



ANTEPROJETO PARA CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E AQUISIÇÃO DE BOMBAS DE DRENAGEM PARA O MUNICÍPIO

TUBARÃO, SETEMBRO 2025

1. APRESENTAÇÃO.....	4
2. LOCALIZAÇÃO.....	4
2.1. Estação elevatória bomba 1.....	5
2.2. Estação elevatória bomba 2.....	5
3. LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS.....	6
4. MEMORIAIS DESCRITIVOS E DE CÁLCULOS.....	8
4.1. Microdrenagem.....	8
4.1.1. Estações Elevatórias.....	9
4.1.2. Sistema de microdrenagem.....	11
4.2. Descrição das áreas.....	11
4.2.1. Método de cálculo.....	12
4.3. Simulações.....	13
4.3.1.1 Bomba.....	13
4.3.2 Estação elevatória 1.....	13
4.3.2.1 Galeria.....	13
4.3.2.2 Bomba.....	14
4.3.3 Estação elevatória 2.....	16
4.3.3.1 Galeria.....	16
4.3.3.2 Bomba.....	16
5. CASA DE MÁQUINA, POÇO DE SUÇÃO E CAIXA DE PASSAGEM.....	18
5.1. Projeto estrutural.....	18
5.2. Placa da obra.....	18
5.3. Estacas pranchas.....	18
5.4. Fundações - infraestrutura.....	18
5.5. Escavações.....	18
5.6. Estrutura de concreto armado.....	18
5.6.1. Vigas de amarração das estacas pranchas.....	18
5.6.2. Piso do fundo.....	19
5.6.3. Superestrutura.....	19
5.6.4. Alvenaria.....	19
5.6.5. Revestimentos de paredes.....	19
5.6.6. Esquadrias.....	19
5.6.7. Ponte rolante.....	20
5.6.8. Impermeabilização.....	20
6. Dissipador de energia.....	20
7. Comportas.....	20
8. PROJETO ELÉTRICO – SUBESTAÇÃO DE 112, 5kVA.....	20
8.1. Objetivo do contrato.....	20
8.2. Referências normativas.....	21
8.3. Memorial descritivo.....	21
8.3.1. Entrada de energia.....	22
8.3.2. Subestação de 112,5kVA.....	22

8.3.2.1. Generalidades.....	23
8.3.2.2. Transformador.....	24
8.3.2.3. Quadro de medição.....	24
8.3.2.4. Abrigo para a medição.....	25
8.3.2.5. Distribuição geral.....	26
8.3.2.6. Aterramento.....	26
8.3.2.7. Quadros de distribuição.....	27
8.3.2.8. Dispositivo de proteção.....	29
8.3.2.9. Condutores.....	29
8.3.2.10. Eletrodutos.....	30
8.3.2.11. Caixas de passagem subterrâneas.....	30
8.3.2.12. Tampa de ferro fundido.....	
8.3.2.13. Caixa de inspeção de aterramento.....	31
8.3.2.14. Motores.....	31
8.3.2.15. Materiais.....	31
8.3.3. Medidas de segurança nas instalações elétricas.....	32

a) Para evitar o risco de contato (choque elétrico), as instalações elétricas devem ser isoladas e aterradas, ou providas de um controle à distância, manual e/ou automático.....32

b) Os equipamentos de iluminação devem ser de tipo adequado ao local da instalação e possuir proteção externa adequada.....32

8.3.4. Memorial de cálculo.....	32
8.3.4.1. Quadro de cargas.....	33
1.2 Tabela 03 – Quadro de cargas da edificação.....	33
8.3.4.2. Demanda prevista.....	33
8.3.4.3. Dimensionamento do transformador.....	33
8.3.4.4. Corrente de curto-circuito.....	33
8.3.4.5. Dimensionamento dos condutores, proteção e eletrodutos.....	33
8.3.4.6. Relatório de dimensionamento.....	34
8.3.5.Considerações finais.....	37

1. APRESENTAÇÃO

Os projetos das estações elevatórias situadas conforme ilustram a figura 1, contempla a margem esquerda do Rio Tubarão abrangendo área de contribuição total de 2.078.683 m² (2,1 Km²) totalmente ocupada por urbanização.

As áreas foram divididas segundo as declividades superficiais das vias de forma a contemplar dentro da máxima realidade topográfica a maior abrangência de contribuição para cada estação elevatória.

As bombas a serem instaladas serão do modelo axial de grande porte para vazão de no mínimo 1.800 m³/h (500 l/s), as quais foram dispostas de modo a equilibrar o volume total de água produzido em toda a área de contribuição, tendo como base um período de retorno de 40 anos para chuvas de baixa intensidade e longa duração.

2. LOCALIZAÇÃO

Os pontos contemplados no projeto estão assim distribuídos e ilustrados nas figuras 1, como segue.

A figura 1 apresenta o posicionamento das duas estações elevatórias e sua área de contribuição.



Figura 1: Distribuição das estações elevatórias e áreas de contribuição na margem esquerda do Rio Tubarão

2.1 Estação elevatória bomba 1

A estação elevatória 1 será instalada na Avenida Presidente Getúlio Vargas cruzamento com a Avenida Padre Geraldo Spettmann, figura 2, com área total de distribuição de 1.013.628m².

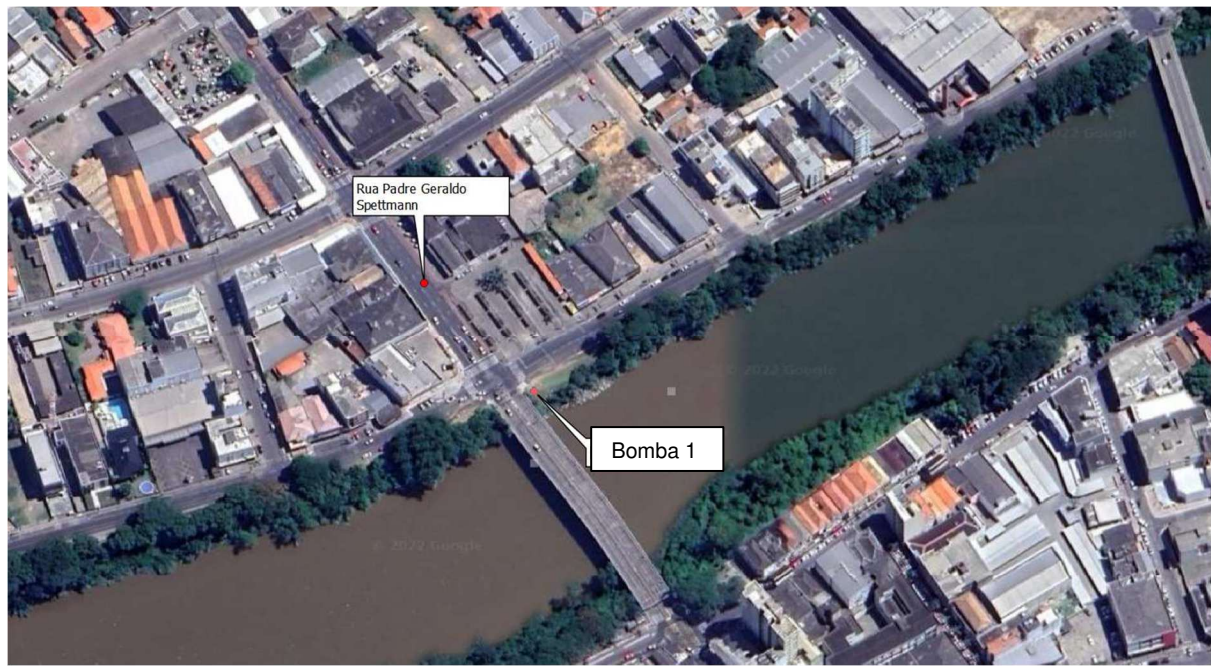


Figura 2: Estação elevatória 1

2.2 Estação elevatória bomba 2

A estação elevatória 2 será instalada na Avenida Acácio Moreira com a descarga realizada pela rua Luiz Paulo de Oliveira, figura 3, com área total de distribuição de 1.065.055m².



Figura 3: Estação elevatória 2

3 LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS

As bacias de contribuições foram delimitadas a partir do levantamento topográfico altimétrico fornecido pela AGR, o qual apresenta inúmeros pontos de altitude onde pode-se observar o sentido dos escoamentos superficiais por rua. A figura 4 ilustra o formato dos pontos topográficos e a metodologia para determinação das áreas de contribuições.

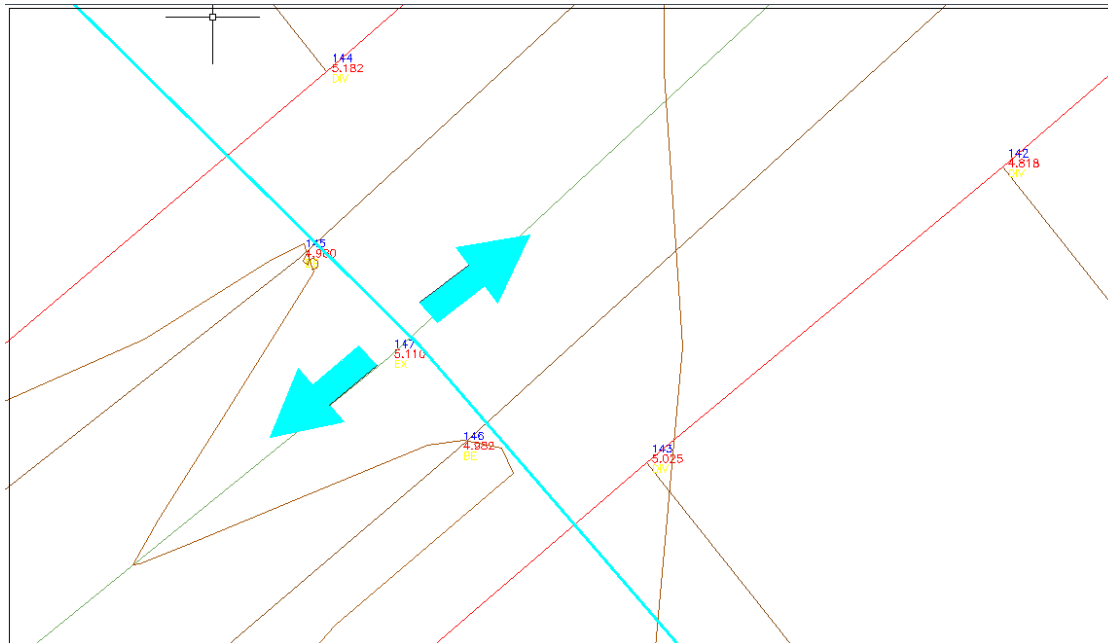


Figura 4: Identificação dos pontos de altitudes

A partir da identificação das diferenças de níveis e com estas o sentido do escoamento, fez-se a divisão das áreas, conforme ilustrado na figura 5, onde as setas indicam os sentidos do escoamento superficial em cada via, podendo identificar-se os divisores de água.

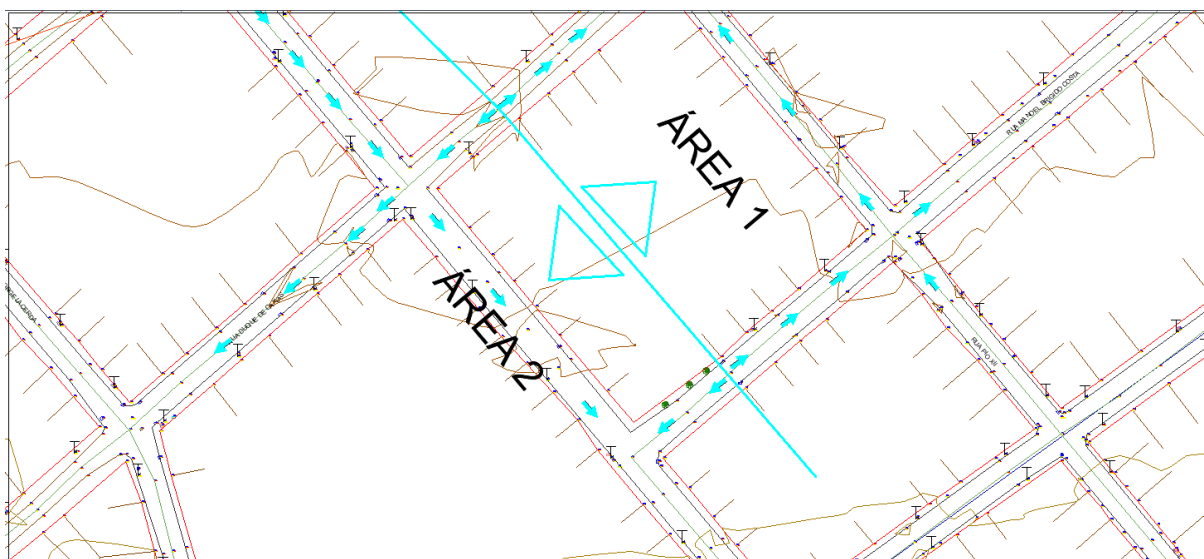


Figura 5: Identificação dos divisores de água e limites das bacias de contribuições para as estações elevatórias.

O resultado final das identificações das declividades e divisores de água pela leitura dos pontos cotados, é apresentado na figura 1, com as áreas delimitadas e as devidas contribuições para cada estação elevatória.

Também foi elaborado um levantamento topográfico de cada área onde o projeto foi desenvolvido para determinar principalmente as cotas relativas à rua até o nível do rio (no dia do levantamento) traçando desta forma perfis topográficos para auxiliar no posicionamento e determinação da altura manométrica de cada estação.

A figura 6 e 7, ilustra como exemplo, o levantamento topográfico do local da estação elevatória 1 e 2, tendo todos os levantamentos e perfis apresentados no projeto arquitetônico de cada estação elevatória. A figura 8 apresenta a saída da galeria da Av. Pe. Geraldo Spettmann, a figura 9 ilustra a descarga proveniente da Rua Luis Pedro de Oliveira para o Rio Tubarão, nos pontos onde serão instaladas as estações elevatórias 1 e 2 respectivamente.

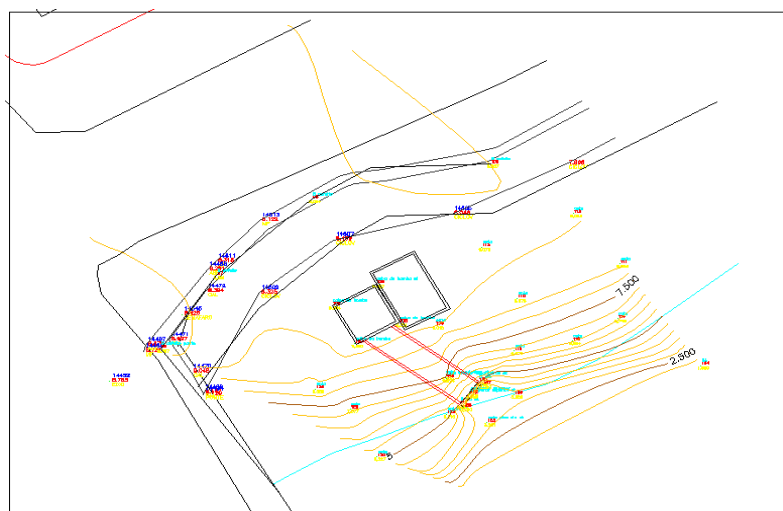


Figura 6: Levantamento topográfico da estação elevatória 1



Figura 7: Levantamento topográfico da estação elevatória 2



Figura 8: Galeria diâmetro 150 cm - Estação elevatória 1



Figura 9: Galeria retangular 3 x 2m - Estação elevatória 2.

4. MEMORIAIS DESCRITIVOS E DE CÁLCULOS

4.1 Microdrenagem

As áreas estudadas para desenvolvimento deste projeto possuem declividades extremamente baixas, uma característica que tem grande influência negativa no sistema de

drenagem urbana, proporcionando inclusive pontos baixos em partes côncavas das vias, podendo ser pequenas áreas de inundações momentâneas.

Aliando este fator às dúvidas do sentido de escoamento das galerias, as áreas de contribuição foram definidas a partir de divisores de água de pouca diferença de nível, no entanto com margem segura de definição dos limites e porções das contribuições para cada ponto de projeto.

Importante destacar a diferença entre o dimensionamento do sistema elevatório proposto e o dimensionamento de dispositivos de drenagem urbana, ou a microdrenagem. A seguir, nos itens 4.1.1 e 4.1.2 apresenta-se as diferenças consideradas em relação ao tipo de chuva para dimensionamentos de cada sistema.

4.1.1 Estações Elevatórias

O sistema elevatório está sendo proposto para garantir as descargas das galerias nos períodos de elevação do nível do Rio Tubarão, o qual, apresentava no dia do levantamento topográfico, a cota média de 1,62m (um dia normal sem sequência de chuvas em dias anteriores).

A figura 10 ilustra a partir do levantamento topográfico, tomando como exemplo o ponto da estação elevatória 1, a posição da galeria em relação ao nível do rio. Neste caso, o sistema de drenagem descarrega a vazão no Rio sem qualquer obstrução relativa ao nível da água.

A figura 11, apresenta a situação de elevação do nível do Rio Tubarão, neste caso, o nível da água obstrui a saída da galeria impedindo a descarga, situação em que irá requerer o auxílio da bomba para descarregar o volume captado pelo sistema de microdrenagem.

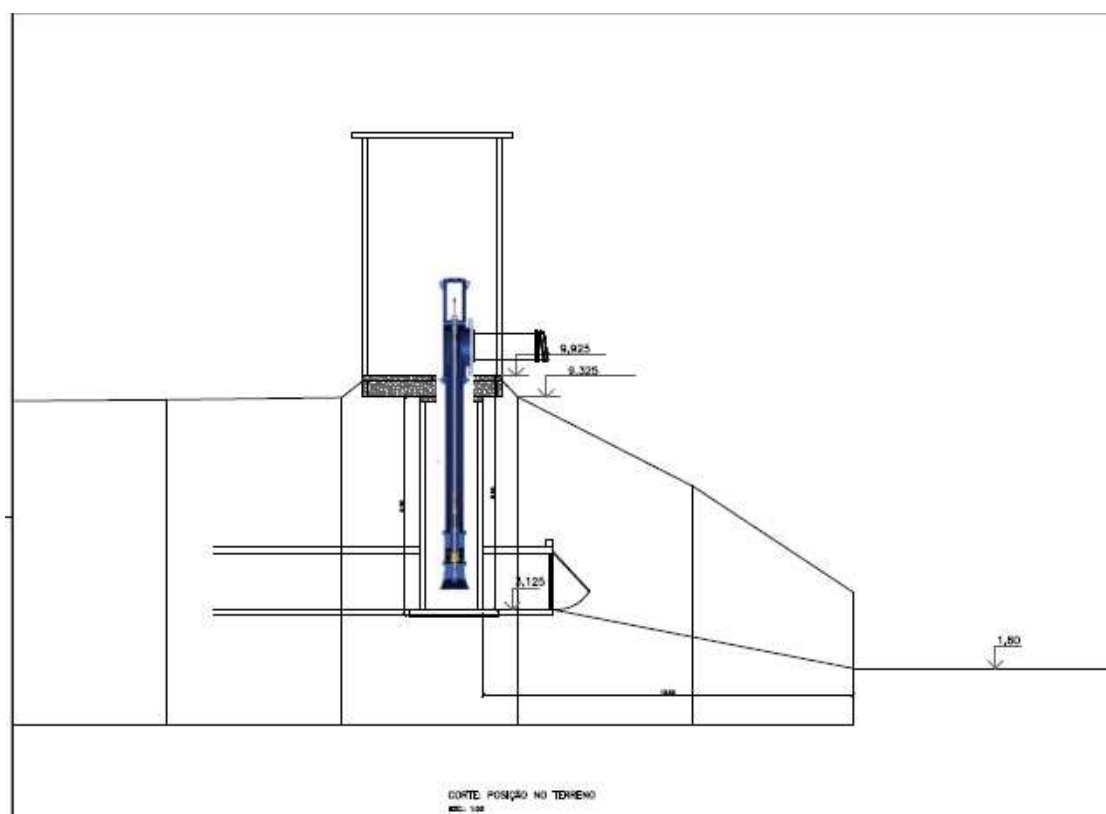


Figura 10: Nível normal do Rio com sem bloqueio da galeria

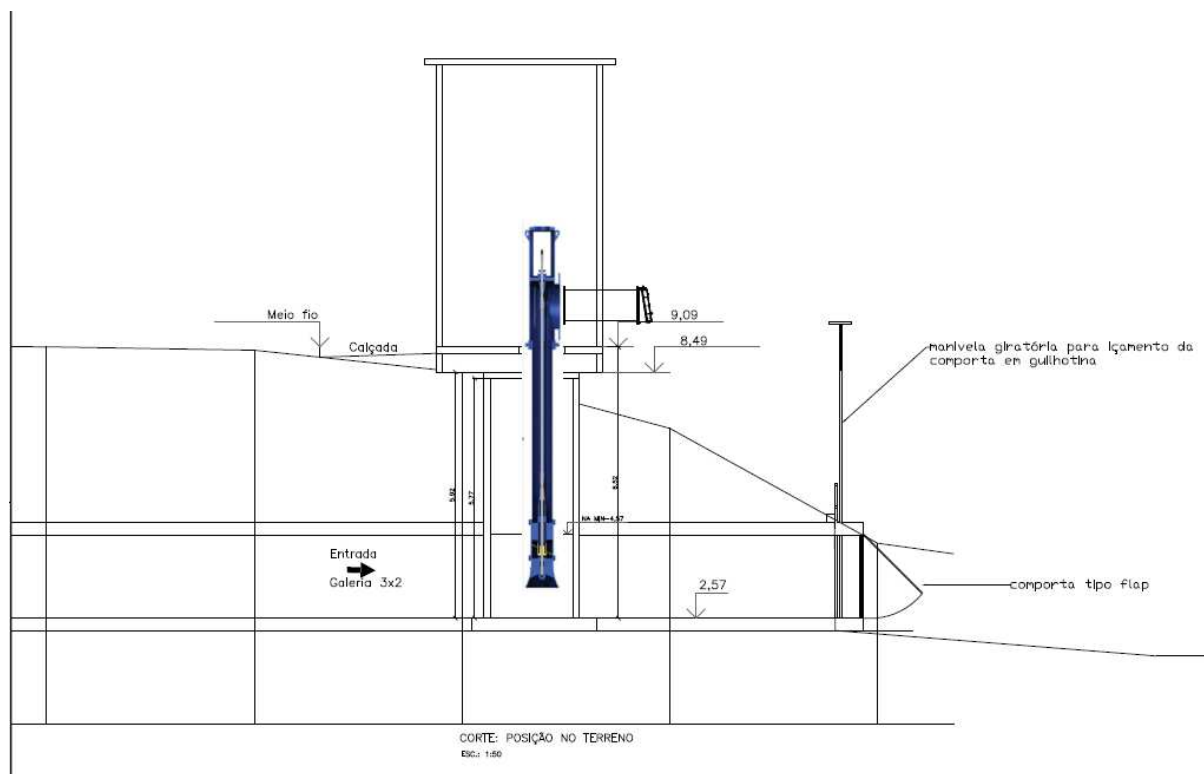


Figura 11: Elevação do Rio com bloqueio da descarga da galeria

A elevação do Rio ocorre normalmente provocado por chuvas de baixa intensidade, mas de longa duração, fazendo com que os níveis se elevam de forma lenta, provocando uma enchente, por conseguinte o FECHAMENTO DAS COMPORTAS. Caso haja o transbordamento do Rio, ocorre a INUNDAÇÃO, condição que não terá mais função nas Elevatórias.

É neste sentido que o sistema elevatório está dimensionado, ou seja, para chuvas de baixa intensidade e longa duração, tendo como parâmetro as chuvas que ocorreram em maio deste ano (2022), quando o acumulado de três dias, segundo a Defesa Civil Estadual, foi de 226,6mm em Tubarão, conforme tabela da figura 12.

Município	Acumulado máximo de precipitação (mm) observado, na região do Litoral Sul, em:		
	24 Horas (04/05/2022 - 05/05/2022)	48 Horas (03/05/2022 - 05/05/2022)	3 Dias (01/05/2022 - 05/05/2022)
Santa Rosa de Lima	110,0	235,0	312,0
Orleans	141,0	250,0	308,0
Rio Fortuna	133,0	242,0	306,0
Grão Pará	128,0	222,0	279,0
Braço do Norte	117,0	208,0	266,0
Garopaba	93,0	210,0	265,0
São Martinho	91,2	194,4	248,2
Urussanga	97,6	199,2	243,6
Armazém	104,0	187,0	243,0
Laguna	101,0	197,0	238,0
Siderópolis	73,0	176,6	231,8
Tubarão	96,2	182,2	226,6
Gravatal	105,8	191,6	226,6
Imbituba	73,0	171,0	222,0
Praia Grande	56,4	151,2	201,2
Nova Veneza	63,8	154,6	195,4
Timbé do Sul	52,0	155,0	195,0
Criciúma	47,6	134,0	175,0
Jaguaruna	49,2	130,4	164,6
Turvo	57,0	139,0	162,0

Tabela mostra acumulado de chuva em três dias no Sul catarinense — Foto: Defesa Civil/Divulgação

Figura 12: Dados das chuvas ocorridas em maio de 2022

Estes volumes de chuvas foram coletados durante três dias, valor que distribuído ao longo do período (72h) atinge a média horária de 3,14mm/h, muito abaixo da chuva de pico, utilizada para dimensionamento do sistema de microdrenagem, que pode atingir mais de 150mm/h.

4.1.2 Sistema de microdrenagem

O sistema de microdrenagem, ou drenagem urbana, é um conjunto de dispositivos projetados de forma integrada de modo a coletar e afastar as águas pluviais das áreas urbanizadas, evitando inundações bruscas.

As inundações bruscas ocorrem independentemente da presença ou não de um rio no meio urbano, ocorrem por causa de precipitações de altíssima intensidade e pequena duração, geralmente 20 a 30 minutos e o colapso do sistema de drenagem urbana (micro drenagem) projetado, o qual é formado pelas vias de circulação, sarjetas, caixas coletoras, poços de visitas e galerias.

A diferença principal entre o dimensionamento do sistema elevatório proposto e o dimensionamento de galerias, por exemplo, é a intensidade de chuva.

Para as estações elevatórias, é considerado a chuva média durante um período prolongado de tempo que faz com que o Rio eleve se leito e atinja as saídas das galerias impedindo seu deságue, como apresentado no item anterior, em média 3,14mm/h, e sua determinação faz-se pela média medida durante o período de acumulação.

Para as galerias, a chuva a ser considerada é a de pico, uma precipitação de altíssima intensidade e baixa duração, determinada pela equação de chuvas intensas e parâmetros da estação meteorológica, além de ter que considerar o período de retorno e o tempo de concentração da área de contribuição. Geralmente este valor pode estar acima de 100mm/h, dependendo do período de retorno e duração da chuva considerada.

Nos itens seguintes, será tratado do dimensionamento das galerias já existente apenas para situar em que condições estão expostas, como a diferentes períodos de retorno com chuvas de pico, assim como as estações elevatórias com chuva média diária de longo período.

Portanto, por se tratar de uma estação elevatória cuja finalidade é garantir o deságue das galerias em período do leito do Rio Tubarão, será utilizada a chuva média diária obtida por medição na última cheia do Rio em maio de 2022.

4.2 Descrição das áreas

As áreas já descritas no item 3, levantamento topográfico, estão assim dispostas por estação elevatória:

- a) Estação elevatória 1: área 1.013.628m²;
- b) Estação elevatória 2: área 1.065.055m²;
- c) Área total: 2.078.683m²

Por se tratar de zona densamente urbanizada e a avaliação e análise da imagem aérea da figura 1, para a determinação do coeficiente de escoamento superficial, a área urbanizada foi subdividida em áreas de vias pavimentadas com asfaltos (15%), pavimentadas com blocos e calçadas (15%) edificadas (60%), área verde 10% e pavimentação de calçadas

(10%), para melhor aproximar os resultados.

A tabela 1 apresenta simulações com coeficientes mínimos, médios e máximos. Para efeito de avaliação e posterior análise, o dimensionamento foi realizado com o coeficiente médio, $C_{m\acute{a}x} = 0,757$.

Tabela 1: Coeficiente de escoamento superficial.

Tipo de ocupação do solo	Parâmetros			Área (m²)	Área (Km²)	Área (%)	Área (%)	Área (%)
	Cmín.	Cméd.	Cmax.			X	X	X
						Cmínimo	Cmédio	Cmáximo
Telhados perfeitos sem fuga (edificações)	0,700	0,825	0,950	2.755.561,200	2,7556	1,929	2,273	2,618
Superfícies asfaltadas em bom estado	0,850	0,875	0,900	688.890,300	0,6889	0,586	0,603	0,620
Pavimentos de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos	0,750	0,800	0,850	688.890,300	0,6889	0,517	0,551	0,586
Estradas macadamizadas.	0,250	0,425	0,600	-	-	-	-	-
Estradas de passeios de pedregulhos	0,150	0,225	0,300	-	-	-	-	-
Superfícies não revestidas e terrenos descampados	0,200	0,250	0,300	-	-	-	-	-
Parques, jardins, gramados e campinas,	0,010	0,105	0,200	459.260,200	0,4593	0,00459	0,048	0,092
TOTAIS				4.592.602,000	4,5926	3,036	3,475	3,915
			COEFICIENTES C			Cmín.	Cmed.	Cmáx
						0,661	0,757	0,853

4.2.1 Método de cálculo

Os pontos contemplados no projeto estão assim distribuídos e ilustrados nas figuras 1 a 2, como segue.

Os resultados foram obtidos a partir da equação de chuva e parâmetros da estação meteorológica do município de Tubarão-SC para intensidade de chuva (i) e método racional para determinação das vazões de projeto (Qp), como segue:

a) Equação de chuva

$$i = \frac{K \times Tm}{(t + b)n}$$

i = intensidade de precipitação (mm/h); K = 889,50;

T = Período de retorno (10 anos); m = 0,201;

t = tempo de concentração (variado - minutos); b = 9,0;

$$n = 0,701.$$

(PARÂMETROS ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE TUBARÃO)

b) Método racional

$$Q_p = ((C \times i \times A))/360$$

Onde:

Q_p = vazão (m^3/s);

C = Coeficiente de escoamento superficial ($C_{\text{méd}} = 0,757$); i = intensidade de chuva (mm/h);

A = área de contribuição (variável - ha).

4.3 Simulações

Determinar tempo de concentração de uma bacia hidrográfica utiliza-se de inúmeras equações, sendo uma das mais utilizadas a fórmula de Kirpich, no entanto, determinar esta variável em áreas de contribuições urbanas é difícil, pois não possui um rio como principal drenante em sua área delimitada. Por conceito, ao utilizar o método racional, o tempo de concentração é igual ao tempo de duração da chuva. No entanto, considerando que as áreas em estudo além de estarem em média de 1km² e com pontos muito distantes do ponto de deságue considerado, este trabalho utilizou o maior comprimento de uma rua, semelhante ao maior comprimento do rio, aplicando-se a equação de Kirpich para uma análise posterior.

Considerando que uma chuva de picô com 20 minutos de duração ser uma média aceitável, considerando que as áreas de contribuição possuem declividades extremamente baixas e sabendo-se que os escoamentos via galerias e superficial serão lentos, avaliou-se ser razoável o resultado do tempo de concentração por Kirpichi, o qual foi aplicado no dimensionamento das galerias de descarga de cada estação elevatória.

As galerias que irão alimentar as estações elevatórias já estão todas instaladas, sendo que o dimensionamento aqui apresentado serve apenas para verificação da capacidade instalada por período de retorno.

4.3.1.1

Bomba

A bomba a ser utilizada será do modelo Axial, com Eixo Vertical e Motor Acoplado, figura 13, para o dimensionamento é considerado a vazão horária em metros cúbicos e a altura manométrica, representada pela altura real acrescida das perdas de carga.

A opção por bombas do tipo axial é em função da característica hidráulica das mesmas, que possuem um rendimento máximo para baixas pressões, ou seja para alturas manométricas pequenas, com grandes vazões.

E em relação ao tipo de Eixo Vertical com Motor Acoplado em função da facilidade de manutenção, sem exclusividade de tratar somente com fabricante, possibilidade de acoplar um fonte motriz não elétrica. Além do fato destas bombas, poderem ficar sem acionamento com carga por longo período de tempo. Optamos por bombas com capacidade acima da vazão calculada por motivos de segurança.

4.3.2 Estação elevatória 1

Área de contribuição: 1.013.628m².

4.3.2.1 Galeria

A tabela 3 apresenta o resumo do dimensionamento da galeria existente, indicando defasagem até para o período de retorno mínimo.

Período retorno anos		Intensidade chuva mm/h	Vazão m³/s	Dimensões mínimas necessárias		Dimensões existentes	
				Área(m²)	D(m)	Área(m²)	D(m)
2		49,114	1 0 , 4 6 5	3,43	1,77	1,77	1,5
5		59,046	1 2 , 5 8 1	3,93			
10		67,843	1 4 , 4 6 2	4,37			

Tabela 3: Dimensionamento da galeria

Tempo de concentração: 67 minutos

Declividade do fundo: $i = 0,005\text{m/m}$ (0,5%); Rugosidade de Manning: $n = 0,016$;

Capacidade de descarga existente: $Q_c = 4,40 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3.2.2 Bomba

A bomba a ser utilizada será do tipo Axial de Eixo Vertical com motor acoplado, figura 13, para o dimensionamento é considerado a vazão horária em metros cúbicos e a altura manométrica, representada pela altura real acrescida das perdas de carga.

Cálculo da vazão pelo método racional

$$Q_p = ((C \times i \times A)) / 360$$

Onde:

Q_p = vazão de projeto (m^3/s);

C = Coeficiente de escoamento superficial ($C_{\text{méd}} = 0,757$); i = intensidade de chuva (3,14mm/h);

A = área de contribuição ($1.013.628\text{m}^2 = 101,36\text{ha}$).

Resultado:

Vazão de projeto – $0,671\text{m}^3/\text{s} = 2.414,118\text{m}^3/\text{h} = 670,59/\text{s}$

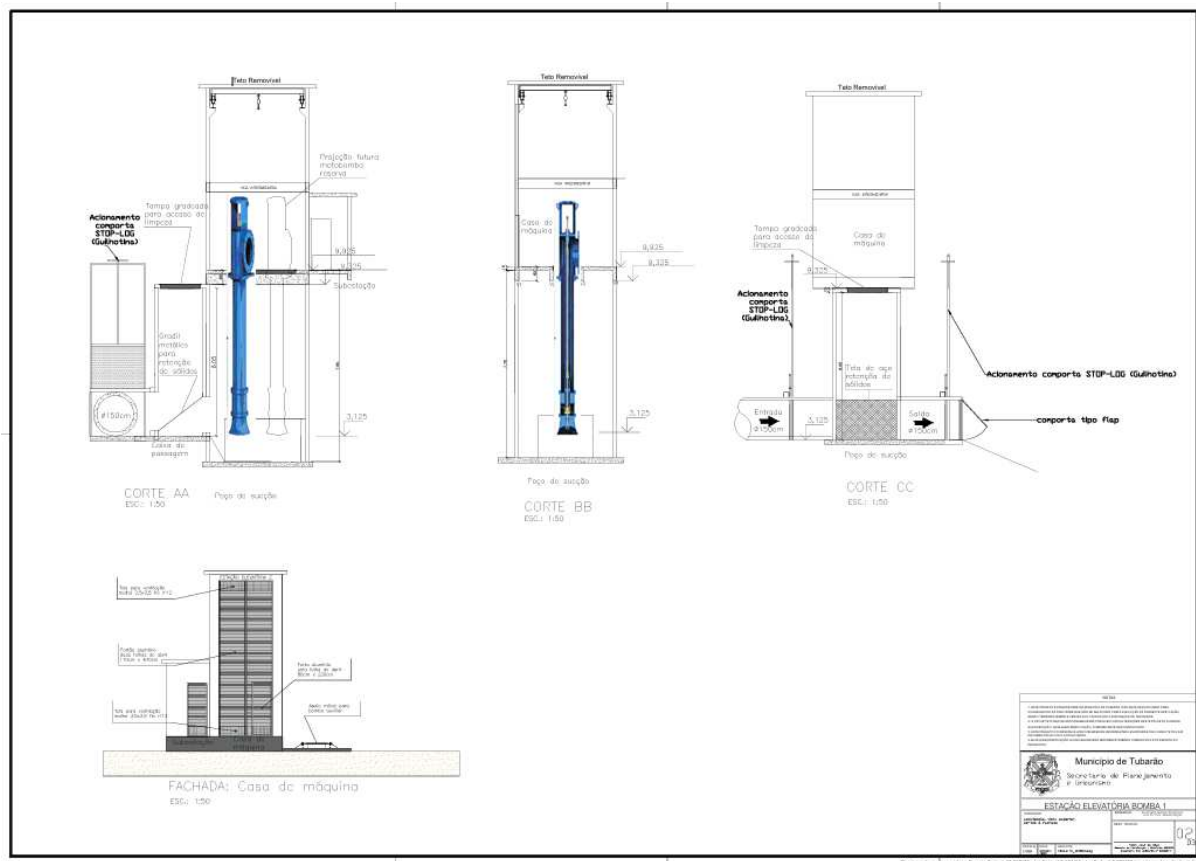


Figura 13: Ilustração da bomba axial montada no poço de sucção

O valor da altura real entre a sucção e a descarga (coluna manométrica) é de 6 (seis) metros, e a potência da bomba entre 100 a 125 CV.

Complementando, para assegurar que não ocorrerá retorno das água do Rio Tubarão para o sistema de drenagem (galerias), assim como eventual problema estrutural na comporta, o Projeto indica a colocação de 3 (três) comportas, sendo uma do tipo Flap e outras 2 (duas) tipo Guilhotina (Stop-log). Uma a montante do poço de sucção e outra a jusante.

O Poço de instalação da bomba deverá ter dimensão para colocação de uma segunda bomba (reserva). Um outro poço paralelo servirá para instalação de um gradeamento no fundo, para possibilitar a limpeza da grade que unirá a Galeria ao Poço de Sucção.

O sistema elétrico deverá estar preparado para instalação de uma fonte externa de energia elétrica (gerador).

4.3.3 Estação elevatória 2

Área de contribuição: 1.065.055m².

4.3.3.1

Galeria

A tabela 4 apresenta o resumo do dimensionamento da galeria existente, indicando que a galeria existente atende até um período de retorno de 40 anos ou uma área de contribuição de 141,50ha com período de retorno de 10 anos.

Tabela 4: Dimensionamento da galeria

Período retorno anos		Intensidade chuva mm/h	Vazã o m³/s	Dimensões mínimas necessárias		Dimensões existentes	
				Área(m²)	D(m)	Área(m²)	D(m)
2		53,651	12,011	3,80	2,20	6m²	3x2
5		64,500	14,441	4,36	2,36		
10		74,143	16,599	4,37	2,48		

Tempo de concentração: 58 minutos Declividade do fundo: $i = 0,005\text{m/m}$ (0,5%);

Rugosidade de Manning: $n = 0,016$;

Capacidade de descarga existente: $Q_c = 22,05 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3.3.2 Bomba

A bomba a ser utilizada será do modelo Axial com Eixo Vertical e Motor Acoplado, figura 14, para o dimensionamento é considerado a vazão horária em metros cúbicos e a altura manométrica, representada pela altura real acrescida das perdas de carga.

Cálculo da vazão pelo método racional

$$Q_p = ((C \times i \times A))/360$$

Onde:

Q_p = vazão de projeto (m^3/s);

C = Coeficiente de escoamento superficial ($C_{\text{méd}} = 0,757$); i = intensidade de chuva (3,14mm/h);

A = área de contribuição ($1.065.055\text{m}^2 = 106,50\text{ha}$).

Resultado:

Vazão de projeto – $0,705\text{m}^3/\text{s} = 2.536,599\text{m}^3/\text{h} = 704,61\text{l/s}$

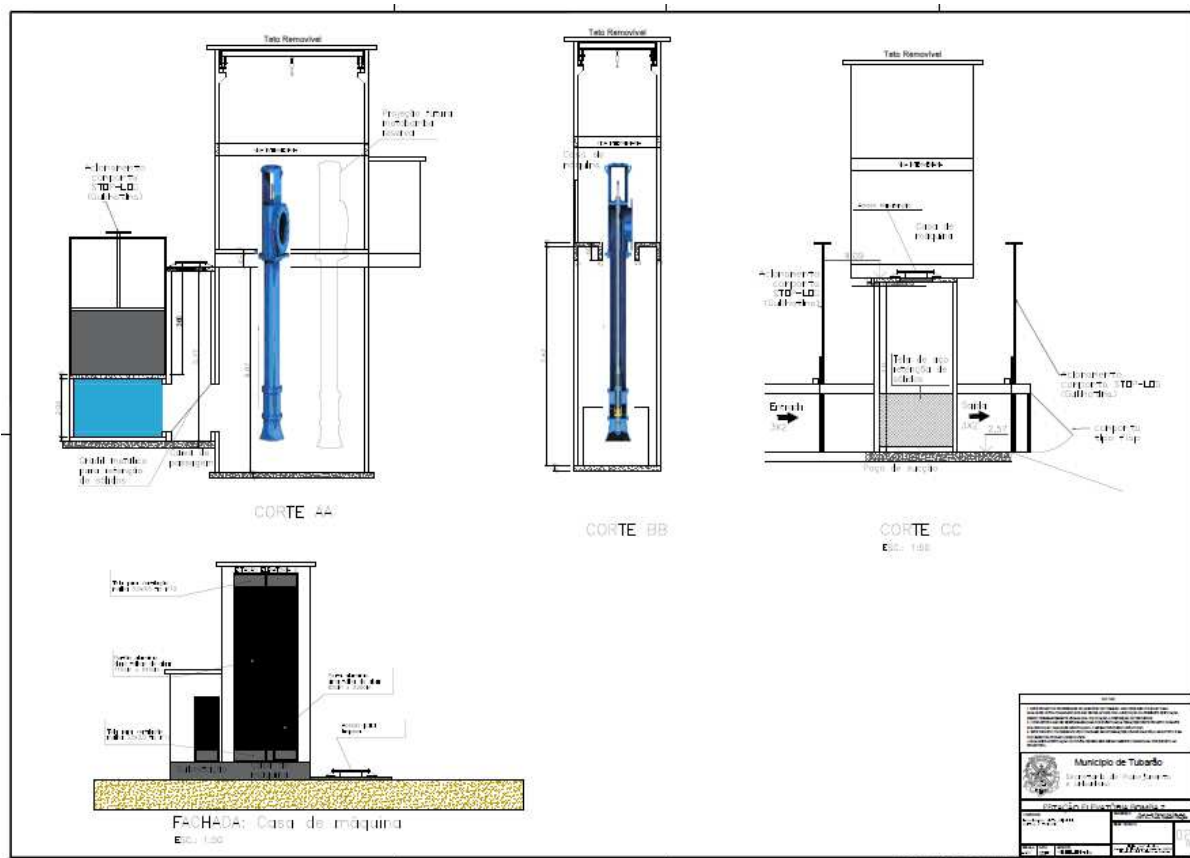


Figura 14: Ilustração da bomba axial montada no poço de sucção

Escolhe-se uma bomba Axial de Eixo Vertical com Motor Acoplado a qual atende altura manométrica de 6 m, com motor entre 100 e 125 CV.

Destacamos a necessidade de implementação de um gradeamento na entrada da galeria (início da R. Luis Pedro de Oliveira) que alimenta esta elevatória. Tal gradeamento para impedir a passagem de entulhos para a galeria, que poderão promover o inadequado funcionamento das comportas e da bomba.

Para assegurar que não ocorrerá retorno da água do Rio Tubarão para o sistema de drenagem (galerias), assim como eventual problema estrutural na comporta, o Projeto indica a colocação de 3 (três) comportas, sendo uma do tipo Flap e outras 2 (duas) tipo Guilhotina (Stop-log). E para acionamento da comporta guilhotina será necessário edificar um deque (a ser projetado) que permita acesso ao operador.

O Poço de instalação da bomba deverá ter dimensão para colocação de uma segunda bomba (reserva). Um outro poço paralelo servirá para instalação de um gradeamento no fundo, para possibilitar a limpeza da grade que unirá a Galeria ao Poço de Sucção.

O sistema elétrico deverá estar preparado para instalação de uma fonte externa de energia elétrica (gerador).

De acordo com os resultados, e utilizando-se o mesmo modelo/capacidade de bomba para as estações elevatórias, isto fará com que ocorra uma homogeneização das áreas para ajustar a sobreposição de bacias de contribuição, haja vista que não é possível afirmar com 100% de segurança os reais limites das áreas de contribuição.

Os conjuntos motobombas deverão ser entregues instalados incluindo a montagem elétrica dos painéis, testados e colocados em operação.

5 CASA DE MÁQUINA, POÇO DE SUÇÃO E CAIXA DE PASSAGEM

Este memorial descritivo refere-se a construção das estações elevatórias, as quais serão constituídas de caixas de passagens, poço de sucção e casa de máquina, tendo como base o anteprojeto anexo. E o deque para acionamento da comporta Guilhotina deverão ser projetados, pois não estão detalhados.

5.1 Projeto estrutural

A contratada deverá elaborar o projeto estrutural em **concreto armado e/ou outro material (PEAD) compatível com os equipamentos à serem montados**, e estacas pranchas para contenção e estabilização dos cortes e empuxos de terra sobre as paredes da casa de máquina e poço de sucção.

5.2 Placa da obra

A empresa responsável pela construção do empreendimento deverá fornecer a placa da obra na qual deverá conter informações dos responsáveis técnicos e outras informações que a contratante julgar necessário, com dimensões mínimas de 1,50 x 1,50m, afixada em local visível.

5.3 Estacas pranchas

Para a contenção e estabilização dos taludes e cortes que exercerão empuxo de terra sobre as paredes das casas de máquina e poço de sucção, deverá ser executado estacas pranchas com dimensões mínimas de 15x25x1200cm, devendo ser detalhada no projeto estrutural.

5.4 Fundações - infraestrutura

A estrutura de fundação será executada em blocos sobre estacas com seção 18,5x18,5cm ou de área de seção transversal equivalente, devendo ser dimensionadas no cálculo estrutural.

5.5 Escavações

As escavações para execução da obra só poderão ser executadas após a cravação das estacas pranchas, assim como a execução das fundações,

5.6 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

5.6.1 Vigas de amarração das estacas pranchas

Depois de executadas as estacas pranchas, estas deverão ser arrasadas a nível do solo, parte superior do talude, e posteriormente executar vigas de amarração dessas estacas.

O projeto de estruturas deverá prever a necessidade ou não de vigas de reforços.

5.6.2 Piso do fundo

No fundo das caixas de passagens e no fundo dos poços de sucção, executar piso em concreto armado dimensionado para carga de água de pelo menos 6m de altura (m.c.a), seguindo os detalhes do projeto arquitetônico, observando os detalhes de desníveis do poço de sucção.

5.6.3 Supra estrutura

O poço de sucção e a caixa de passagem terão paredes em concreto, pilares e vigas. A casa de máquina será executada com pilares, vigas e lajes em concreto armado. Observar que sob a laje de piso da casa de máquina, será executada vigas para sustentação da bomba, e sob as tampas de concreto das caixas de passagens, serão instaladas vigas em perfil metálico para sustentação da bomba auxiliar, conforme projeto arquitetônico.

5.6.4 Alvenaria

As paredes das casas de máquinas serão em blocos cerâmicos assentados com argamassa com traço 1:2:8 (cimento, cal e areia)

5.6.5 Revestimentos de paredes

Sobre as paredes de alvenaria, vigas e pilares, deverá ser aplicado chapisco com traço 1:3 (cimento e areia grossa) e sobre este, reboco com traço 1:2:8 (cimento, cal e areia). Sobre o reboco curado, será aplicado uma demão de selador acrílico e três demãos de tinta acrílica fosca.

5.6.6 Esquadrias

A edificação terá aberturas em esquadrias em alumínio natural para as portas que deverão ser em veneziana conforme projeto arquitetônico, observando as portas maiores para permitir a entrada e saída da bomba e a porta de 80x210cm de acesso à casa de máquinas.

Na parte inferior e superior das portas, será instalado grades para facilitar a ventilação interna, com especificações conforme projeto.

Para acesso ao poço de sucção será instalado escada tipo marinheiro e na abertura para comunicação entre a caixa de passagem e o poço de visita, será instalado uma tela para evitar a entrada de material sólido na sucção da bomba.

5.6.7 Ponte rolante

Para instalação e retirada da bomba do poço de sucção, deverá ser instalado uma ponte rolante com uma talha manual para 5 toneladas, conforme projeto.

5.6.8 Impermeabilização

A laje de cobertura receberá impermeabilização com manta asfáltica aplicada a quente e proteção mecânica.

6 DISSIPADOR DE ENERGIA

Onde serão instaladas as estações elevatórias, as galerias de descargas com diâmetros simples de 1,20m e duplo de 1,20m, não possuem dissipadores de energia.

Para estes pontos está previsto neste trabalho a execução destes em escadarias de concreto armado sobre berço de concreto.

A concepção trata-se de uma calha aberta com degraus com desníveis de 40cm até a margem segura do rio, ver projeto executivo.

7 COMPORTAS

As descargas das galerias deverão ter comportas para que as águas do Rio ao atingirem seus níveis, fechem para evitar o retorno de água do Rio para o sistema de microdrenagem. Com o fechamento destas comportas as águas se elevam nas caixas de passagens ativando automaticamente as bombas. As comportas a serem construídas em aço inoxidável.

8 PROJETO ELÉTRICO – SUBESTAÇÃO DE 112, 5kVA

8.1 Objetivo do contrato

O presente memorial descreve as especificações de materiais e serviços para a instalação da entrada de energia em média tensão como complemento às informações contidas no projeto em anexo.

A relação e quantidade de materiais e serviços informados na lista de materiais são orientativas. A contratada deverá conferir todas as quantidades apresentadas, detectar e incluir eventuais materiais e serviços omitidos na relação informada, baseado nos projetos apresentados, nas informações obtidas "In Loco", e demais documentos que compõem o projeto.

Os Materiais empregados para as instalações deverão ser sempre de boa qualidade e com certificação do INMETRO. O fornecimento das instalações deverá ser de acordo com instruções do fabricante e especificações do projeto, primando sempre pela boa técnica, segurança na execução e bom acabamento. Para execução dos serviços deverão ser empregados profissionais habilitados e ferramentas adequadas a cada tipo de serviço.

Dúvidas de projeto e especificações que eventualmente surgirem deverão ser esclarecidas antecipadamente com o projetista. Não será permitida a alteração de qualquer

item deste projeto sem a prévia autorização por escrito do Projetista. A contratada deverá comunicar, por escrito ao contratante, quaisquer erros ou incoerências verificadas no projeto, salvo a eventuais falhas devido a execução incorreta de quaisquer serviços. A execução da obra em discordância com as normas aplicáveis e ao projeto isenta o projetista de suas responsabilidades. Na ocasião de divergência entre as informações do memorial descritivo e do projeto poderá ser considerado as informações do memorial descritivo.

Para execução da obra deverão ser utilizados equipamentos de proteção individual e coletiva, EPI e EPC, necessários e adequados ao desenvolvimento de cada etapa dos serviços, conforme normas NR-10, NR-06 e NR-18 (Portaria 3214 do Ministério do Trabalho), bem como os demais dispositivos de segurança.

Antes da iniciação das atividades, a empresa instaladora deverá emitir **ART (Anotação de Responsabilidade Técnica)** de execução. Recomenda-se colocar no canteiro de obra uma placa com a indicação dos nomes dos responsáveis técnicos, nome do proprietário e especificação da obra.

Ao final da obra a instaladora deverá realizar os testes do sistema, submetendo as instalações como um todo às seguintes verificações:

- Testes de funcionamento;
- Testes de continuidade do aterramento;
- Teste de isolamentos das instalações elétricas;
- Ensaio para determinar a resistência de aterramento.

8.2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir foram utilizados para elaboração deste memorial e são indispensáveis à execução do projeto. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas aplicam-se as edições mais recentes do referido documento, incluindo emendas. Onde houver omissão ou em caráter suplementar, poderão ser adotadas outras normas que não se encontram relacionadas:

- NBR 5410 da ABNT – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 14039 da ABNT – Instalações Elétricas de Alta Tensão;
- N-321-0001 da Celesc – Entrada em baixa tensão;
- N-321.0002 da Celesc – Fornecimento de energia elétrica em tensão primária;
- NR 10 do Ministério do Trabalho – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.

8.3 Memorial descritivo

O projeto contempla o dimensionamento da entrada de energia para várias unidades consumidoras, que será com subestação externa com transformador em poste, potência de 112,5kVA, medição indireta, instalada em vários pontos localizados no município de Tubarão, para o atendimento de um sistema de bombeamento d'água da Prefeitura Municipal de Tubarão.

Estação de bombeamento – Bomba 01

Endereço: Avenida José Acácio Moreira, esquina com a Rua Padre Geraldo Spettmann, bairro Humaitá, CEP 88704-350, Tubarão - SC

Potência total instalada = **110,49 kW**

Demanda Prevista = **110,49 kVA**

Estação de bombeamento – Bomba 02

Endereço: Avenida José Acácio Moreira, próximo à esquina com a Rua Luís Pedro de Oliveira, bairro Humaitá, CEP 887808-130, Tubarão - SC

Potência total instalada = **110,49 kW**

Demanda Prevista = **110,49 kVA**

8.3.1 Entrada de energia

A entrada de energia existente no pavilhão deverá ser removida.

O ramal de entrada de energia para alimentação da subestação será aéreo com derivação do poste da rede primária de distribuição (13,8kV) da CELESC, por meio de um conjunto de 3 chaves seccionadoras unipolares, classe 15kV - 100A com elo fusível 6K.

Os condutores do ramal de ligação conectam a rede de distribuição com 4 (quatro) cabos de alumínio do tipo CA 2 AWG, para as fases e para conexão do neutro contínuo da rede de distribuição com a malha de aterramento da subestação. A ligação à rede de distribuição deverá ser solicitada à concessionária.

Os condutores de fase que conectam o primário do transformador ao ramal de ligação serão com cabo de cobre nú, seção 25mm².

8.3.2 Subestação de 112,5kVA

A subestação de transformação será externa, instalada em um poste de concreto Circular 11m/600daN em terreno particular, conforme desenhos em anexo. Terá capacidade instalada de um transformador de distribuição à óleo de 112,5 kVA, entrada aérea, saída subterrânea e medição abrigada em BT.

Na cruzeta da estrutura da subestação, serão instalados 3 três para-raios de distribuição com as seguintes características: classe de distribuição, de resistores não lineares a óxido metálico em série (ZnO), sem centelhador, com dispositivo para desligamento automático, sistema neutro aterrado, tensão nominal dos para-raios de 12kV, corrente nominal de descarga de 10kA. O invólucro do pára-raios deverá ser polimérico. Os condutores que conectam os para-raios a rede de distribuição serão com fio de cobre nú, seção 25mm².

8.3.2.1 Generalidades

a) O afastamento mínimo entre os condutores de AT deverá ser de 70 cm para as classes de tensão de 15 kV e 25 kV e em relação a edificações e divisas de terrenos deverão ser no mínimo de 1,50m para 15kV e 1,70m para 25kV na horizontal e 2,50 na vertical;

b) A profundidade mínima do eletroduto subterrâneo em relação ao nível do solo é de 70cm e no caso de travessia de pista de rolamento, os condutos elétricos deverão ser enterrados a 1m e protegidos por envelopes de concreto se forem de PVC rígido ou PEAD;

c) Todos os condutos elétricos enterrados deverão ser sinalizados ao longo de toda a sua extensão por uma fita indicativa de "condutor de energia elétrica", não sujeita à deterioração, situado, no mínimo, a 10cm acima do mesmo;

d) Deve ser aplicada vedação com massa de calafetar nas junções e curvas dos eletrodutos externos;

e) Toda mudança de direção em via pública deve ser feita em caixa de passagem, observando o ângulo de 90°. Não são permitidas curvas com raio menor do que quinze vezes o diâmetro externo dos cabos. As curvas somente devem ser realizadas dentro das caixas de passagem;

f) Quando solicitado pelo associado/consumidor, a unidade consumidora poderá ser atendida através de ramal de ligação subterrâneo, em substituição ao ramal de entrada aérea. Todo o ônus decorrente do projeto, construção, instalação e manutenção deste ramal são de exclusiva responsabilidade do consumidor, sendo então o ponto de entrega localizado na conexão do mesmo à rede secundária de distribuição;

g) Os condutores do ramal de ligação deverão ser instalados de forma a garantir as seguintes distâncias mínimas, medidas na vertical, entre o **condutor inferior** e o solo:

- I. Vias exclusivas de pedestres em áreas rurais: 5,5m;
- II. Vias exclusivas de pedestres em áreas urbanas: 5,5m;
- III. Locais acessíveis ao trânsito de veículos em áreas rurais: 6,0m;
- IV. Locais acessíveis ao trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas em áreas rurais: 6,0m;
- V. Ruas e avenidas: 6,0m;
- VI. Entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículos: 6,0m;
- VII. Rodovias: 7,0m;
- VIII. Ferrovias não eletrificadas e não eletrificadas: 9,0m;
- IX. Em ferrovias eletrificadas ou eletrificadas, a distância mínima do condutor ao boleto dos trilhos é de 12m para tensões até 36,2kV, conforme ABNT NBR 14.165;
- X. Em rodovias estaduais, recomenda-se que a distância mínima do condutor ao solo atenda à legislação específica do órgão estadual.

8.3.2.2 Transformador

O transformador será fornecido pelo consumidor, devendo respeitar as especificações da NBR 5440, NBR 10295 e NBR 5356 da ABNT.

A determinação da potência de transformação será efetuada de acordo com o cálculo da demanda provável e levando em consideração possíveis incrementos de carga.

As perdas deverão atender os requisitos da Norma NBR 5440:2014 - Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição.

O transformador deverá ter, no mínimo, as seguintes características, conforme especificação padrão da concessionária:

- Potência: 112,5 kVA
- Classe de Tensão (kV): 15 kV
- Tensão Primária: 13,8/13,2/12,6 kV
- Tensão Secundária: 380/220 V
- Primário: Triângulo (delta)
- Secundário: Estrela com neutro acessível
- Deslocamento Angular: 30°
- Frequência nominal: 60 Hz
- Perdas máximas em vazio (perdas no ferro): 390 W
- Perdas totais máximas: 1890 W
- Impedância a 75°C: 3,5 %
- Peso aprox.: 580 kg
- Refrigeração: ONAN - Óleo Natural, Ar Natural - Imerso em óleo isolante mineral

Nota 1 - Deverá ser entregue à concessionária o laudo de ensaio do transformador antes da instalação. Caso as perdas estejam acima dos valores especificados nas normas vigentes, a concessionária poderá negar a instalação do transformador;

Nota 2 – O transformador deverá ser com barramento para conexão de terminal YA.

8.3.2.3 Quadro de medição

O quadro de medição será montado com 1 (uma) caixas para medidores do tipo MDR, em alumínio, dimensões **680x550x250mm**, para instalação do medidor; 1 (uma) caixa para transformador de corrente (TC), em **alumínio**, dimensões **680x550x250mm** para instalação dos TC's; e 1 (uma) caixas para medidores do tipo DG, em alumínio, dimensões 680x550x250mm, para instalação do disjuntor de proteção geral. As caixas serão padrão CELESC, conforme detalhe em projeto, com dispositivo para lacre nas caixas dos TC's e do medidor, embutido em alvenaria e fixado na altura de 1,70±0,10m nivelado a partir da parte superior da caixa do medidor.

A medição será do tipo indireta em baixa tensão utilizando transformadores de corrente com relação de transformação de 150/5, exatidão 0,3C12,5 e F.T 2,0, fornecidos pela concessionária. Os TC's de medição deverão ser solicitados à CELESC.

A proteção geral da subestação será do tipo tripolar, caixa moldada, fixo ou ajustável, corrente nominal de 200A, com dispositivo para bloqueio, conforme NBR IEC 60947-2.

Na extremidade dos cabos flexíveis que se conectam aos medidores, disjuntores e nos barramentos deverão ser utilizados terminais apropriados.

8.3.2.4 Abrigo para a medição

O abrigo para medição será com dimensões externas 245 x 160 cm (largura x comprimento) e deverá seguir as orientações dos desenhos em projeto e da NBR 14039 da ABNT. As paredes, o teto e o piso foram construídos com materiais incombustíveis. As paredes do abrigo de medição deverão possuir, no mínimo, 15 cm se forem de concreto, tijolos ou blocos, incluindo o reboco. A cobertura deverá ser construída de laje de concreto armado e impermeabilizada, com 12 cm de espessura e deverá possuir desnível de 3%, conforme indicado no projeto. O piso deve ter uma espessura mínima de 10 cm quando em contato com o solo. As paredes internas e o teto devem ser pintados de branco e o piso deve ser de cimento alisado ou cerâmico de alta resistência mecânica e à abrasão. As ferragens devem ter tratamento anticorrosivo.

O abrigo para a medição deverá possuir iluminação artificial com lâmpada LED de 9W ou equivalente fixada no teto ou na parede a 2,10m de altura.

A porta do abrigo de medição deverá abrir para fora, metálica (ferro ou alumínio), com venezianas, trincos e fechaduras e de dimensões conforme desenho. Deverá ser fixada na(s) porta(s) do abrigo de medição e no quadro de medição uma placa de advertência com dimensões mínimas 280 x 180 mm, escrito: **"PERIGO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO"**, com pintura de fundo amarelo ou branco e caracteres pretos conforme desenho a seguir.



Dentro do abrigo para medição deve ser afixado o diagrama unifilar completo e com legenda (emoldurado), em local visível, o mais próximo possível do (s) equipamento (s) de manobra.

Sua localização será em local de fácil e livre acesso por parte da CELESC, sem obstrução de muros ou cerca, com as portas com abertura para a via pública. Detalhes construtivos e de localização segue no projeto em anexo.

8.3.2.5 Distribuição geral

Os condutores do ramal de entrada serão com 1 (uma) via de cabo de cobre unipolar isolado de 95mm² HEPR 0,6/1kV por fase(s) e neutros. Serão protegidos do secundário do transformador até o quadro de medição por 1 (um) eletrodutos de PVC RÍGIDO, de diâmetro Ø3".

Os condutores do ramal de saída serão com 1 (uma) via de cabo de cobre unipolar isolado de 95mm² HEPR 0,6/1kV por fase(s) e neutros. Serão protegidos do quadro de medição até o QGBT por 1 (um) eletrodutos de PVC Rígido ou PEAD corrugado, de diâmetro Ø3".

As distâncias máximas entre as caixas de passagem devem ser de 20 metros. As caixas de passagem serão exclusivas para energia. Os eletrodutos subterrâneos deverão estar enterrados a uma profundidade mínima de 70 cm e em casos de travessia de vias acessíveis a veículos deverá ser aumentada para 1 m. No caso de travessia de pista de rolamento, os condutos elétricos deverão ser protegidos por envelopes de concreto se forem de PVC rígido ou PEAD.

Todos os condutos elétricos enterrados deverão ser sinalizados ao longo de toda a sua extensão por um elemento de advertência (por exemplo, fita colorida) não sujeito à deterioração, situado, no mínimo, a 20 cm (vinte centímetros) acima dos mesmos, exceto quando existir laje de concreto.

Barramento geral do QGBT

O barramento geral de baixa tensão, instalado do quadro de distribuição geral (QGBT), será de cobre, dimensões mínimas de 20x5mm (largura x espessura), isolados com termo retrátil com as seguintes cores: fase A – preta, fase B – cinza ou branca e fase C – vermelha.

8.3.2.6 Aterramento

O aterramento da medição será feito por uma malha de aterramento com no mínimo 5 (cinco) hastes cobreadas do tipo Copperweld Ø5/8"x2,40m, de alta camada 254µm, interligadas com cabo de cobre nú 50 mm², distanciadas entre si de 3 metros. A malha de aterramento deve ser feita conforme desenho em anexo. As conexões da malha de aterramento deverão ser feitas através de solda exotérmica.

O valor da resistência de aterramento deve atender aos requisitos da NBR 5419, em quaisquer épocas do ano. Não obtendo-se este resultado, deverão ser acrescidas tantas hastes quantos forem necessários, interligados entre si com a mesma seção do condutor de aterramento, ou seja efetuado tratamento adequado do solo.

O aterramento do quadro geral da edificação - QGBT será interligado a medição (esquema de aterramento do tipo TN-S) com derivação do barramento BEP da medição, utilizando cabo de cobre unipolar isolado de 50 mm² HEPR 0,6/1kV.

O aterramento do neutro do transformador será com cabo de cobre nú 50 mm² conectado ao secundário do transformador com terminal YA. A descida do condutor de aterramento do neutro até o BEP será por fora do poste, por meio de eletroduto de PVC rígido Ø1" devidamente amarrado junto ao poste com fita de aço inox de 3/4"x1,1mm. Ao aterramento do neutro do transformador serão interligados o aterramento da carcaça do transformador e o neutro contínuo da rede de distribuição, ambos com cabo de cobre nu 25mm².

O condutor de entrada dos pára-raios será de cobre nu seção 25 mm². O condutor de saída dos pára-raios deverá ser com cabo de cobre extra flexível (tipo solda-flex) de 25 mm². A descida à terra deverá ser por dentro do poste até a malha de aterramento da subestação com cabo de cobre no de seção 35 mm². A descida por dentro do poste deverá ser executada antes da fixação do poste no solo.

Barramento de Equipotencialização Principal (BEP)

Abaixo do quadro de medição, será instalado uma caixa de dimensões de 350x450x200mm, com um barramento BEP (Barramento de Equipotencialização Principal), reunindo todas as massas (armaduras de concreto armado, estruturas metálicas, etc.), neutro e condutores de proteção da edificação conforme item 6.4.2 da NBR 5410. Ao barramento deverão ser feitas com cabo de cobre as seguintes interligações:

Malha de aterramento da subestação	50 mm ² cobre nú
Aterramento do neutro do transformador	50 mm ² cobre nú
Partes metálicas não condutoras	25 mm ² PVC 750V
Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS	16 mm ² PVC 750V
Quadro geral de distribuição - QGBT	50 mm ² HEPR 0,6/1kV
Aterramento Medidor	4 mm ² PVC 750v

Na caixa do BEP serão instalados 3 (três) Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS), classe I/II, 275V 20kA, e um disjuntor do tipo tripolar, DIN, corrente nominal 63A, para seccionamento dos DPS.

8.3.2.7 Quadros de distribuição

Os quadros deverão ser com pintura epóxi, grau de proteção mínima IP 54, confeccionado em chapa de aço carbono com espessura mínima 18MSG, em um único módulo sem soldagem na parte traseira. Deverá possuir placa de montagem tipo removível, executada em chapa de aço com espessura mínima 14 MSG, a fim de facilitar a montagem dos componentes internos. A porta dos quadros deverá ter fecho tipo lingueta com fechadura com chave.

A montagem e instalação dos quadros deve atender os níveis de desempenho e segurança exigidos na NBR 5410 e NR 10 e equivalentes aos definidos na ABNT NBR IEC 60439-1. Devem ser respeitadas as seguintes distâncias mínimas:

- Entre partes vivas nuas de polaridades distintas: 10 mm;
- Entre partes vivas nuas e outras partes condutivas (massas, invólucros): 20 mm.

NOTA: A distância especificada em b) deve ser aumentada para 100 mm quando os invólucros possuírem aberturas cuja menor dimensão esteja entre 12 mm e 50 mm.

Os dispositivos de proteção, manobra e comando devem ser instalados e ligados segundo as instruções fornecidas pelo fabricante.

Nos quadros deve haver uma barreira isolante com placa de policarbonato ou chapa de aço com pintura epóxi que impeça o contato acidental das pessoas com as partes condutivas. Essa barreira só pode ser removida com o uso de ferramentas. Nenhuma parte condutiva poderá ser acessível sem proteção.

Nos quadros de distribuição deve ser deixado espaço de reserva para ampliações futuras, com base no número de circuitos com que o quadro foi efetivamente equipado. Deverão ser deixadas furações reservas nos barramentos com parafusos, porca e arruelas como previsão de ampliações futuras.

Os barramentos dos quadros deverão ser de cobre eletrolítico com pureza mínima de 99%, com capacidade de condução de corrente de acordo com a proteção geral. Deverão ser isolados, pintados ou etiquetados respeitando a seguinte padronização de cores:

Fases R/S/T	Preto/Branco/Vermelho
Neutro	Azul Claro
Terra	Verde ou verde-amarelo

Todos os quadros e os dispositivos de proteção deverão ser providos de identificação através de placa de acrílico com escrita na cor branca e fundo preto com tamanho legível e de difícil remoção, seguindo indicações dos diagramas unifilares ou quando inexistente da instalação existente. A identificação dos disjuntores deverá ser afixada na placa de policarbonato do quadro.

Deverá ter na porta além da identificação do quadro, etiqueta adesiva com advertência de risco de choque elétrico, nível de tensão, fabricante, corrente de interrupção, grau de proteção e demais itens de identificação necessários. Na parte interna do quadro deverá ter porta documento e deve ser deixado o diagrama unifilar respectivo de cada quadro.

Todas as partes metálicas não condutoras da estrutura do quadro como portas, chassis de equipamentos, etc., deverão ser interligadas à barra de terra. Todos os quadros de distribuição deverão ter a seguinte placa de advertência fixada na porta do quadro:

ADVERTÊNCIA

Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Desligamentos frequentes são sinal de sobrecarga. Por isso, NUNCA troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem) simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).

Da mesma forma, NUNCA desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (dispositivo DR), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem frequentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

8.3.2.8 Dispositivos de proteção

- Sobrecarga e curto circuito: Os disjuntores serão do tipo caixa moldada (NBR 60947- 2), e do tipo mini-disjuntor DIN (NBR 60898). A capacidade simétrica mínima de interrupção será de 3kA em 380/220V – 60Hz quando não indicado. A capacidade nominal dos disjuntores segue conforme especificado nos diagramas unifilares.

- Surtos de tensão: Para proteção contra surtos de tensão causados por descargas atmosféricas, manobras, etc., devem ser instalados Dispositivos de Proteção contra Surtos – DPS do tipo “I/II” (275 V; $I_n = 20$ kA, $I_{máx} = 40$ kA) no quadro de medição e nos quadros de distribuição geral da edificação. Os DPS serão ligados entre as fases – terra, com cabo de cobre, seção mínima 16mm², isolamento PVC 750V, e o comprimento máximo dos condutores até o barramento de equipotencialização ou barramento terra não deve ser superior a 50 cm. Os DPS deverão ser instalados logo após disjuntor termomagnético do tipo DIN com capacidade de 63A, para facilitar a manutenção.

- Choque elétrico: Para proteção contra choques elétricos de contatos indiretos nos circuitos de tomadas de uso geral e tomadas de uso específico (Chuveiros, Torneiras elétricas, etc.), deve ser instalados dispositivos de proteção Diferencial residual – DR nos quadros de distribuição, com corrente de desarme menor ou igual a 30 mA ($I_{\Delta n} \leq 30$ mA). Não é permitida a instalação de DR no quadro de medição.

- Falta de Fase: Instalar dispositivo de proteção contra falta de fase nos acionamentos dos motores elétricos.

8.3.2.9 Condutores

A isolação e a seção dos condutores nas instalações elétricas seguirão as indicações dos diagramas unifilares. Os condutores devem atender as normas NBR NM 247-3 para condutores isolados com isolação PVC 750V, NBR 7288 para cabos com isolação PVC 0,6/1kV, NBR 7286 para cabos com isolação EPR 0,6/1kV e NBR 8182 para cabos de alumínio multiplexado com isolação XLPE 0,6/1kV.

Toda ligação aos componentes (barramentos, medidores, disjuntores, etc.) deve ser feita utilizando-se terminais à compressão pré-isolados “tipo não soldados” adequados a cada conexão.

Os cabos alimentadores da medição e dos quadros de distribuição deverão ser contínuos, sem emendas no seu lançamento.

A identificação dos cabos deverá ser com fita plástica colorida ou isolação com a padronização de cores mostrada na tabela 2.

Tabela 01 – Padronização de cores para identificação dos cabos.

Tipo de cabo	Cor
Fases R/S/T	Preto / Branco ou cinza / Vermelho
Neutro	Azul Claro
Terra	Verde ou verde-amarelo
Retorno	Outras cores

8.3.2.10 Eletrodutos

Os cabos serão instalados em eletrodutos conforme especificado no projeto. Os eletrodutos deverão ser fixados aos quadros de medição e de distribuição com adaptador box reto.

Os eletrodutos e acessórios deverão seguir as NBR's 5597 e 5598 (aço carbono galvanizado), NBR 15465 (PVC Rígido) e NBR 15715 (PEAD corrugado).

As emendas dos eletrodutos rígidos devem ser feitas por meio de luvas perfeitamente enroscadas e vedadas.

Nas instalações elétricas são admitidos somente eletrodutos não-propagantes de chama, com boa resistência mecânica, química, elétrica e térmica as condições da instalação que forem submetidos.

Os condutos metálicos devem ser aterrados junto ao ponto de conexão com cabo de cobre com a bitola mínima de 10mm².

8.3.2.11 Caixas de passagem subterrâneas

As caixas de passagem deverão ser construídas em concreto ou alvenaria, apresentar sistema de drenagem, tampa de concreto armado com 02 (duas) alças retráteis para localização dentro de terreno particular e obrigatoriamente em via pública de ferro fundido, conforme padrão **concessionária**.

Para os cabos de média tensão a caixa de passagem deverá ser de 65x85x80cm. Para cabo de baixa tensão seção até 95mm² a caixa de passagem deve ser de 65x41x70cm, e acima de 95mm² a caixa deverá ser de 65x85x80cm ou quando for utilizado dois cabos por fase para seção superior a 50mm². A distância entre as caixas de passagem deverá ser no máximo 20 metros.

8.3.2.12 Tampa de ferro fundido

As tampas deverão ser de ferro fundido nodular com resistência mínima de 125kN (classe B125) quando instaladas em locais de fluxo de pedestres (calçadas a 20 cm da via pública) e 400kN (classe D400) quando instaladas em vias de circulação de veículos até 20 cm na calçada, ruas, acostamentos e estacionamento de todo tipo de veículo.

As tampas terão a inscrição "ENERGIA" e serão com dimensões 70x46cm para caixas de passagem de 65x41x70cm e com dimensões 90x70cm para caixa de passagem de 85x65x80cm.

8.3.2.13 Caixa de inspeção de aterramento

A caixa de inspeção de aterramento deverá estar em todas as hastes da malha de aterramento com dimensões aproximadas de 30 x 30 x 40cm, de alvenaria ou concreto, ou de material polimérico de diâmetro mínimo 30cm. As caixas deverão ser preenchidas com areia após a vistoria.

Todas as hastes da malha de aterramento deverão ter caixa de inspeção.

8.3.2.14 Motores

Os motores trifásicos com potência nominal maior ou igual a 5 CV deverão possuir obrigatoriamente dispositivos de partida estrela-triângulo, chave de partida compensadora ou qualquer outro dispositivo que reduza a corrente de partida a um valor inferior a 2,25 vezes a corrente de plena carga.

8.3.2.15 Materiais

As especificações de fabricantes dos materiais e equipamentos foram definidas de forma a orientar os padrões de qualidade técnica exigidos nas instalações, conforme descrito na tabela 3. Todos os materiais deverão atender as especificações das normas da ABNT e possuir certificado do INMETRO.

Tabela 02 – Especificação de fabricantes de materiais e equipamentos.

Materiais	Marcas de Referência
Disjuntores	WEG, ABB, Siemens, Schneider
Eletrodutos	Tigre, Wetzol, Kanaflex, Carbinox
DPS	WEG, ABB, Eaton, Schneider
Fios e cabos	Corfio, Prysmian, Sil, Nexans
Quadro de medição	TAF, Strahl

8.3.3 Medidas de segurança nas instalações elétricas

As intervenções em instalações elétricas com tensão igual ou superior a 50 volts (em corrente alternada) ou superior a 120 volts (em corrente contínua), somente podem ser realizadas por trabalhador qualificado, que tenha concluído curso específico na área elétrica reconhecido pelo sistema oficial de ensino.

Nos trabalhos (de construção, montagem, operação, reforma, ampliação, reparação e inspeção) em instalações elétricas, devem ser adotadas medidas preventivas destinadas ao controle dos riscos adicionais, especialmente quanto à altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança. As áreas onde houver instalações ou equipamentos elétricos devem ser dotadas de proteção contra incêndio e explosão, conforme dispõe a NR 23 - Proteção contra Incêndios.

Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR 26 - sinalização de segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

- a) Identificação de circuitos elétricos;
- b) Travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos;
- c) Restrições e impedimentos de acesso;
- d) Delimitações de áreas;
- e) Sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;
- f) Sinalização de impedimento de energização;
- g) Identificação de equipamento ou circuito impedido.

Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando-se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.

Para atividades em instalações elétricas deve ser garantida ao trabalhador iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 - Ergonomia, de forma a permitir que ele disponha dos membros superiores livres para a realização das tarefas.

a) Para evitar o risco de contato (choque elétrico), as instalações elétricas devem ser isoladas e aterradas, ou providas de um controle à distância, manual e/ou automático.

b) Os equipamentos de iluminação devem ser de tipo adequado ao local da instalação e possuir proteção externa adequada. Os sistemas de proteção coletiva (SPC) e os equipamentos de proteção individual (EPI) recomendados nos serviços com eletricidade são:

- Isolamento físico, sinalização, aterramento provisório;
- Vara de manobra, escadas, detectores de tensão, cintos de segurança, capacetes e luvas e ferramentas eletricamente isoladas.

Para ensaios e vestimentas dos equipamentos de proteção individual atender o disposto na norma NFPA 70E - Riscos Elétricos.

Os serviços de manutenção e reparos só podem ser executados por profissionais qualificados, treinados e com emprego de ferramentas e equipamentos especiais.

Todo profissional de eletricidade deve estar apto a prestar primeiros socorros a acidentados, especialmente através das técnicas de realimentação cardiorrespiratória, bem como equipamentos de combate a incêndio (do tipo 3).

8.3.4 Memorial de cálculo

8.3.4.1 Quadro de cargas

1.2 Tabela 03 – Quadro de cargas da edificação.

QUADRO GERAL DE CARGAS									
DESIGNAÇÃO DAS MAQUINAS	Pot. Kw	Qtde	FP	Rend (%)	V/3f (V)	Pot.Ativ. (kW total)	Pot.Reat. (kVAr)	Pot. (kVA total)	Corrente (A)
MOTOR BOMBA 01	75,00	1	0,92	90,00	380	83,33	35,50	90,58	137,63
SOLDA MIG	<u>12,000</u>	2	0,81	90,00	380	<u>26,67</u>	19,03	32,76	49,78
ILUMINAÇÃO EXTERNA	<u>0,030</u>	6	0,90	90,00	220	<u>0,20</u>	0,10	0,22	1,01
ILUMINAÇÃO	<u>0,030</u>	3	0,90	100,00	220	<u>0,09</u>	0,04	0,10	0,45
TOMADAS	<u>0,100</u>	2	0,90	100,00	220	<u>0,20</u>	0,10	0,22	
TOTAL 1			89,19%	-	380	110,49	61,16	123,88	188,23

8.3.4.2 Demanda prevista

A demanda prevista da unidade consumidora foi calculada com base no fator de demanda, conforme tipo de carga.

Tabela 04 – Demanda prevista da edificação.

Potência instalada (kW)	110,49
Potência instalada (kVA)	110,49
Fator de demanda (%)	100
Demanda prevista (kW)	110,49
Demanda prevista (kVA)	110,49

8.3.4.3 Dimensionamento do transformador

Demanda calculada = 110,49 kW; $\cos \phi = 0,92 \rightarrow 100,5 \text{ kVA}$

Potência do transformador 110,50 kVA

8.3.4.4 Corrente de curto-circuito

A corrente de curto-circuito do transformador (I_{cc}) será utilizada para o dimensionamento da capacidade de interrupção de curto-circuito presumida das proteções na baixa tensão.

Potência do transformador = 112,5 kVA; $Z' = 3,50\% \rightarrow I_{cc} = \frac{112,5}{Z(\%)} = 4,88 \text{ kA}$

$Z(\%)$ – Impedância percentual do transformador tabelado.

8.3.4.5 Dimensionamento dos condutores, proteção e eletrodutos

O dimensionamento dos condutores, da proteção e dos eletrodutos foi definido considerando a demanda prevista da instalação.

A seção dos condutores elétricos foi definida de acordo com especificações da N3210002 e/ou utilizando os seguintes critérios da NBR 5410:

- 8.3.4.5.1 Capacidade de condução de corrente;
- 8.3.4.5.2 Limite da queda de tensão;

O dimensionamento do disjuntor foi definido utilizando o critério de coordenação entre o condutor e a proteção de acordo com a NBR 5410.

A seção dos eletrodutos foi definida de acordo com a capacidade mínima de ocupação de 40% dos condutores segundo critérios da NBR 5410.

a) CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

Para determinar a seção nominal dos condutores, foi determinado o método de instalação de acordo com a tabela 33 da NBR 5410 – Edição 2004, encontrando nas tabelas 36 a 39 da mesma norma a seção nominal do condutor que satisfaz a corrente de projeto do circuito segundo método de referência.

b) QUEDA DE TENSÃO

A queda de tensão admissível para unidade consumidora alimentada a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s), é de 7% até os circuitos terminais. Sendo assim, foi definido como a máxima queda de tensão de 2% do secundário do transformador ao quadro de medição e 5% do quadro de medição aos circuitos terminais.

c) CORRENTE DE PROJETO

Será utilizada a potência de transformação da subestação para o dimensionamento dos condutores:

Demanda prevista = 112,5 kVA; $\cos \phi = 0,92$ Tensão = 380 V $\rightarrow I_{bL} = 170,94$ A

Corrente de projeto 170,94 A

8.3.4.6 Relatório de dimensionamento

a) Ramal de ligação

◦ Dimensionamento dos condutores

O condutor foi dimensionado pela potência do transformador instalado de acordo com a tabela 02 da N-321-0002:

Seção adotada dos condutores de fase e neutro	2 AWG (25 mm ²)
---	-----------------------------

*Seção mínima para demanda até 1700kVA.

b) Ramal de entrada

- Dimensionamento dos condutores fase e neutro

• Critério da capacidade de condução de corrente

Método de instalação = B1 – cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular

Seção = $95 \text{ mm}^2 \rightarrow I_c = 233 \text{ A}$ (coluna “7” - tabela 37 da NBR 5410);

FCA = 1,00; FCT = 0,91 (40°C) $\rightarrow I_z = 212,03 \text{ A}$

• Critério da queda de tensão

$I_p = 200 \text{ A}$ (disjuntor); Cabo = $1 \times 95 \text{ mm}^2$; Queda de tensão admissível = 2%; Tensão = 380V; Comprimento = 20m:

$\Delta V (\%)$ Ramal de entrada = 0,27

$\Delta V (\%)$ Ramal de entrada = $0,27 < 3\% \rightarrow \text{OK}$

Seção adotada dos condutores fase e neutro	$1 \times 95 \text{ mm}^2$
Seção adotada barramentos fase e neutro de $3/4" \times 3/16"$, equivalente a 100 mm^2 .	

◦ Dimensionamento do disjuntor geral

Critério de coordenação entre o condutor e a proteção

De acordo com a NBR 5410, um dispositivo de proteção contra sobrecarga funciona corretamente se:

- Sua corrente nominal, ou de ajuste, I_n , for igual ou superior à corrente de projeto do circuito, I_b , porém inferior à capacidade de condução de corrente dos condutores do circuito, I_z ;

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 170,97 \leq 200 \leq 212,03 \text{ A}$$

Disjuntor adotado	Tripolar de 200 A
-------------------	-------------------

◦ Dimensionamento do condutor de proteção

Segundo a NBR 5410, a seção do condutor de proteção não deve ser inferior ao valor determinado pela seguinte expressão:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Onde S é a seção do condutor, em mm; I é o valor eficaz da corrente de falta, em A; t é o tempo de atuação do disjuntor, em s; e k é um fator indicado nas tabelas 53 e 57 da NBR 5410, conforme características do condutor.

$$I = 4,88 \text{ kA}; t = 0,02 \text{ s}; k = 115 \text{ (Tabela 55 da NBR 5410)} \rightarrow S = \mathbf{15,26 \text{ mm}^2}$$

Seção do condutor de proteção adotado 35 mm²

◦ Dimensionamento do eletroduto

Será utilizado para cálculo da seção do eletroduto o cabo 95 mm², prevendo um aumento de carga futuro para um Trafo de 150 kVA.

$$\text{Seção do condutor} = 4 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \times 50 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{seção total} = 1.095,32 \text{ mm}^2;$$

$$\% \text{ Ocupação} = 40\% \rightarrow \text{seção eletroduto} \geq \text{Ø}2,32''$$

Eletroduto adotado Ø3"

c) Ramal de saída

◦ Dimensionamento dos condutores fase e neutro

• Critério da capacidade de condução de corrente

Método de instalação = **D – cabos unipolares em eletroduto enterrados.**

$$\text{Seção} = 95 \text{ mm}^2 \rightarrow I_c = 233 \text{ A (coluna "13" - tabela 37 da NBR 5410);}$$

$$FCA = 1,00; FCT = 0,91 (40^\circ\text{C}) \rightarrow I_z = 212,03 \text{ A}$$

Seção adotada 1x95 mm²

◦ Dimensionamento do eletroduto

Seção do condutor = $4 \times 70 \text{ mm}^2 + 1 \times 50 \text{ mm}^2 \rightarrow$ seção total = $1.095,32 \text{ mm}^2$;

% Ocupação = 40% \rightarrow seção eletroduto $\geq \varnothing 2,32''$

Eletroduto adotado $1 \times \varnothing 3''$

RAMAL DE ENTRADA

Disjuntor Geral = 200A / Ics mínimo = 10kA

3#95(95) mm² HEPR 0,6/1kV

Seção Eletroduto = $1 \times \varnothing 3''$

RAMAL DE SAÍDA

3#95(95) + T#50 mm² HEPR 0,6/1kV

Seção Eletroduto = $1 \times \varnothing 3''$

8.3.5 Considerações finais

O projetista não se responsabilizará por eventuais alterações deste projeto durante sua execução.

Recomendamos que sejam utilizados produtos de qualidade e confiabilidade comprovadas. A qualidade da instalação depende diretamente do material utilizado.

9 ANEXOS

9.1. ANEXO 1 – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

9.2. ANEXO 2 – CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO