprim. do barrilete de sucção	5,8	m
Extensão da linha de recalque	130	m
Diâmetro da linha de recalque	300	mm
Material	F.F.	
Coeficiente de rugosidade (c)	100	
hf	0,49	m
Velocidade de sucção	0,82	m/s
Velocidade de recalque	0,82	m/s

4. Perda de carga

Perda de carga distribuída

Linha de Recalque	$h_{fc1} = L * 10,643 * Q^{1,85} * D^{-4,87} * C^{-1,85} =$	1,78 m
Barrilete de Sucção	$h_{fc2} = L * 10,643 * Q^{1,85} * D^{-4,87} * C^{-1,85} =$	0,08 m
$h_{fct} = h_{fc1} + h_{fc2} =$	1,86 m	

Perdas Localizadas

Trecho	Singularidade	Diâm. (mm)	K-unit	Quant.	K-total	Perda Localizada (m)
Sucção	Redução excêntrica com flanges (300X150)	150	0,15	2	0,30	0,1625
	Curva 90°	300	0,40	2	0,80	0,0271
Recalque	Redução concêntrica com flanges (200x150)	150	0,30	2	0,60	0,3250
	Válvula de retenção de fechamento rápido	150	2,50	2	5,00	2,7085
	Válvula de retenção portinhola	150	2,50	2	5,00	2,7085
	Curva 90°	200	0,40	2	0,80	0,1371
	Junta de desmontagem	200	0,40	2	0,80	0,1371
	Tê com flanges (300x200)	200	1,30	2	2,60	0,4456
	Curva 90°	300	0,40	1	0,40	0,0135
	Curva 90° com bolsas	300	0,40	1	0,40	0,0135
	Curva 90°	300	0,40	1	0,40	0,0135
Linha de recalque	Curva 45°	300	0,20	2	0,40	0,0135
	Curva 22°30'	300	0,10	3	0,30	0,0102
	Extremidade com aba de vedação	300	0,40	1	0,40	0,0135
	Junta de desmontagem	300	0,40	1	0,40	0,0135
	Medidor de vazão	300	0,40	2	0,80	0,0271
	Luva	300	0,40	1	0,40	0,0135
	TOTAL =				19,80	6,7832

Altura Manométrica Total

H_{man} máxima = 22,58 m

H_{man} mínima = 21,08 m

5. Curva do sistema

Desnível geométrico máximo	13,94	m
Desnível geométrico mínimo	12,44	m
Coeficiente a para Q total (a1)	0,10	
Coeficiente a para Q/2 (a2)	6,68	
Coeficiente b para Qtotal (b1)	96,96	
Coeficiente b para Q/2 (b2)	4,36	
Vazão de cada bomba	57,61	L/s

$$H_{man(min)} = H_g(min) + a1 \cdot Q^2 + a2 \cdot (Q/2)^2 + b1 \cdot Q^{1,85} + b2 \cdot (Q/2)^{1,85}$$

$$H_{man(máx)} = H_g(máx) + a1 \cdot Q^2 + a2 \cdot (Q/2)^2 + b1 \cdot Q^{1,85} + b2 \cdot (Q/2)^{1,85}$$

CURVAS DO SISTEMA

Intervalo de Vazão Esgoto (Q)		Hman (mín)	Hman(máx)
m³/h	L/s	m	m
0,00	0,00	12,44	13,94
60,00	16,67	12,49	13,99
120,00	33,33	12,62	14,12
180,00	50,00	12,83	14,33
207,40	57,61	12,95	14,45
220,00	61,11	13,00	14,50
280,00	77,78	13,32	14,82
340,00	94,44	13,70	15,20
400,00	111,11	14,15	15,65
460,00	127,78	14,65	16,15

Dados para escolha da bomba

Vazão Bomba		Hman (mca)
L/s	m³/h	
57,61	207,40	14,45

6 Curva da Bomba

CURVA DA BOMBA 01

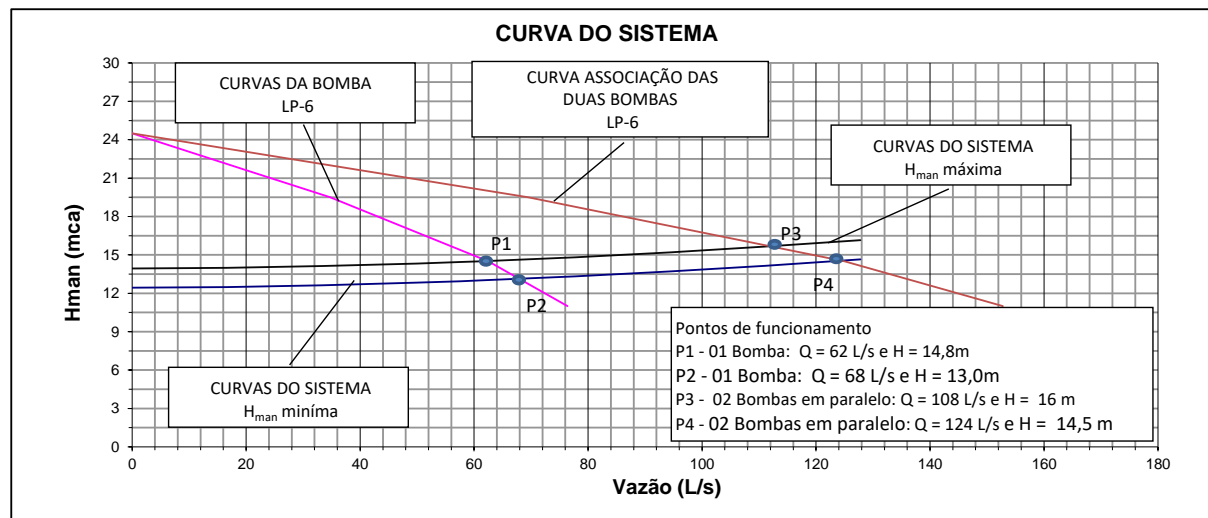
Vazão (L/s)	Hman (m)
	01 Bomba
0,00	24,50
20,83	21,50
34,72	19,50
48,61	17,00
62,50	14,50
76,39	11,00

CURVA DA ASSOCIAÇÃO DAS BOMBAS

Vazão (L/s)	Hman (m)
	01 Bomba
0,00	24,50
41,67	21,50
69,44	19,50
97,22	17,00
125,00	14,50
152,78	11,00

CURVA DA BOMBA 02

Vazão (L/s)	Hman (m)
	01 Bomba
0,00	24,50
20,83	21,50
34,72	19,50
48,61	17,00
62,50	14,50
76,39	11,00



Especificação do Conjunto Moto-bomba	
Tipo:	Bomba Re-Autoeskorvante
Marca:	Sigma
Modelo:	LP-6 6" x 6"
Nº de conjuntos:	3 (1 de reserva)
Potência requerida:	16,44 cv
Potência Instalada:	20 cv
Fluido:	Esgoto
Rotação da bomba:	1250 rpm
NPSH _{requerido} :	2,47 m
Rendimento	60,0 %

Ponto de operação para 01 bomba	
Q (m ³ /h)	Hman (m)
57,61	14,45

7. Verificações

Ciclos da bomba					
TC	1.527 s	=	25,5 min	OK	(TC > 10min)
Número de partidas em 1h	6 (nº/h)				

velocidade dos esgotos no tubo em função das bombas

1,63 m/s

Tensão trativa na linha de recalque em função das bombas

st =	0,44 kgf/cm ²	OK	(st > 0,15kgf/cm ²)
------	--------------------------	----	---------------------------------

Medidor de Vazão Eletromagnético Modelo 580TM



Manual de Instruções

Medidor Eletromagnético de Vazão Modelo 580TM

AVISO

Leia este manual antes de usar o produto. Para segurança pessoal e do sistema, e para um desempenho ideal do produto, certifique-se de ter entendido bem o conteúdo do manual antes de instalar, usar ou fazer a manutenção deste produto.

AVISO

Para instalações externa onde existe a probabilidade de ocorrências de descargas atmosférica é necessário a instalação de um protetor de surto para garantir a integridade do Conversor 581TM, em caso de surto (ver seção proteção de surto).



Anexo V – Dados do macromedidor

Índice

Seção 1		
Introdução	Escopo do Manual	04
Seção 2		
Princípio de Funcionamento	Princípio básico	05
Seção 3		
Modelos Disponíveis	Modelos disponíveis	06
Seção 4		
Instalação	Introdução	07
	Cuidados na Instalação	08
	Observações antes da Instalação	09
	Localização	10
	Alinhamento da Tubulação	11
	Montagem na Tubulação	11
	Montagem dos Medidores Ø 0,1" a 0,5" (2,5mm a 15mm)	11
	Montagem dos Medidores Ø 1" a 8" (25mm a 200mm)	12
	Montagem dos Medidores Ø 0,5" a 24" (15mm a 600mm)	13
	Instalação onde o Ø da tubulação é maior que o Ø do Medidor	14
	Instalação com redução	14
	Conexão do Medidor com o Conversor	15
	Borneira de conexão dos eletrodos e bobinas do 580TM(remoto)	16
	Aterramento	17
	Tubulação eletricamente condutiva	17
	Tubulação isolante	19
	Proteção contra Surto	20
Seção 5		
Especificações Técnicas	Diagrama Pressão X Temperatura	21
	Grau de Proteção	21
	Acabamento	21
	Materiais sem contato com fluido de processo	21
	Materiais em contato com fluido de processo	22
	Cabos de interligação ao Conversor Remoto	22
	Tabela de vazão para diâmetros de referência Ø 0,1" à 0,3"	23
	Tabela de vazão para diâmetros de referência Ø 0,5" à 32"	24
	Tabela para seleção de velocidade de trabalho	25
	Dimensões dos Medidores Ø 0,1" à 0,5"	26
	Dimensões dos Medidores Ø 1" à 8"	27
	Dimensões dos Medidores flangeados Ø 1/2 à 32"	28
	Manutenção dos Eletrodos quando removíveis(opção P)	29
	Resistência das Bobinas	30
	Remoção e Limpeza	30
	Revestimento e Eletrodos	30
	Escolha do Revestimento	31
	Escolha do Eletrodo	31

1

Introdução

Escopo do Manual

Este manual fornece as instruções para a instalação, operação, e diagnóstico de problemas para os Medidores Eletromagnético de Vazão 580TM da Enginstrel Engematic Ltda. As instruções específicas para os Transmissores de Medidor Magnético de Vazão estão localizados no manual de produto do Modelo 581TM.

2

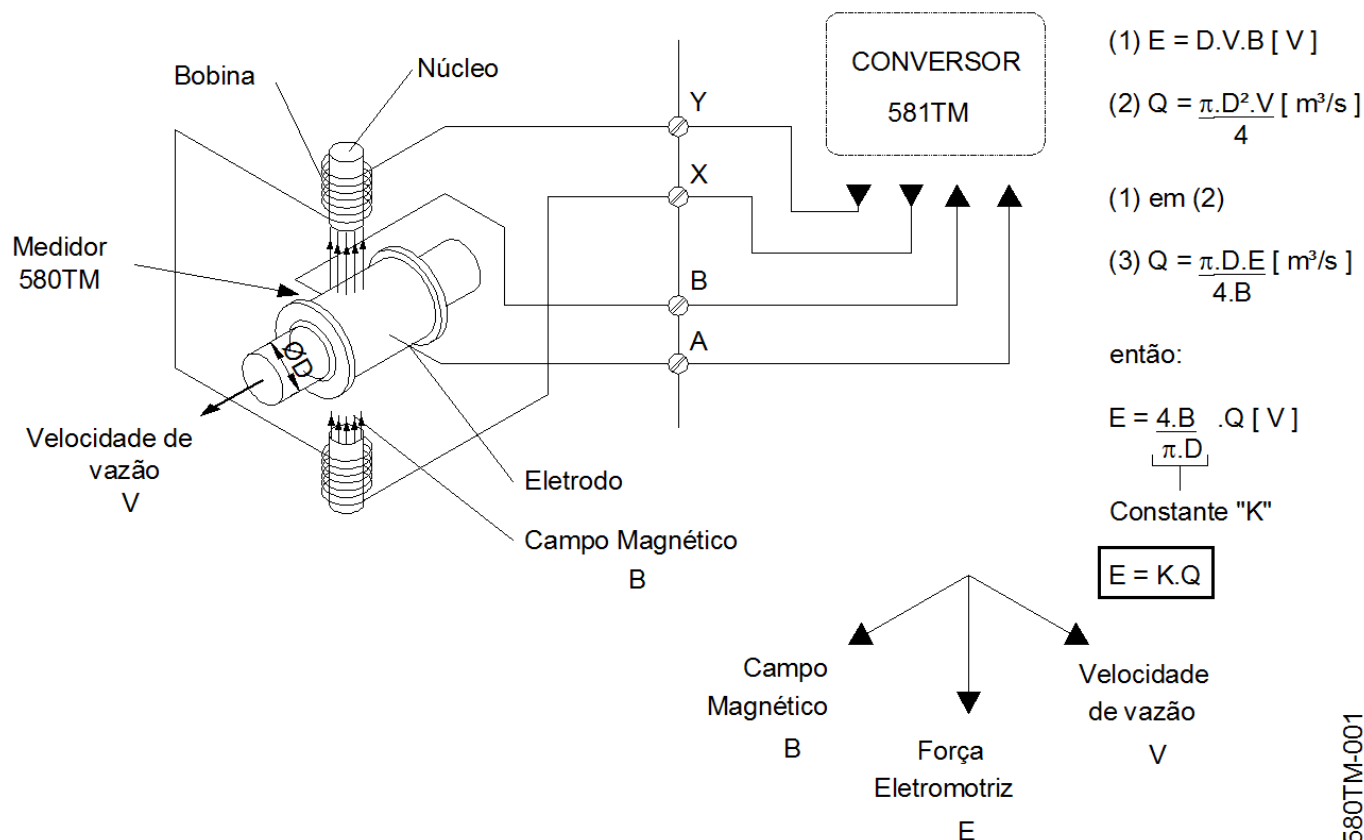
Princípio de Funcionamento

Princípio Básico

O princípio de funcionamento do Medidor Eletromagnético de Vazão 580TM é baseado na Lei de FARADAY, segundo a qual um objeto condutor que se move em um campo magnético, gera uma força eletromotriz.

A relação entre o campo magnético, movimento do fluido e fem induzida, pode facilmente ser determinada através da regra da mão direita. No Medidor Eletromagnético, o condutor é o fluido que passa através do tubo detetor. Desta forma, a direção do campo magnético, a vazão e a fem estão posicionadas uma em relação a outra a um ângulo de 90°.

Figura 580TM-001 – Princípio de funcionamento



3

Modelos Disponíveis

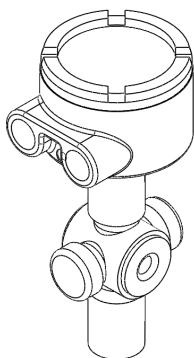
Modelos Disponíveis

O Medidores Magnéticos de Vazão 580TM, estão disponíveis nas geometrias apresentadas na figura 580TM-002.

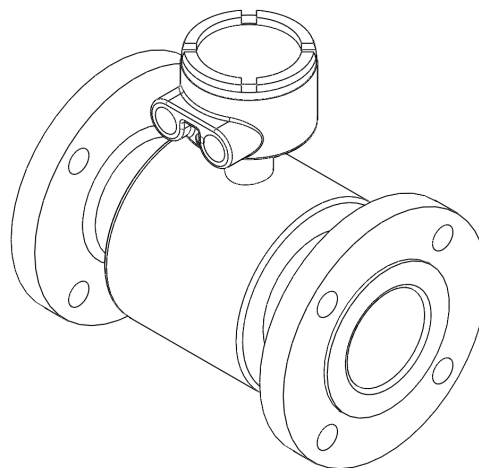
A grande variedade de escolha para o tipo de material do eletrodo e revestimento interno, dá ao cliente a possibilidade de compatibilizar o Medidor com a maioria dos tipos de fluidos utilizados nos mais diferentes processos.

Todos os modelos abaixo apresentam grau de proteção IP67.

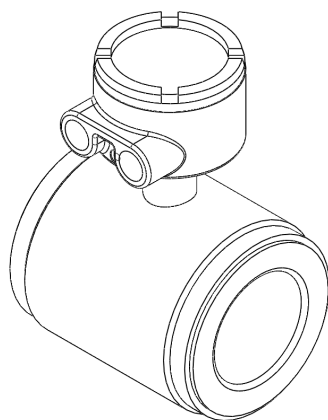
Figura 580TM-002 – Medidores Eletromagnético de Vazão



**2,5 a 15 mm
(0,1" a 0,5")**



**25 a 600 mm
(1" a 24")**



**25 a 200 mm
(1" a 8")**

4

Instalação

Introdução

Esta seção abrange os procedimentos de instalação do Medidor Eletromagnético de Vazão 580TM. Consulte o manual do Transmissor de Medidores Magnéticos de Vazão para procedimentos específicos da instalação do Transmissor.

ADVERTÊNCIA

Estas instruções para instalação e serviço devem ser utilizadas apenas por pessoal qualificado. A negligência em observar as diretrizes de instalação segura pode causar morte ou lesões sérias. Não execute nenhum serviço além daquele relacionado neste manual, a menos que esteja qualificado para fazê-lo.

ADVERTÊNCIA

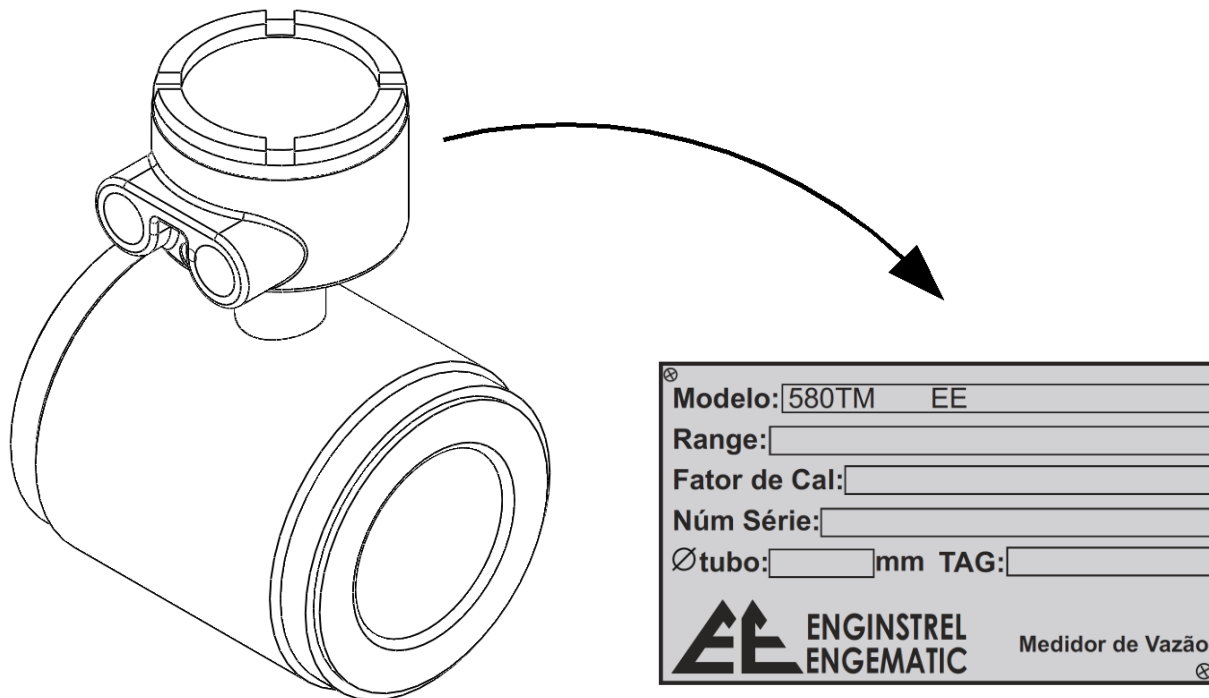
As explosões podem causar morte ou lesões sérias. Certifique-se para que o ambiente operacional do Medidor de Vazão e Transmissor esteja em acordo com a certificação. A negligência em seguir este procedimento pode resultar em faísca elétrica ou numa explosão.

Cuidados na instalação

Antes de instalar o Medidor de Vazão:

1 – Leia atentamente todos os dados gravados na plaqueta do Medidor figura 580TM-003.E anote no final do manual para futuras consultas.

Figura 580TM-003 – Plaqueta do Medidor



2 – Evite choques mecânicos no medidor. Se o revestimento interno for danificado o medidor estará inutilizado.

3 – Para prevenir danos no transporte, somente o retire da embalagem no local da instalação.

4 – Quando levantar o medidor, use cordas e parafusos com olhal (de acordo com o diâmetro), com resistência suficiente para suportar o peso do medidor.

5 – Se os flanges da tubulação estiverem desalinhados, devem ser corrigidos antes de instalar o medidor.

6 – Não abra a caixa de ligação, exceto para executar as conexões elétricas.

7 – Após a instalação, não deixe o medidor inoperante por muito tempo. No entanto, se isso ocorrer, tome as seguintes providências:

- Verifique se a fiação está correta, e se os parafusos dos terminais estão apertados.
- Nos conduítes das conexões elétricas, instale um dreno ou outro tipo de dispositivo de escoamento periódico. Verifique as gaxetas, previna-se contra a entrada de água no medidor.
- Verifique a caixa de ligação e os itens a cima, no mínimo uma vez por ano. Faça uma verificação geral sempre que o mesmo tenha sido exposto à chuva ou umidade excessiva.

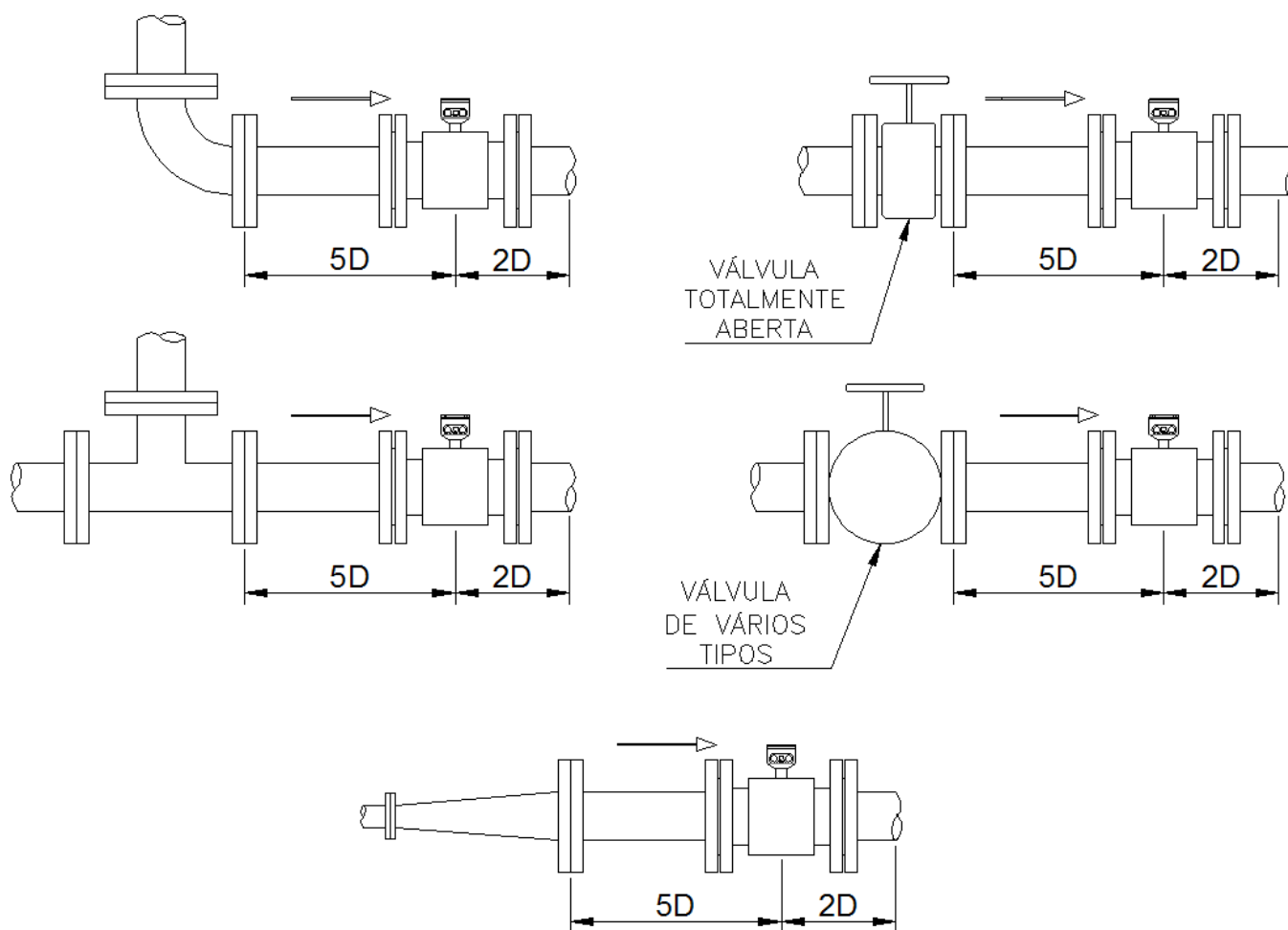
8 – Se o medidor for deixado por muito tempo inoperante, passe o fluido de processo através do mesmo para eliminar eventuais incrustações ou bolhas de ar.

Observações antes da instalação

Os seguintes itens devem ser observados no planejamento da instalação:

- 1 – A temperatura do local deve estar entre -30°C e 60°C ;
- 2 – Para garantir uma operação segura, evite instalar o Medidor próximo a equipamentos que produzam ruídos ou interferência, tais como: Transformadores, Motores, ou outra fonte qualquer de energia elétrica;
- 3 – Para que a precisão do Medidor não seja afetada, siga as condições expostas figura 580TM-004;
- 4 – Não instale o Medidor em tubulações onde a condutividade do fluido não é uniforme. Evite qualquer efeito que possa perturbar a condutividade do fluido no Medidor.

Figura 580TM-004 – Tamanho mínimo da tubulação adjacente
Nota: D = Diâmetro nominal



Localização

O medidor Eletromagnético de vazão pode ser instalado em qualquer ângulo da tubulação. Entretanto algumas precauções devem ser tomadas para assegurar que o Medidor esteja sempre cheio durante as medições. A instalação na vertical do tubo medidor, transportando o fluido de baixo para cima, garante que a linha fique cheia de fluido mesmo em vazão baixa, além disso, minimiza o desgaste do revestimento do Medidor pelo efeito combinado da ação de partículas abrasivas e da força da gravidade. A instalação na horizontal deve ser feita nos seguimentos baixos da tubulação para assegurar o preenchimento total do Medidor.

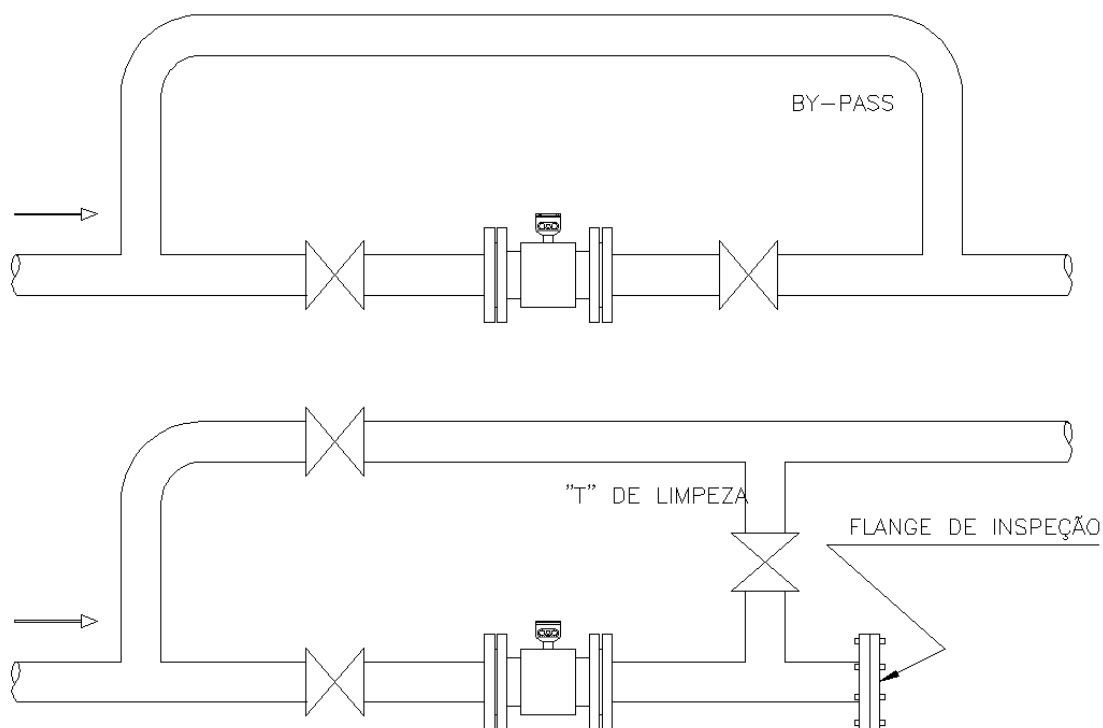
A caixa de ligação do Medidor deverá ser orientada para cima em instalações na horizontais. O eixo imaginário que une os dois eletrodos deve ser na posição horizontal, no entanto se houver a necessidade de instalá-lo de tal forma que esse eixo fique em ângulo com relação à horizontal, deve-se evitar ao máximo que esse eixo fique na vertical.

Nas instalações onde o eixo imaginário dos eletrodos está na vertical ou próxima dela, pode acontecer a entrada de ar entre o fluido e o eletrodo, atuando como isolante entre eles.

O campo eletromagnético no interior do Medidor 580TM, é feito de tal forma que o mesmo seja pouco afetado por qualquer distorção do perfil do fluxo, sendo assim, apenas 5 diâmetros a montante e 2 diâmetros a jusante de trecho reto são necessários. Ver a figura 580TM-004.

Em casos de fluidos contendo graxas ou materiais isolantes que tendam a aderir na superfície do Medidor e em pontos de medição onde a parada do processo inviabiliza possíveis manutenções, é recomendado além das válvulas de bloqueio e “by-pass”, instalar um “T” de limpeza para facilitar a manutenção sem removê-lo ou retirá-lo do processo. Ver figura 580TM-005.

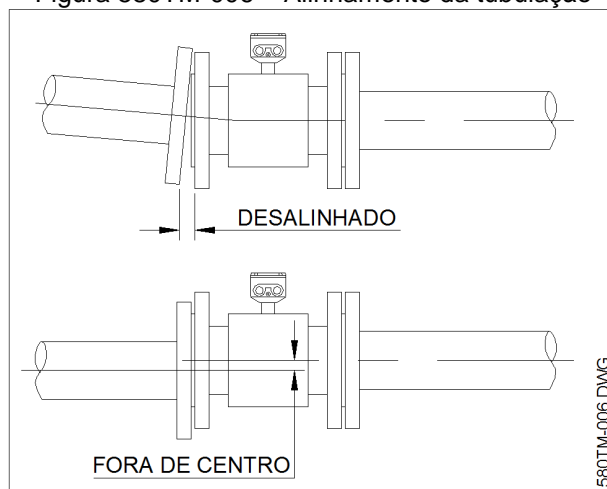
Figura 580TM-005 – Instalação com BY-PASS e T para limpeza



Alinhamento da tubulação

- 1 – Usar cordas ou olhais para levantar o Medidor;
- 2 – Antes da instalação do Medidor, verifique se a tubulação esta alinhada, se necessário, corrija qualquer problema no sistema. Os flanges devem estar paralelos. Alinhe o centro da tubulação. Veja figura 580TM-006.
- 3 - Inspeccione a tubulação do Medidor para eliminar qualquer tipo de obstrução. Esse procedimento evitará que surjam erros de medição.

Figura 580TM-006 – Alinhamento da tubulação



Montagem na tubulação

Medidores DN 0,1" a 0,5" (2,5 a 15 mm) figura 580TM-007 e 580TM-008

- 1 – Posição de montagem. Alinhe a seta do Medidor com o sentido da vazão;
- 2 – Procedimento para aperto das porcas. Para esta etapa é necessário usar o torquímetro. Aperte as porcas consecutivamente 1/3 ou 1/4 do máximo torque, e continue apertando-as até que seja atingido o torque máximo correspondente, de acordo com o diâmetro do Medidor. Veja a tabela que relaciona o diâmetro do Medidor com o torque correspondente.

Figura 580TM-007 – Montagem em detalhes dos Medidores DN 0,1" a 0,5" (2,5 a 15 mm)

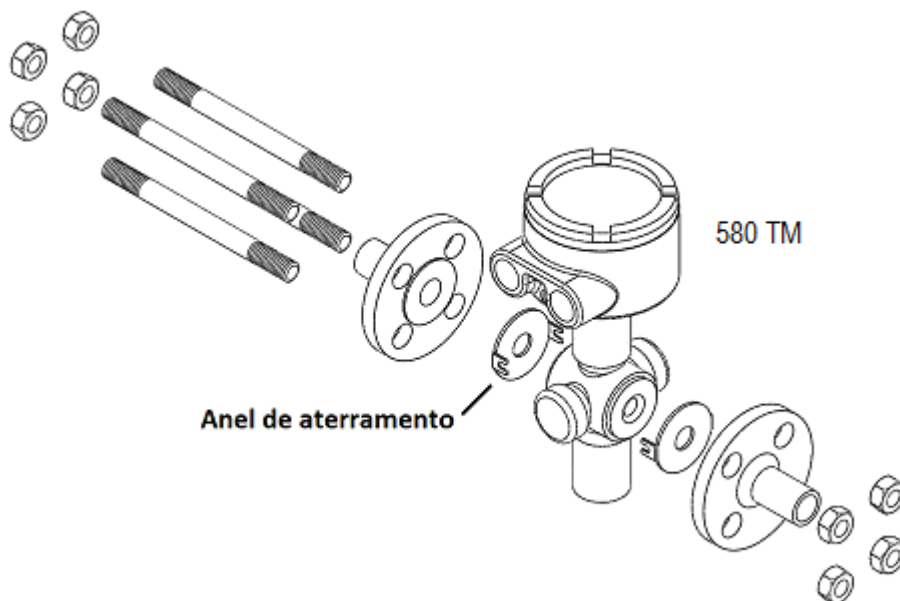
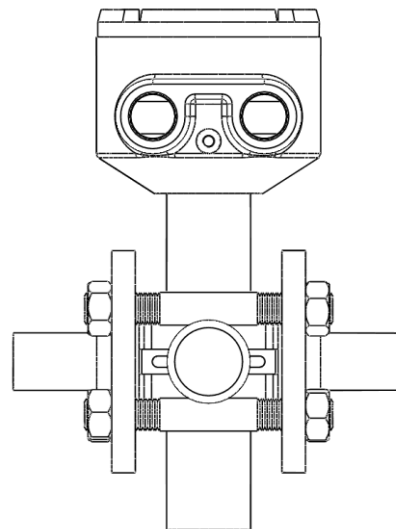


Figura 580TM-008 – Tabela de torque e vista lateral de montagem

Diâmetro do Medidor mm (pol)	Torque nos parafusos	
	kgf.cm	lbf.ft
2,5 (0,1")	111	8
4 (0,15")	111	8
8 (0,3")	111	8
15 (0,5")	111	8



Medidores de DN 1" a 8" (25 a 200 mm) figura 580TM-009 e 580TM-010

1 – Posição de montagem. Alinhe a seta do Medidor com o sentido da vazão;

2 – Dispositivo de centralização. Coloque dois parafusos nos orifícios dos flanges com quatro dispositivos de centralização, dessa forma o Medidor poderá ser corretamente centralizado com a tubulação;

3 – Procedimento do Medidor. Posicione o Medidor de tal forma que os flanges toquem os dispositivos de centralização, em seguida coloque os outros dois parafusos e mais quatro dispositivos de centralização restante;

4 – Procedimento para aperto das porcas. Para esta etapa é necessário usar um torquímetro. Aperte as porcas consecutivamente de 1/3 ou 1/4 do máximo torque, e continue apertando-as até que seja atingido o torque máximo correspondente, de acordo com o diâmetro do Medidor. Veja a tabela que relaciona o diâmetro do Medidor com o torque correspondente.

Figura 580TM-009 – Montagem em detalhes dos Medidores DN 1" a 8" (25 a 200 mm)

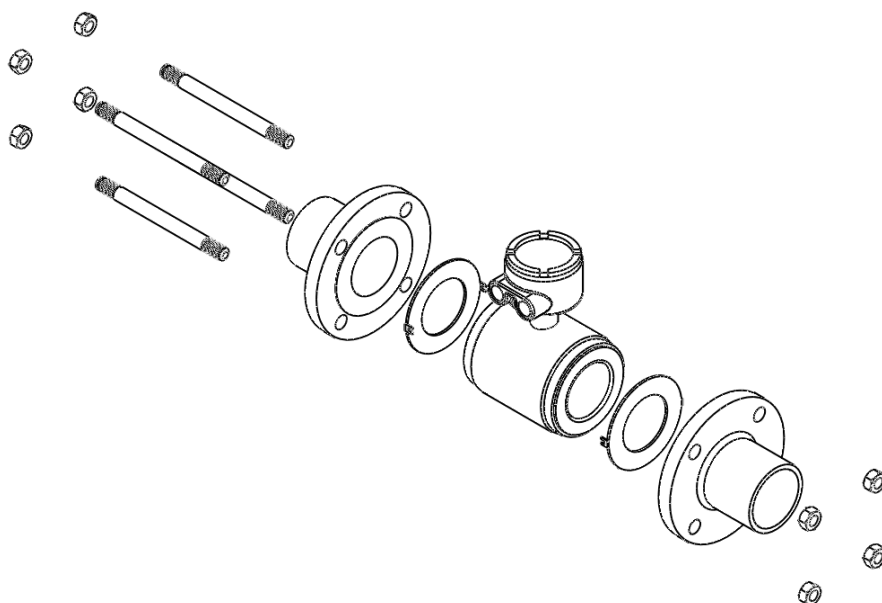
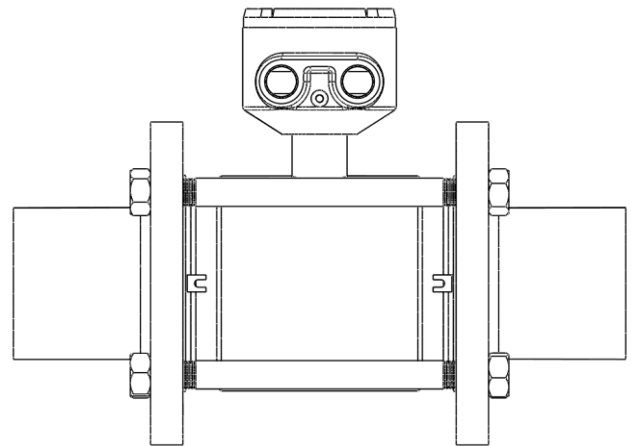


Figura 580TM-010 – Tabela de torque e vista lateral de montagem

Diâmetro do Medidor mm (pol)	Torque nos parafusos	
	kgf.cm	lbf.ft
15 (0,5")	111	8
25 (1")	166	12
40 (1,5")	207	15
50 (2")	346	25
80 (3")	830	60
100 (4")	691	50
150 (6")	968	70
200 (8")	1244	90



Medidores com DN 10" a 18" (250 a 450 mm) figura 580TM-011

1 – Posição de montagem. Alinhe a seta do Medidor com o sentido da vazão;

2 – Procedimento para aperto das porcas. Para esta etapa é necessário usar um torquímetro. Aperte as porcas consecutivamente de 1/3 ou 1/4 do máximo torque, e continue apertando-as até que seja atingido o torque máximo correspondente, de acordo com o diâmetro do Medidor. Veja a tabela que relaciona o diâmetro do Medidor com o torque correspondente.

Figura 580TM-011 – Tabela de torque para medidores com flanges

Diâmetro do Medidor (pol)	Torque nos parafusos			
	ASME 150#		ASME 300#	
	kgf.cm	lbf.ft	kgf.cm	lbf.ft
0,5"	138	10	138	10
1"	138	10	138	10
1,5"	235	17	304	22
2"	346	25	235	17
3"	622	45	484	35
4"	484	35	691	50
6"	830	60	899	65
8"	1106	80	830	60
10"	968	70	899	65
12"	1106	80	1106	80
14"	1383	100	0	
16"	1244	90	0	
18"	1728	125	0	
20"	1728	125	0	
24"	2074	150	0	

Medidores de DN 0,5" a 24" (15 a 600 mm)

1 – Posição de montagem. Alinhe a seta do Medidor com o sentido da vazão;

2 – Instalação do Medidor. Usar alças de içamento para movimentar o Medidor. Durante a instalação, evitar movimentos bruscos no Medidor. Movimentar o medidor em acordo com a figura 580TM-012.

3 - Parafusos para fixação do Medidor. Devem ser colocados um após o outro, e em direção oposta ao fixado anteriormente.

Instalação onde o Ø da tubulação é maior que o Ø do Medidor.

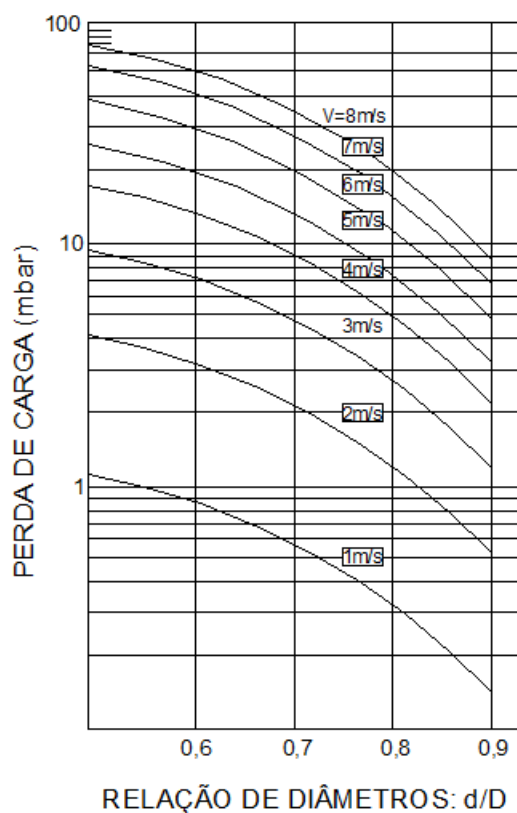
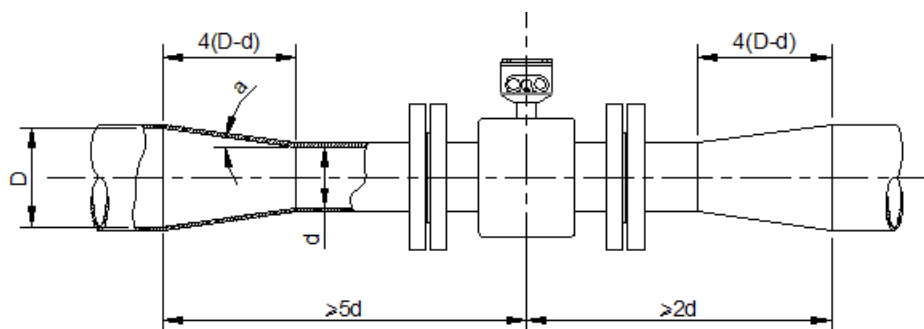
Face a grande faixa de medição é comumente recomendado utilizar Medidores Magnéticos com o DN menor que o da tubulação. Apesar dos custos dos redutores de linha e perdas de cargas, a utilização do Medidor de DN menor ainda assim é econômico.

A seguir apresentamos a maneira aproximada de calcular as perdas de carga causadas pelas reduções na linha. O trecho reto é calculado pelo gráfico.

Cálculo das perdas:

- 1 – Inclinação de redução: 8° , o comprimento da redução será $4(D-d)$.
- 2 – Determine a relação de $\varnothing d/D$ no Medidor em relação ao \varnothing da linha.
- 3 – Leia a perda de carga para a relação de d/D no Medidor, dependendo da velocidade do fluxo.
- 4 – Se por qualquer motivo a velocidade do fluxo da vazão não for conhecida, determine-a através do nomograma de vazão.

Figura 580TM-013 – Instalação com redução



d: Diâmetro do tubo menor
D: Diâmetro do tubo maior
V: Velocidade (m/s)
p: Perda de carga (mbr)
 $a \leq 8^\circ$
 $D/d \leq 1,5$

Conexão do Medidor com o Conversor

Cabo de sinal (eletrodos): Dois cabos com blindagem individual e blindagem geral revestido com PVC de Ø externo 10,5mm

Nota: A montagem do cabo, conforme sugestão abaixo, é feita pelo cliente. A Enginstrel Engematic não fornece esse cabo montado.

Comprimento do cabo: O comprimento máximo é de 300m, sendo reduzido para 100m com frequência de 6Hz. Caso o cabo fornecido tenha extensão superior ao comprimento necessário, o mesmo não deve ser enrolado e sim cortado no comprimento correto e com a montagem nas extremidades.

Figura 580TM-014 – Cabo de sinal dos eletrodos

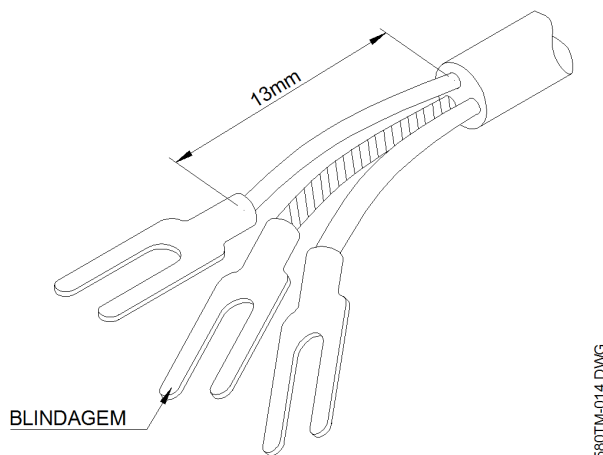


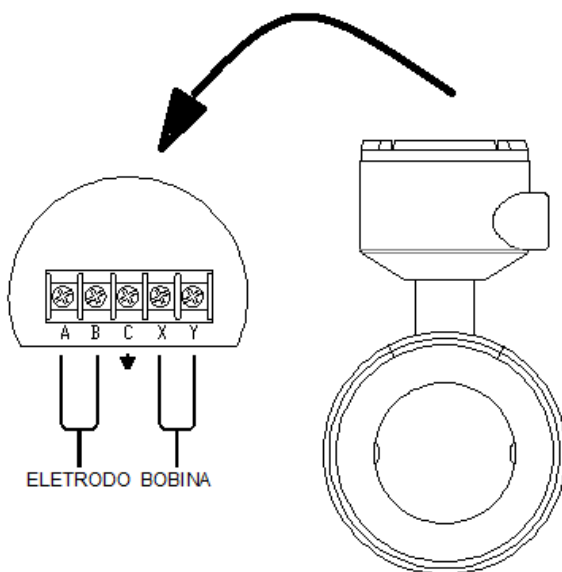
Diagrama de conexões

A figura 580TM-015 mostra a borneira de conexão dos eletrodos e bobina do medidor 580TM (remoto), a conexão entre o Medidor e o Conversor 581TM está na figura 580TM-016.

O Medidor de vazão 580TM é utilizada em conjunto com o Conversor, sendo assim, leia atentamente o manual do seu Conversor correspondente, para informações técnicas adicionais.

Nota: Não permita curtos-circuitos entre as malhas ou carcaça.

Figura 580TM-015 – Borneira de conexão dos eletrodos e bobinas do Medidor 580TM (Remoto)

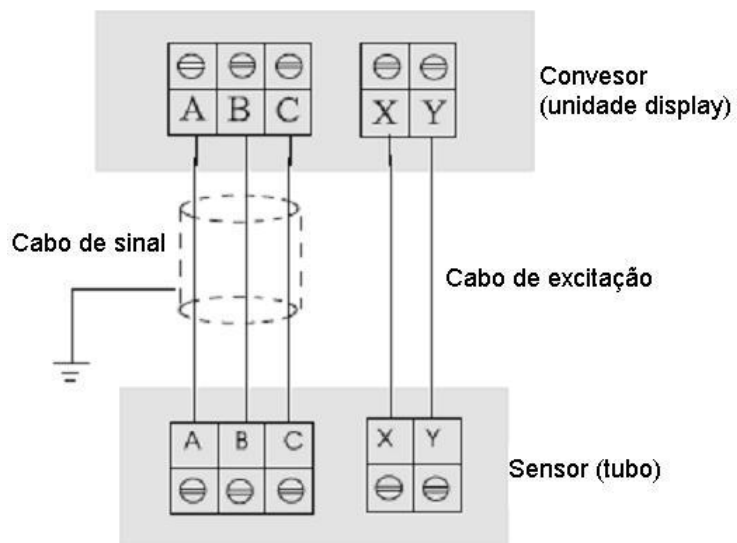


Equivalência de conexões com os principais fabricantes de medidores magnéticos

A fim de facilitar a ligação de diferentes conversores ao sensor 580TM ou do conversor 581 TM aos demais sensores de outros fabricantes, abaixo temos uma tabela de orientação para a correta interligação dos equipamentos.

Fabricante	Sinal do Eletrodo	Sinal do Eletrodo	Blindagem Eletrodo	Alimentação Bobina	Alimentação Bobina	blindagem Bobina
Enginstrel Engematic	A	B	C	X	Y	---
Conault	2	3	1	7	8	S
Emerson	18	19	17	1	2	\perp
Foxboro 2800 / 2900	B	W	ShB/ShW	1	2	GND
Invensys	A	B	C	X	Y	
Yokogawa	A	B	C	EX1	EX2	---

Figura 580TM-016 – Conexão entre o Medidor e o Conversor 581TM



Aterramento

O perfeito funcionamento do medidor eletromagnético de vazão 580TM, requer uma atenção especial quanto ao melhor procedimento de aterramento. Para que as medições sejam estáveis é necessário que todo o sistema esteja aterrado, ou seja, a carcaça do Medidor e fluido devem estar no mesmo potencial de terra.

O aterramento do Conversor é necessário devido às normas de segurança que assim o exigem.

Um bom aterramento é aquele que está em contato com a terra em grande área condutiva.

A resistência de terra deve ser menor que 10 ohms, sendo de grande importância que o condutor de aterramento não possua ruídos de interferência, sendo assim, esse terra não deve ser compartilhado com outros equipamentos elétricos.

O procedimento para o aterramento aplicável é baseado no tipo de tubulação na qual o medidor será instalado.

As informações dadas até agora a respeito de aterramento, e as que daremos a seguir, cobrem a grande maioria dos casos que normalmente são encontrados na prática. No entanto, se por ventura, deparar com um caso diferente daqueles abordados, ou estiver encontrando dificuldades de montar corretamente o sistema de aterramento, consulte a Enginstrel Engematic para a solução do seu caso em específico.

Tubulação eletricamente condutiva

No caso de tubulação eletricamente condutiva, o aterramento poderá ser feito através da própria tubulação.

A seguir, analisaremos o aterramento dos medidores com flanges e sem flanges (wafer).

Faça o aterramento conforme a sequência:

- a) Faça um furo rosca no flange da tubulação. Se a conexão entre a tubulação e o medidor for feita com flanges soltos, então, solde uma porca na tubulação e use o parafuso correspondente para fazer a conexão de terra.
- b) Obtenha uma superfície metálica para garantir uma condutividade elétrica.
- c) Fazer uma conexão entre o terra do medidor e a tubulação. O aterramento deve ser feito com fio de cobre de no mínimo 6mm². Para um bom contato elétrico utilize arruelas dentadas e aperte bem os parafusos.
- d) Se a tubulação não estiver devidamente aterrada, então ligue o terra do medidor a um bom terra.

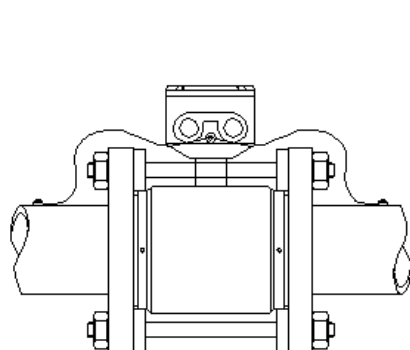
A figura 580TM-018 mostram os principais detalhes do aterramento do Medidor em tubulação condutiva.

Nota:

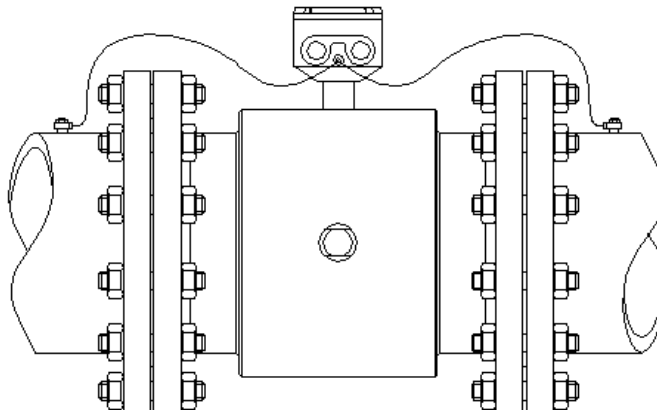
1 – É recomendável o aterramento a montante e a jusante.

2 – Se a tubulação adjacente não oferece um caminho de baixa resistência (< 10 ohms) para o terra, recomenda-se conectar a um terra não compartilhado c/ equipamentos elétricos.

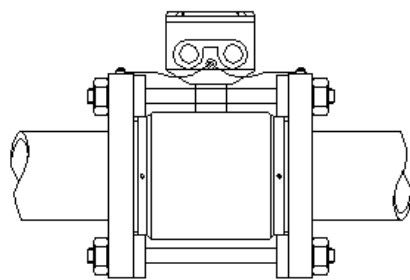
Figura 580TM-018 – Aterramento do Medidor em tubulação condutiva



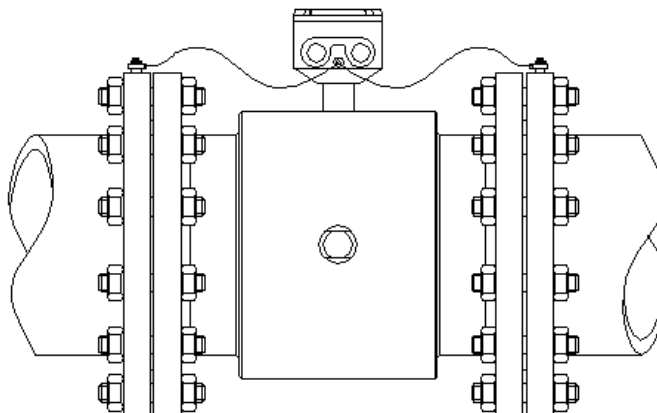
Medidor sem flanges (Wafer), aterrado em tubulação condutiva c/ flanges soltos



Medidor com flanges (Flangeado), aterrado em tubulação condutiva c/ flanges soltos



Medidor sem flanges (Wafer), aterrado em tubulação condutiva c/ flanges soldados



Medidor com flanges (Flangeado), aterrado em tubulação condutiva c/ flanges soldados

Tubulação isolante

No caso de tubulação isolante ou revestido internamente com material isolante, o aterramento tem que ser feito com anel de aterramento/proteção.

O anel de aterramento será fornecido de acordo com as especificações do cliente e de acordo com o fluido de processo.

O material do anel de aterramento pode ser: aço inox, hastelloy B, hastelloy C e Titânio. Outros materiais, tais como: zircônio, tântalo, platina, etc, devem ser especificados como 3º eletrodo de aterramento.

O anel de aterramento tem também como função, a proteção das bordas do revestimento, principalmente em fluidos e com alta velocidade de vazão.

Para medidores de DN 2,5 a 200mm, o contato entre o corpo do Medidor e o anel é feito através de mola-terra, a qual é pressa por meio de parafusos. Veja a figura 580TM-019.

Para medidores com o DN maior que 200 mm, o aterramento é feito de acordo com a sequência abaixo:

- Verifique se os locais de aterramento estão limpos.
- Proceda as ligações com fio de cobre 6mm e terminais de conexão adequados.
- Verifique se o aterramento feito por você está em acordo com o da figura 580TM-019.

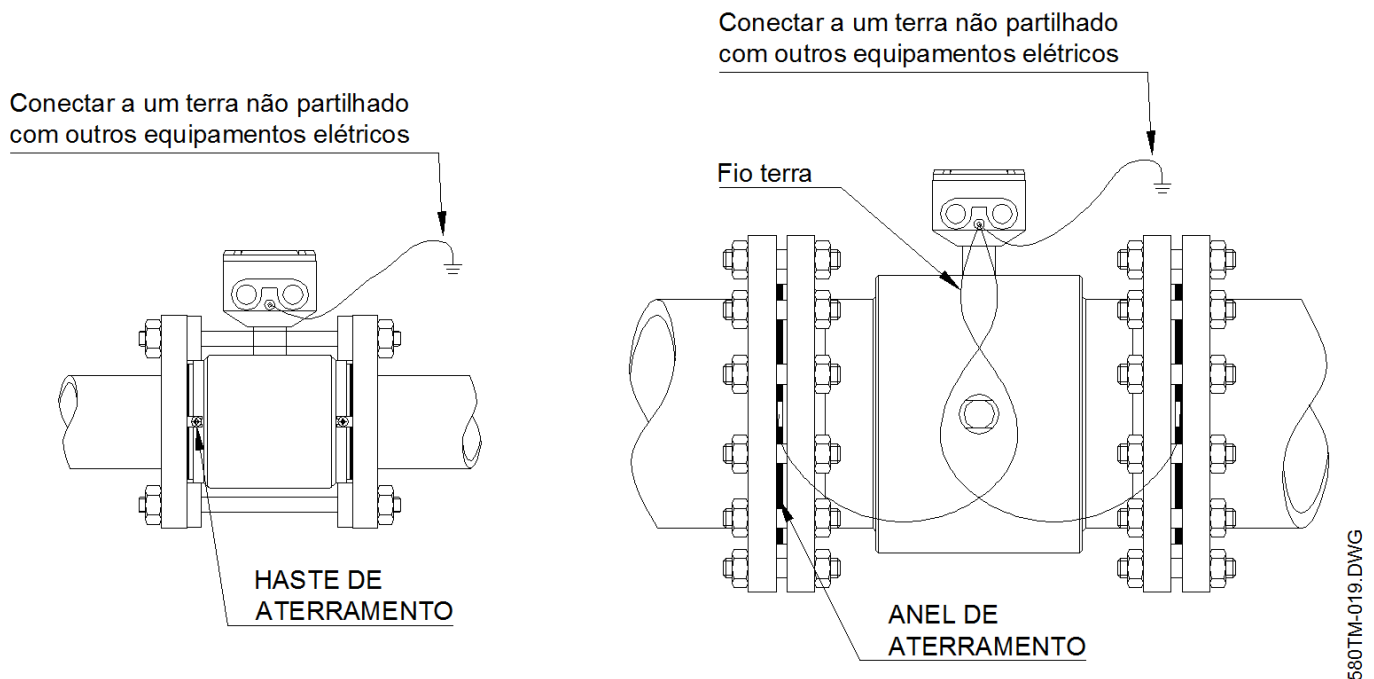
A figura 580TM-019 mostra o aterramento dos Medidores sem flanges (wafer), e dos Medidores com flanges.

Notas:

1 – É recomendável o aterramento a montante e a jusante.

2 – A interligação entre o corpo do Medidor e o anel de aterramento é feita através de mola-terra.

Figura 580TM-019 – Medidor com anel de aterramento em linhas não condutivas

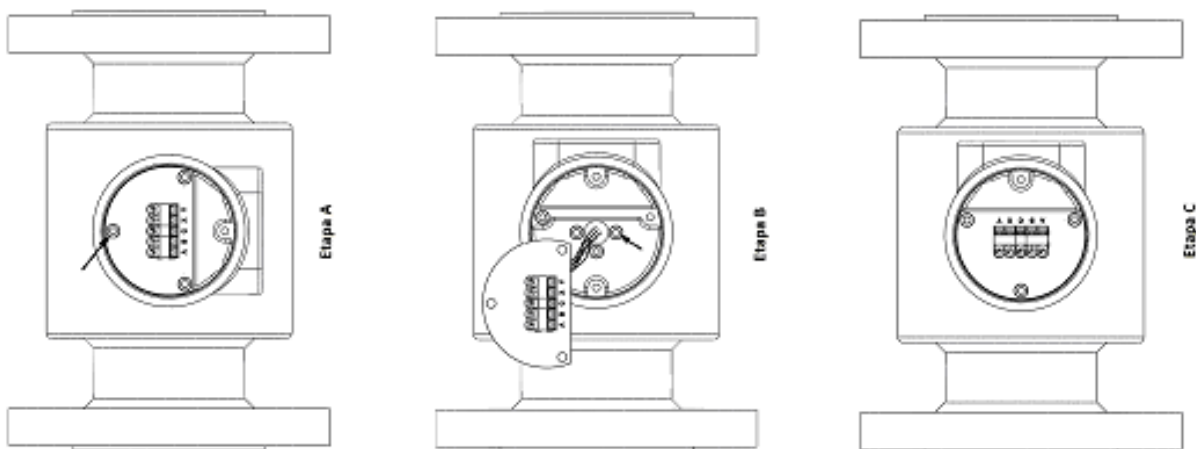


Possibilidades de posicionamento da caixa de ligação

A figura 580TM-019a mostra a forma correta de modificação de direção da caixa de ligação em relação a linha de instalação do medidor.

A caixa permite deslocamento de 360° com posicionamento a cada 90°. Deve-se remover apenas os 6 parafusos (3 de fixação do borne e 3 de fixação da caixa) durante a modificação, não sendo necessário remover a caixa e sim apenas girá-la.

Figura 580TM-019a – Exemplo de modificação de alinhamento da caixa de ligação.



Proteção contra Surto

Instalações externas onde existe a probabilidade de ocorrência de descarga atmosféricas é necessário a instalação de um protetor de surto. O protetor de surto é opcional para o Conversor 581TM e deve ser pedido separadamente (consulte o fabricante).

A proteção completa do Sistema só é eficaz quando o aterramento é efetuado de maneira correta.

Desta forma a garantia dos equipamentos só é válida se os equipamentos estiverem corretamente aterrados.

A instalação do protetor de surto e o aterramento correto, garante a integridade do Conversor com o qual o Medidor 580TM estiver trabalhando.

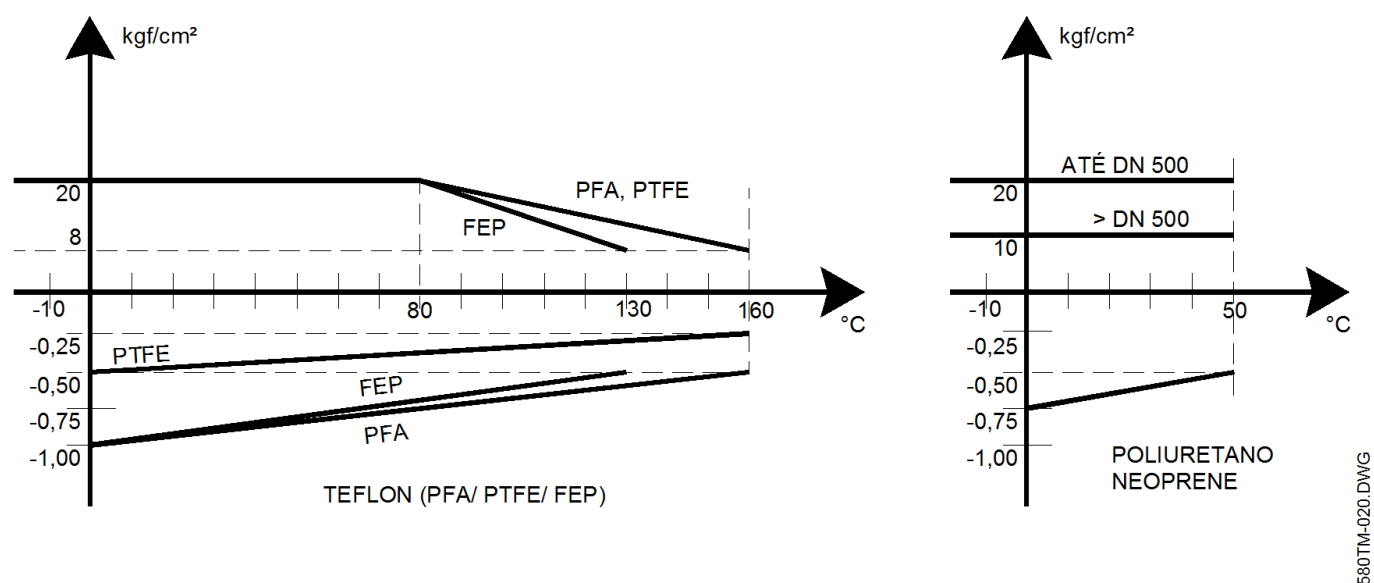
Obs.: O protetor de surto não garante a integridade do sistema no caso de uma incidência direta de uma descarga atmosférica no aparelho.

5

Especificações Técnicas

O diagrama “Pressão Vs Temperatura” (figura 580TM-020), mostra as limitações dos medidores com construção padrão.
Pressões acima de 20 Kg/cm² são disponíveis sob consulta.

Figura 580TM-020 – Diagrama Pressão Vs Temperatura



Grau de proteção

IP 67

Acabamento

Padrão (A prova de Tempo): Epóxi Poliamida.
Submersível / Enterrado: Alcatrão de Hulha.

Materiais sem contato com o fluido de processo

Medidores de vazão tem como materiais o tubo interno em aço inox AISI 304, carcaça em aço carbono com pintura epoxi poliamida, flanges em aço carbono ou aço inox, caixa de ligação e tampa da caixa de ligação em liga de alumínio.

Material em contato com o fluido de processo

Medidores de vazão apresentam diversos materiais que entram em contato direto com o fluido:

Revestimento:

Teflon FEP: de DN 0,1" a DN 24" (revestimento translucido)

Teflon PFA: de DN 0,1" a DN 24" (revestimento translucido)

Teflon PTFE: de DN 1" a DN 24" (revestimento branco)

Poliuretano: de DN 0,5" a DN 32" (revestimento vermelho)

Neoprene: de DN 2" a DN 32" (revestimento preto)

Eletrodos:

Inox 316L, Hastelloy B ou C, Titânio, Zircônio, Tântalo, Stellite e Platina. (Eletrodos removíveis opcionais de DN 1,5" a DN 24").

Anel de Proteção / Aterramento: (Opcional)

Aço Inox 316, Hastelloy (B ou C) e Titânio.

Eletrodo de aterramento (3º eletrodo): (Opcional)

Inox 316L, Hastelloy B ou C, Titânio, Zircônio, Tântalo, Stellite e Platina.

Estrutura do Eletrodo:

FEP, PFA:

Inserção interna (padrão)

Inserção externa: aplicações diferenciadas (opcional)

PU e Neoprene:

Inserção externa (padrão para inox 316L e Titânio)

Inserção interna: aplicações diferenciadas (opcional)

PTFE:

Inserção interna para todos os materiais do eletrodo.

Alimentação das Bobinas: Através do Conversor 581TM.

Aterramento: Classe 3 (< 100 ohms).

Cabos de Interligação ao Conversor Remoto

Para interligação ao conversor o cabo utilizado para os eletrodos deve ser o cabo 2x20 AWG com blindagem e para as bobinas cabo 2x14 AWG com blindagem.

O comprimento máximo para os cabos deve ser de 50m para excitação de 6Hz e 100m para excitação de 30Hz.

Tabela de vazão para diâmetros de referência

		Vazão mínima mensurável (l/h)	Range - Fim de escala (l/h)		
			Mínimo	Máximo	Unitário
Pol.(mm)	Veloc.	0,0122 m/s	0,3048 m/s	9,144 m/s	1,0 m/s
0,10" (2,5)		0,222	5,56	166,7	18,2
0,15" (4,0)		0,499	12,5	375,2	41,0
0,30" (8,0)		1,99	49,9	1500,0	164,0

580TM-021.dwg

Tabela de vazão para diâmetro de referência

		Vazão mínima medida (m3/h)	Range (m3/h)		
			Mínimo	Máximo	Unitário
Pol. (mm) \ Veloc.		0,0122 m/s	0,3048 m/s	9,144 m/s	1,0 m/s
1/2" (15)		0,00861	0,215	6,454	0,701
1" (25)		0,0245	0,61	18,36	2,01
1 1/2" (40)		0,0576	1,44	43,24	4,73
2" (50)		0,0951	2,38	71,27	7,79
3" (80)		0,209	5,2	157	17,2
4" (100)		0,361	9,0	270.4	29.5
6" (150)		0,818	20,4	613.6	67.1
8" (200)		1,417	35	1063	116
10" (250)		2,233	56	1675	183
12" (300)		3,202	80	2402	262
14" (350)		3,832	96	2874	314
16" (400)		5,004	125	3753	410
18" (450)		6,334	158	4751	519
20" (500)		7,873	197	5905	645
24" (600)		11,38	285	8540	933
28" (700)		15,71	390	11850	1290
30" (750)		18,22	460	13670	1494
32" (800)		20,82	520	15650	1710

Exemplo para um medidor de 2":
Vazão mínima medida: 95 l/h
Range médio (fim de escala): 2,38 m3/h
Range unitário (1 m/s): 7,79 m3/h
Range típico (3 m/s): 23,4 m3/h
Range máximo (fim de escala): 71,27 m3/h

580TM-022.dwg

Tabela para seleção de velocidade de trabalho

Guia de seleção - Velocidade de trabalho			
Líquido	Fim de escala	(Ft/s)	(m/s)
	Normal	2-20	0.6-6.1
	Abrasivo	5-15	1.5-4.6

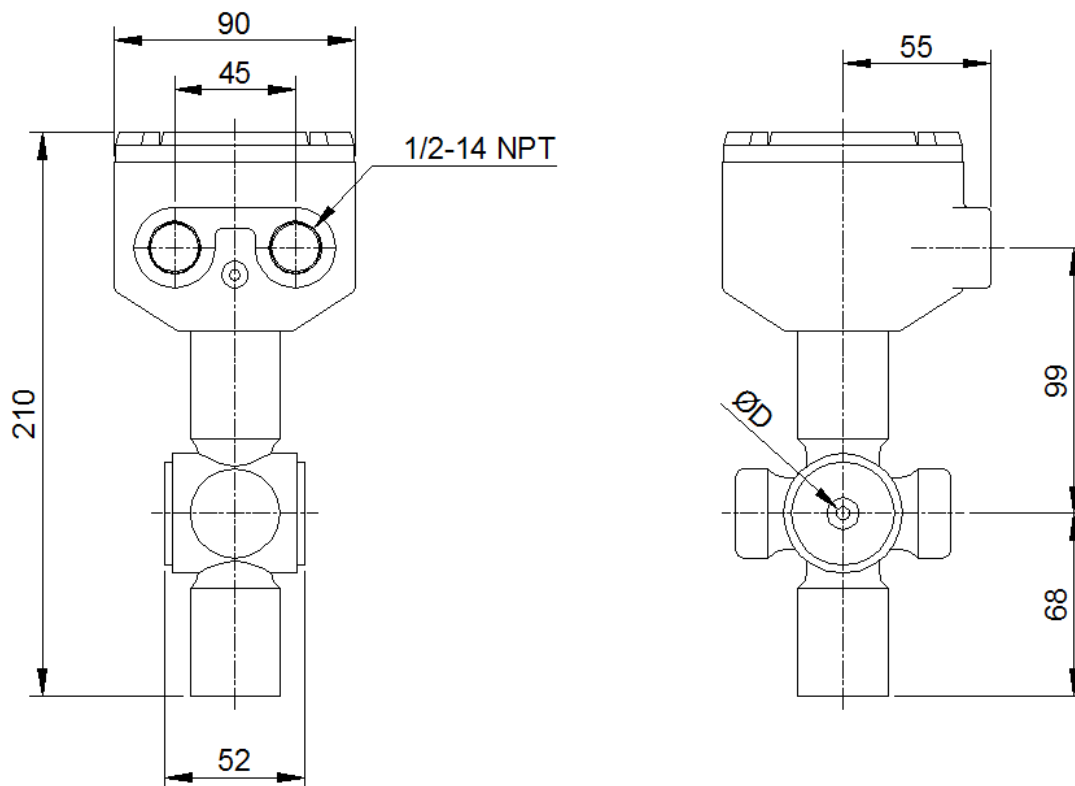
580TM-023.dwg

Dimensões dos Medidores Eletromagnéticos de Vazão 580TM

- Obs.: 1 – A furação das normas AWWA C-207 classe D (175 – 150#) e norma ASME B16.5 classe 150# são idênticas, observando que a ASME B16.5 encerra em DN 24” e não tem DN 22”;
- 2 – As furações das normas 2501 PN10 e NBR7675 PN10, são idênticas a furação da norma DIN EN1092 e ISO 2531 PN10, furações de outros normas sob consulta;
- 3 – Dimensões “A” não inclui o Anel de Proteção e Aterramento (Opcional);
- 4 – Tolerância geral $\pm 1\%$ das cotas indicadas nas tabelas.

As dimensões p/ os medidores de Ø 0,1"; 0,15"; 0,3"; e 0,5" não variam, valendo para todas, as dimensões indicadas no desenho 580TM-024.dwg. Os medidores Ø 0,1" a 0,5" só podem ser montados entre flanges de Ø 0,5" com furação conforme Norma ANSI B16.5 classe 150#, 300#, 400# e 600#.

Figura 580TM-024.dwg – Medidor Magnético 580TM Ø 0,1" a Ø 0,5"



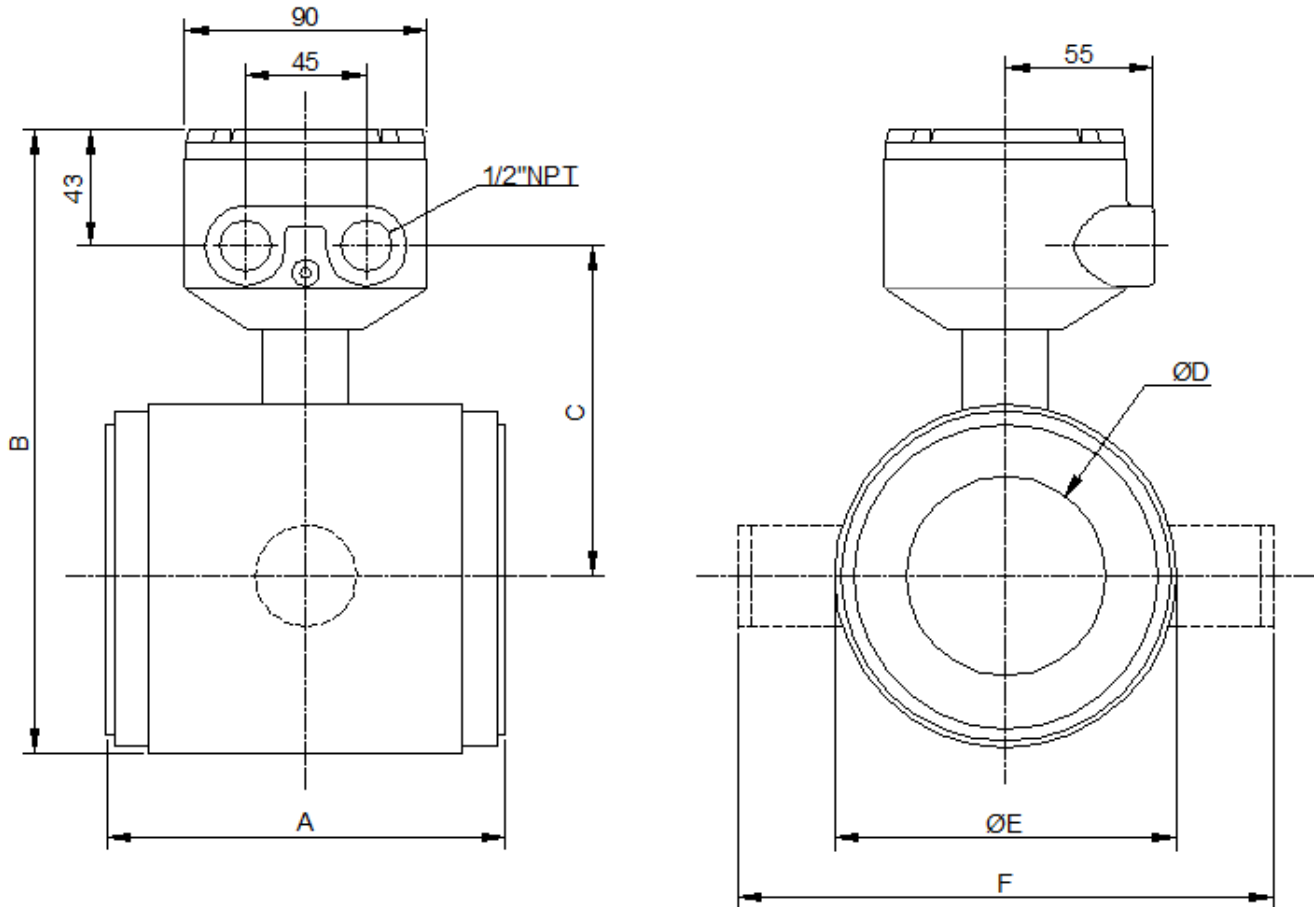
Wafer	2.5 (1/10")	4.0 (5/32")	8.0 (5/16")	15 (1/2")
ØD	2.5	4.0	8.0	12.0

580TM-024.DWG

Algumas medidas dos Medidores Ø 1" a 8" variam e estão indicados na tabela 580TM-025.dwg.

Os Medidores de Ø 1" a 8", podem ser montados entre flanges conforme Norma ANSI B16.5 Classe 150#, 300#, 400# e 600#, exceto o Medidor Ø 2" que permite montagem apenas entre flanges da Classe 150#.

Figura 580TM-025.dwg – Medidor Magnético 580TM Ø 1" a Ø 8"



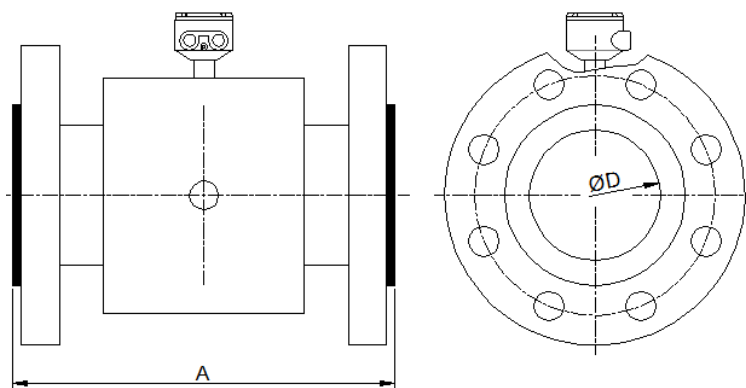
Wafer	1"	1.5"	2"	3"	4"	6"	8"
A	93	100	112	152	172	221	291
B	200	219	238	263	305	351	406
C	91	101	110	123	144	167	194
ØD	25	37	48	74	100	152	203
ØE	64	83	102	127	169	215	270
F	---	151	163	191	217	271	322

* Cota "F" refere-se ao medidor com eletrodo removível

580TM-025.DWG

Algumas medidas dos Medidores flangeados Ø 1/2" a 32" variam e estão indicados na tabela 580TM-026.dwg.

Figura 580TM-026.dwg – Medidor Magnético 580TM flangeados Ø 1/2" a Ø 32"



	Ø1/2"	Ø1"	Ø1.1/2"	Ø2"	Ø3"	Ø4"	Ø6"
A	113	162	200	210	260	290	330
ØD	12	22	38	49	74	101	152

	Ø8"	Ø10"	Ø12"	Ø14"	Ø16"	Ø18"	Ø20"
A	380	430	500	550	600	660	700
ØD	203	253	303	331	384	435	485

	Ø22"	Ø24"	Ø26"	Ø28"	Ø30"	Ø32"
A	760	800	860	900	960	1000
ØD	535	584	635	690	740	790

580TM-026.dwg

Manutenção dos eletrodos quando removíveis(Opção “P”)

Continuidade da fiação dos eletrodos.
Com um ohmímetro medir a continuidade entre os eletrodos 1 e 2 e o correspondente na Borneira (A e B).

Figura 580TM-031.dwg – Tabela e desenho para verificação de continuidade entre os eletrodos

Medições de isolação entre os terminais da caixa de ligação

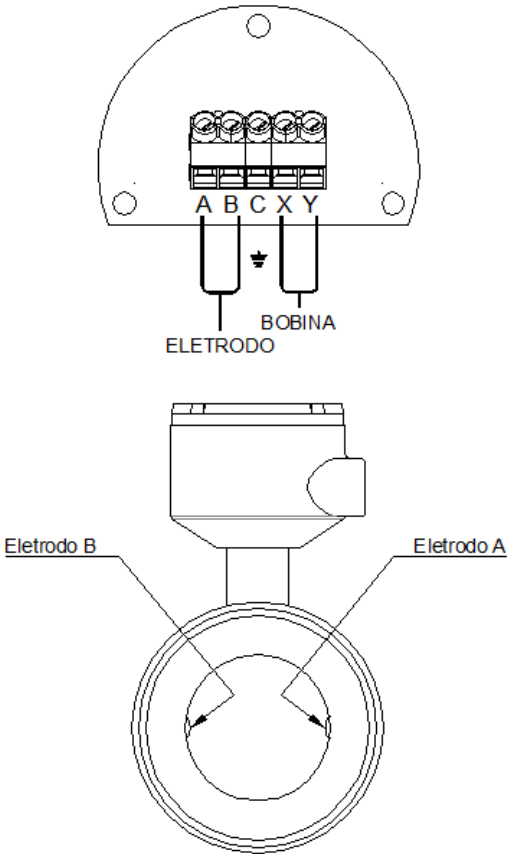
Etapa	Medir entre	Valor
1	Terminal X e Terra	$\geq 100\text{ M}\Omega @ 500\text{ V}$
2	Terminal A e Terra	$\geq 100\text{ M}\Omega @ 500\text{ V}$
3	Terminal B e Terra	$\geq 100\text{ M}\Omega @ 500\text{ V}$

Medições de continuidade dos eletrodos

Etapa	Medir entre	Valor
1	Eletrodo e terminal A	$\leq 0,1\text{ Ns}$
2	Eletrodo e terminal B	$\leq 0,1\text{ Ns}$

Medição de resistência das bobinas

Etapa	Medir entre	Valor
1	Terminal X e Y	10 a 90 Ω



- Notas:
1. Observar correta ligação dos terminais, pois, a inversão dos cabos das bobinas com as dos eletrodos podem causar eletrólise do eletrodo, danificando o instrumento.
 2. A resistência das bobinas variam para cada medidor, mas, para o projeto nível EE" deve estar na faixa indicada.

Resistência das Bobinas

A resistência da bobina varia conforme o diâmetro do medidor, porém, deve estar entre 10 e 90 ohms medidos entre os bornes X e Y da caixa de ligação.

Remoção e Limpeza

Os eletrodos do Medidor Eletromagnético de Vazão modelo 580TM (opcional eletrodos removíveis), podem ser removíveis e instalados externamente, sem a necessidade de desconectá-lo da linha de processo.

Para a remoção e limpeza siga os passos a baixo:

- a) Esgote o Medidor (drene o fluido do processo);
- b) Remova a tampa do eletrodo e em seguida, desconecte o fio do mesmo.
- c) Retirar o parafuso de aperto, assento de isolamento, encosto da mola, mola e eletrodo. No caso de eletrodo com inserção interna, não é aplicável e o Medidor deverá ser tirado da linha. Para retirar o eletrodo, após os passos A e B, empurre o eletrodo para dentro do tubo e remova-o em seguida.
- d) Checar se a ponta do eletrodo não apresenta qualquer tipo de desgaste.
- e) Limpar os eletrodos com qualquer tipo de solvente que seja compatível com o fluido de processo.

Cuidado: A Enginstrel Engematic não se responsabiliza por danos no revestimento durante a limpeza do mesmo. Verifique a compatibilidade do seu fluido de limpeza antes de utilizá-lo.

- f) Após a limpeza, fixar o eletrodo no Medidor, não esquecendo de apertar o eletrodo.
- g) Encher o Medidor com líquido e verificar se não há vazamento pelo eletrodo.
- h) Fixar o terminal e colocar a tampa do sistema do eletrodo.
- i) Colocar o Medidor em operação e após estabilizar a linha do processo, faça a calibração de zero(caso esteja em 30Hz).

Revestimento e Eletrodos

Escolha do Revestimento Interno

A tabela abaixo mostra de forma simplificada as principais características físicas e químicas do revestimento interno do medidor eletromagnético de vazão série 580 TM.

Na escolha do revestimento, deve ser dada grande importância à compatibilidade do medidor com o fluido a ser medido.

O revestimento é a interface mecânica entre o medidor e o fluido a ser medido, sendo assim, para uma correta operação do conjunto de medição de vazão devemos especificar corretamente o revestimento em relação ao produto do processo do cliente, implicando inclusive na perda do direito da garantia devido a instalações e especificações errôneas.

Escolha do Revestimento

Revestimento	Resistência à corrosão	Temperatura	Resistência à abrasão
TEFLON	Resistência à maioria dos produtos químicos	-40°C a 130°C Teflon PTFE -40°C a 160°C Teflon PFA	Menos resistente que o poliuretano. Seja cauteloso com a velocidade de vazão quando o fluido que está sendo medido apresenta sólidos em suspensão.
POLIURETANO	Fraca contra ácidos e alcalinos	-40°C a 50°C	Apresenta excelente resistência para a abrasão. Indicado onde há terra ou areia em suspensão. Também indicado em líquidos com minério em suspensão, desde que não corrosivos.

Escolha do Eletrodo

O eletrodo deve ser escolhido de forma a compatibilizá-lo com o fluido do processo. A tabela abaixo servirá como base para a escolha do eletrodo que melhor se adapta ao fluido do processo.

Material	Característica	Ambiente recomendado
Aço Inox 316 (SS)	Resistente à corrosão sob atmosfera com fraco teor de oxidação.	Água e ácidos orgânicos tais como: ácido acético, ácido láctico. Resistente a alcalinos fracos (amônia).
Hastelloy B (HB)	Especialmente resistente ao ácido fluorídrico e clorídrico. Não indicado em ácido oxidante como por exemplo o ácido nítrico.	Ácido clorídrico e Ácido fluorídrico.
Hastelloy C (HC)	Muito usado em atmosfera que apresenta baixo grau de oxidação e redução. Resistente à corrosão em atmosfera não oxidante.	Vários ácidos orgânicos, inorgânicos e alcalinos.
Titânio	Resistente à corrosão sob atmosfera oxidante. Usado especialmente onde os íons de cloro estão presentes.	Soluções onde há cloretos (amônia, potássio, ferroso, etc). Resistente à água do mar, gás, cloro, etc.

Escolha do Eletrodo

Material	Característica	Ambiente recomendado
Zircônio (ZR)	Resistente à corrosão contra alcalinos e ácidos que não contém íons de cloro.	Alcalinos fracos, ácidos clorídrico, sulfúrico, nítrico e fosfórico.
Tântalo (TA)	Resistente à oxidação em atmosfera com alto grau de oxidação e redução. Não indicado em alcalinos, ácido fluorídrico e ácido sulfúrico fumegante.	Ácido clorídrico fraco, sulfúrico, nítrico e água régia
Platina (PT)	Resistente à corrosão contra todos os ácidos e alcalinos, com exceção da água régia.	Ácido fosfórico, sulfúrico, fluorídrico, clorídrico, nítrico e alcalinos.
Stellite (ST)	Resistente à abrasão.	Indicado em fluídos com sólidos, polpa ou lama.