

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Fortaleza - CE

Projeto de Dessalinização de Água Marinha -
Estudo de demanda e fornecimento de
energia elétrica

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Cagece

JANEIRO/2019

Sumário Geral

APRESENTAÇÃO.....	2
1. Introdução	3
1.1. Tecnologias e Processos de Dessalinização	3
1.2. Objetivos do Empreendimento	6
2. Descrição da Usina de dessalinização de Fortaleza	7
2.1. Dados de partida	7
2.1.1. Capacidade da Planta.....	7
2.1.2. Disponibilidade da Planta	7
2.1.3. Condições ambientais.....	7
2.1.4. Características da Água a Tratar	8
2.1.5. Características dá água produto	9
2.1.6. Limites de bateria	9
2.2. Justificação da solução do Processo	9
2.2.1. Torre de Captação.....	9
2.2.2. Pré-tratamento	9
2.2.3. Descrição do sistema de osmose inversa	10
2.2.4. Descarga de salmoura.....	11
2.2.5. Serviços Auxiliares	11
2.3. Critérios de desenho	11
2.4. Descrição da solução proposta	12
2.4.1. Equipamentos eletromecânicos	12
2.4.10. Gestão de efluentes e resíduos.....	23
2.4.11. Sistema elétrico.....	23
2.4.16. Sistema de controle	24

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

3. Relação das Cargas Previstas	25
4. Demanda Máxima Prevista	26
5. Pedido de AVT para Área 3 Leste (Mucuripe)	26
6. Custo para Instalação	27
7. Custo com Energia Elétrica	27
7.1. Consumidor Cativo	27
7.2. Viabilidade do Uso de Geração Distribuída	27
7.3. Viabilidade de Consumo pelo Mercado Livre de Energia Elétrica	28
8. Conclusão (Custo com Energia Elétrica)	28
9. Equipe Participante do Relatório	28
10. Anexos	29

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O presente Estudo 5: Estudo de Demanda e de Fornecimento de Energia foi elaborado em absoluta consonância com o solicitado no Edital de Chamamento Público para Procedimento de Manifestação de Interesse – PMI 01/2017/CAGECE, cujo objeto é a Elaboração de Estudos de uma Planta de Dessalinização de Água Marinha para a Região Metropolitana de Fortaleza com capacidade de 1 m³/s.

1. Introdução

1.1. Tecnologias e Processos de Dessalinização

A água é uma substância essencial à vida humana, animal e vegetal. Do nosso Planeta cerca de 70,0% da superfície é composta por água. Esta água está distribuída na seguinte proporção: 97,0% nos oceanos e mares, que devido a sua altíssima salinidade, são impróprias ao consumo humano, animal e vegetal sem um tratamento prévio. Dos 3,0% restantes, 1,7% do total da água está na forma de gelo nas calotas polares, que devido ao processo de transporte ser oneroso e pouco eficiente, pouco é utilizado. E somente menos de 1,0% do total da água está disponível na forma de água doce de rios, lagos e aquíferos, conforme sintetizado no Quadro 1.1 (COLLISCHONN & TASSI, 2008).

Quadro 1.1 - A Água na Terra

Discriminação	Disponibilidade Total de Água do Planeta (%)	Disponibilidade de Água Doce (%)
Oceanos (água salgada)	97,00	-
Gelo Permanente	1,70	69,00
Água Subterrânea	0,76	30,00
Lagos	0,007	0,26
Umidade do Solo	0,001	0,05
Água Atmosférica	0,001	0,04
Banhados	0,0008	0,03
Rios	0,0002	0,006
Biota	0,0001	0,003

Fonte: COLLISCHONN & TASSI, 2008 apud GLEICK, 2000.

Apesar de o Brasil ser um país com uma das maiores disponibilidades de água doce do mundo, sua

população não se distribui de acordo com a disponibilidade desta água, ficando a Região Norte com a maior disponibilidade de água e a menor população do país. Em contrapartida, boa parte do Nordeste brasileiro sofre com o problema da seca, devido à sua grande população e baixa disponibilidade hídrica.

De acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 a água doce é aquela que apresenta salinidade inferior ou igual a 0,5% (BRASIL, 2017). A escassez de água doce no Planeta Terra, nos remete a importância da utilização cada vez maior de outros recursos hídricos que ele nos oferece, pois é sabido que o consumo mundial de água está crescendo a uma taxa superior ao aumento populacional, o que combinado com o aumento das produções industrial e agrícola em zonas áridas, ou em outras áreas que sofrem com a escassez de água própria para consumo, aumenta cada vez mais a sua demanda. Faz-se necessário, portanto, que esta demanda seja atendida através de fontes alternativas.

O Estado do Ceará convive com pouca e má distribuída chuva. As precipitações ocorrem principalmente na chamada quadra chuvosa, nos meses de fevereiro a maio. Normalmente com poucas chuvas nos períodos anteriores e posteriores a quadra chuvosa (conhecidas como pré-estação e pós-estação, respectivamente) e praticamente não chovendo durante o restante do ano. Assim sendo, o Ceará depende de uma boa recarga de seus açudes durante o período chuvoso, para poder abastecer a população, a agricultura, as indústrias e seus animais, durante o restante do ano.

A situação fica mais crítica quando acontece de o Estado passar por anos de estiagem, acontecendo do consumo de água ser superior às reservas armazenadas em seus diversos reservatórios, problema que é agravado pelas elevadas taxas de evaporação em seus reservatórios, devido à alta incidência solar na região.

Diante deste cenário, o governo vem sempre buscando alternativas tais como: Canal do Trabalhador, Sistema Adutor Castanhão/RMF (Eixão das Águas), Transposição do Rio São Francisco, estudos sobre dessalinização, estudos sobre reuso de efluentes sanitários, entre outras ações.

Dentre as alternativas para a solução do problema da escassez d'água em territórios que possuem pouca água potável, a dessalinização da água do mar ou águas salobras, através da instalação de plantas ou usinas, vem sendo bastante utilizada nas últimas décadas em vários países do mundo, como no Oriente Médio, África, Europa, Estados Unidos, Austrália e Japão.

A dessalinização é um processo no qual a água do mar ou salobra pode ser transformada em um recurso hídrico perfeitamente aproveitável, diminuindo a concentração de sal na água de cerca de 35,0 gramas por litro para menos de 0,5 gramas por litro. (CORRAL, 2004b).

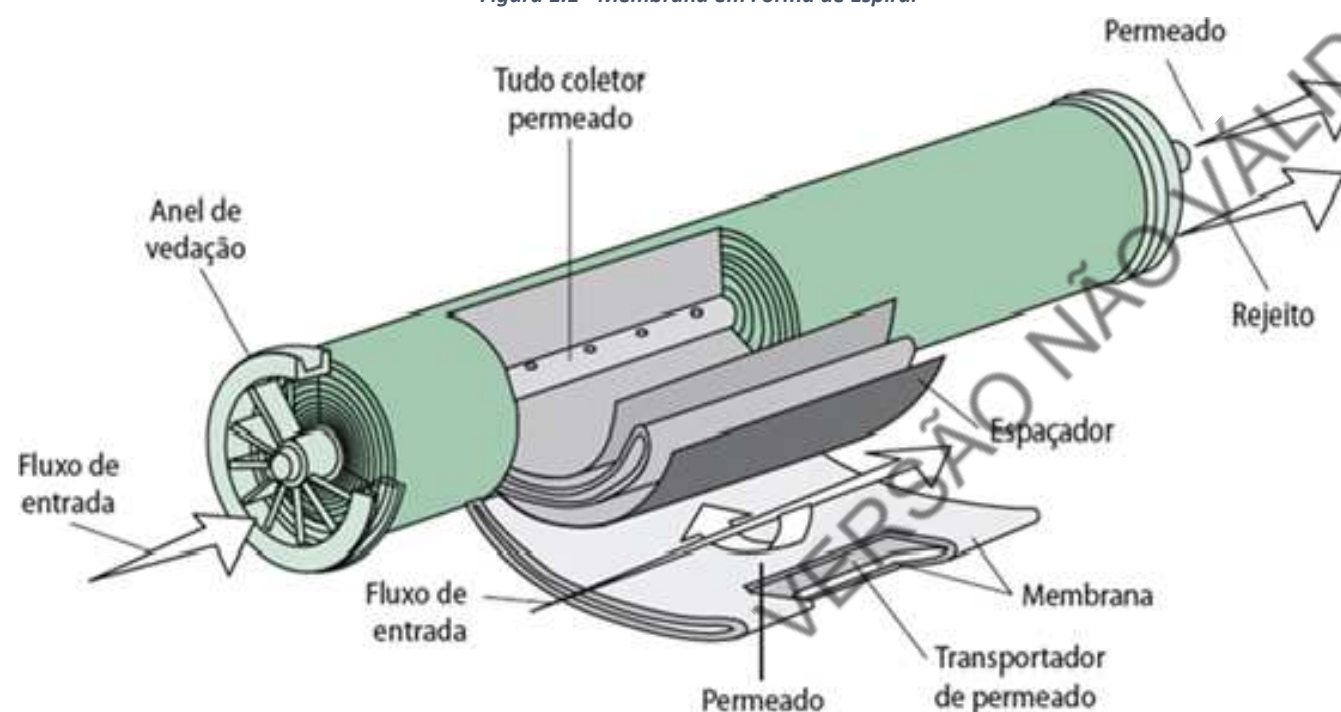
Vários são os processos físico-químicos utilizados para a dessalinização da água do mar ou salobra,

merecendo destaque cinco: a evaporação (ou dessalinização térmica), a osmose reversa, a destilação multiestágios, a eletrodialise e por último o congelamento. Os referidos processos diferem entre si quanto as técnicas, maquinário, danos ao meio ambiente e custo final do processo.

A evaporação é a mais simples das técnicas de dessalinização. Conhecida como a técnica clássica, o processo é baseado no armazenamento da água em um tanque coberto por material transparente, onde recebe luz solar, e ao ser aquecida a água começa a evaporar. O vapor d'água se acumula na parte superior do tanque e passar por processo de condensação, se tornando água novamente sem a presença dos sais, ora existentes. Esse método se consiste no processo que traz menos danos ao meio ambiente (PENA, 2018).

Por sua vez, no processo de osmose reversa, a água salgada é pressionada contra membranas semipermeáveis que permitem apenas a passagem de água, enquanto evita a passagem de sais. A água que passa através dessas membranas é água dessalinizada. A água restante na solução é salmoura removida para o mar ou para locais de eliminação autorizados (JEWISH VIRTUAL LIBRARY, 2016). A Figura 1.1 ilustra uma membrana em forma de espiral utilizada no processo da osmose reversa.

Figura 1.1 - Membrana em Forma de Espiral



Fonte: Gauto, M. e Rosa, G., (2013).

As pressões aplicadas no processo de osmose reversa devem ser superiores a pressão osmótica da solução para que tenha capacidade de separar os sais da água, bem como superar a resistência da própria membrana (VBA, 2006). Para águas marinhas, os intervalos de pressões de operação das

membranas de osmose reversa, são apresentados no Quadro 1.2.

Quadro 1.2 - Intervalos de Pressão de Operação de Sistemas

Tipo de Água	Faixa de Salinidade (mg/ℓ SDT)	Rendimento (%)	Pressão de Operação (bar)
Do Mar	35.000 (oceanos)	30 a 45	50 a 70
	37.500 (Mediterrâneo)		
	42.000 (Mar Vermelho)	50 a 60	90
	45.000 (Golfo Pérsico)		

Fonte: Schneider, René Peter & Tsutiya, Milton Tomoyuki, Membranas Filtrantes – para o Tratamento de Água, Esgoto e Água de reuso. São Paulo, ABES, 2001.

A osmose reversa é um processo que utiliza a pressão sobre a água que vai de encontro a um jogo de membranas. Estas são capazes de separar praticamente toda a água dos cloretos, microrganismos e impurezas que existem na água do mar. Este é o método mais utilizado pelas usinas de dessalinização atualmente. O método demanda custos na limpeza e reposição das membranas osmóticas (PENA, 2018).

No processo de destilação, a água do mar é aquecida até passar de seu ponto de ebulição, passando para o estado de vapor, onde depois é resfriada em um condensador para retornar ao seu estado líquido. E este líquido já está livre dos sais, que permanecem onde a água foi aquecida primeiramente.

Na destilação multiestágios a água é aquecida em tubulação, onde entra em ebulição e passa por sucessivos processos de destilação, sendo posteriormente aquecida e transferida para pontos com diferentes níveis de pressão. Tal processo garante uma maior pureza da água, porém é mais caro (PENA, 2018).

A eletrodialise é um processo de filtração com membranas seletivas semipermeáveis, utilizando corrente elétrica para a separação de contaminantes iônicos. A purificação da água ocorre pela remoção dos íons de cargas elétricas positivas e negativas, que são transportados através das membranas com carga elétrica em sentido contrário ao gradiente de concentração. A eletrodialise é usada, dentre outras aplicações, na dessalinização de águas salobras, não sendo indicada como tecnologia para águas marinhas, pois a elevada concentração de sais da água do mar (> 30.000 ppm tds) provoca a rápida acumulação de sais na superfície das membranas, reduzindo de forma drástica a eficiência do sistema (VBA, 2006).

Valendo-se que o ponto de congelamento de uma substância pura é sempre menor que o de sua solução, o processo de congelamento consegue dessalinizar a água do mar quando a temperatura da água diminui e o gelo é formado, sendo composto somente de água pura, uma vez que a mistura com os sais na água diminui seu ponto de congelamento. Este mesmo mecanismo ocorre quando oceanos e

mares se congelam, formando uma camada de gelo na parte superior. Esta camada é composta somente por água pura, ficando na parte inferior a água em seu estado líquido com os sais dissolvidos.

O processo de congelamento funciona da mesma forma como na evaporação, quando os sais são separados da água nas etapas de congelamento. Este processo ainda passa por aperfeiçoamento (PENA, 2018).

Dentre as quatro técnicas/processos de dessalinização, duas são mais utilizadas no mundo todo. A osmose reversa e a destilação multiestágios. Kepler Borges França, professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na Paraíba, coordenador do Laboratório de Referência em Dessalinização (Labdes) (in Blog Senado Federal, 2018) explica que a osmose reversa é responsável por retirar não somente os sais da água, mas também microrganismos, bactérias e fungos, deixando a água potável para o uso humano. Ele, também, ressalta a viabilidade econômica da técnica utilizada no Brasil.

"Entre os outros processos térmicos de dessalinização, a destilação tem um custo de 10 a 15 vezes superior ao de técnicas com membranas. Com a osmose reversa, é possível gastar apenas R\$ 1,00 para dessalinizar mil litros de água salobra e entre R\$ 1,50 e R\$ 2,00 para água do mar" (FRANÇA, in Blog Senado Federal, 2018).

Outra divergência que ocorre entre os dois métodos de dessalinização é a água de salmoura, ou água saturada, ou ainda água de rejeito que retorna para o ambiente marinho após a dessalinização. Segundo BLENINGER e JIRKA (2010), a salmoura (ou concentrado de sais e impurezas) é o fluxo de resíduos produzido por plantas de dessalinização, que geralmente é descarregado no mar, sendo as taxas de fluxo de água da salmoura geralmente elevadas, atingindo até 40,0% do caudal de admissão na osmose reversa e até 90,0% na destilação multiestágios, inclusive água de resfriamento. Em outras palavras é quase tão grande ou mesmo consideravelmente maior que a taxa de fluxo de admissão de água potável requerido. Segundo os autores o processo de retorno pode ser agravado se o método utilizar produtos químicos ou aditivos corrosivos que servem para limpar o sistema. Além disso, ao lado da alta salinidade e contaminantes, o efluente de salmoura também pode mostrar maior turvação, no caso da osmose reversa e alta temperatura no caso da destilação multiestágios.

BLENINGER e JIRKA (2010) ressaltam que o grau de impacto das substâncias do efluente depende das características físicas e ecológicas do ambiente de retirada e do retorno da salmoura. As áreas mais vulneráveis são áreas de baixa energia hidrodinâmica, como áreas com floresta de manguezal, pântanos salgados, recifes de coral e costas rasas. Já as costas ou costões rochosos expostos a ação de ondas de alta energia podem ser menos suscetíveis (HOPNER e WINDELBERG, 1996, apud BLENINGER e JIRKA, 2010). Um exemplo de área com baixa energia são os mares fechados, como o Golfo Árabe ou o Mar

Vermelho, que têm capacidades limitadas de troca de água e geralmente são superficiais e menos energéticos, portanto, mais sensíveis às descargas e acúmulo de efluentes.

A salmoura de descarga pode ser enviada diretamente para o oceano ou para o mar ou combinada com outra descarga; no entanto, vários fatores podem desempenhar um papel importante na pluma de descarga e na difusão para a água do mar. As características influentes são (JENKINS e WASYL, 2005 apud DANOUN, 2007):

- ✓ 1. Direção e velocidade do vento - Este aspecto tem um grande impacto na difusão do descarte de salmoura no oceano, que pode diluir esta pluma altamente concentrada com água do mar em uma curta distância;
- ✓ 2. Altura e velocidade das ondas - Este fator pode desempenhar um papel importante na dispersão das propriedades da água do mar, produzindo efeitos significativos em níveis mais altos no ambiente (GILL, 1982 apud DANOUN, 2007);
- ✓ 3. Batimetria média de maré - De acordo com algumas pesquisas científicas; a descarga de salmoura terá um impacto mínimo na alteração das propriedades físicas. Mudanças de salinidade máxima e alcalinidade ocorrerão durante a maré alta em uma depressão superficial (SWANSON et al, 2006 apud DANOUN, 2007).

DANOUN (2007) ressalta que a quebra da onda induz uma turbulência considerável e ondas maiores ajudam a criar mais misturas, as correntes de maré geram turbulência pela fricção do fundo do mar e o vento conduz a corrente superficial, que também é turbulenta. Quando qualquer um desses elementos é grande, ocorrerá uma difusão rápida, o que significa mais difusão e maior diluição da solução salina de descarga na água do oceano.

Sob o ponto de vista socioeconômico, os impactos potenciais na pesca local ou nos recursos turísticos como consequências econômicas são alguns dos pontos de conflito que também pode surgir no planejamento de plantas de dessalinização (BLENINGER e JIRKA, 2010).

Sob o ponto de vista sistemático e do bom funcionamento da planta de dessalinização alguns quesitos, também, são importantes e devem ser considerados. A topografia de fundo ou batimetria é um destes. A inclinação da plataforma rasa onde será implantado o duto ou canal de captação, bem como o de descarte, precisa ser relativamente suave e não íngreme (LAYTON, 1976). É importante que no fundo marinho não haja obstáculo topográfico positivo e nem negativo, como a presença de rochas em fundo marinho ou depressões, isso acarretaria no acúmulo de substância que entupiriam ou criariam ar no sistema, respectivamente (LAYTON, 1976). Vale ressaltar, que não é economicamente e nem tecnicamente viável modificar a topografia de fundo para a instalação dos dutos, as tubulações devem

ser adequadas às condições naturais do fundo marinho (LAYTON, 1976).

Ainda sob o ponto de vista técnico, funcional, construtivo e eficaz do sistema da planta de dessalinização, sobretudo no que se refere ao lançamento do material no mar (efluente) sem que se acarrete prejuízos ao meio ambiente, alguns pontos devem ser considerados antes da escolha da área onde será implantado o empreendimento.

A inserção dos dutos na zona de surf, ou zona de arrebentação das ondas, é muitas vezes a fase mais difícil e dispendiosa da construção de uma saída de difusores no oceano. O desgaste do ataque de ondas contínuas em águas rasas geralmente pode limitar o processo de construção a um curto período, mesmo em situações de calmaria. Em casos que haja tempestades ou situações de mar mais agitado as operações de instalação podem ser interrompidas ou ainda podem danificar o tubo de descarte, bem como o equipamento de construção. Desta forma é importante que seja selecionada área com menor ação de quebra das ondas. Os locais potenciais em promontórios ou pontos de terra que se projetam no mar geralmente devem ser evitados porque a refração das ondas irá concentrar a energia das ondas nessas características. Para mitigar os efeitos causados pela quebra da onda, as zonas de surf, que se estendem a mais de 300,0m devem ser evitadas, se possível (LAYTON, 1976).

Outro fator importante para a escolha da área adequada de instalação de dutos da planta de dessalinização são as condições de corrente marinha. A medição do movimento da massa d'água no local de descarga de saída proposto é necessária no início do processo de projeto. Este conhecimento é importante porque ajuda a prever o transporte de efluentes em todas as condições offshore (LAYTON, 1976).

Ainda no monitoramento da corrente oceânica, as propriedades físicas da coluna d'água, como temperatura e salinidade, também, são medidas para calcular a densidade da água em função da profundidade. Os perfis de densidade indicam a ausência ou presença de estratificação, o que pode afetar o desempenho de diluição do efluente no difusor (LAYTON, 1976).

As medições de alturas e períodos de ondas oceânicas, também, são desejáveis para os locais de saída. O conhecimento da frequência e da quantidade de energia das ondas que passa pela rota da tubagem é vital para garantir sua integridade como um sistema estrutural. No entanto, as medidas dos parâmetros das ondas são muitas vezes difíceis de obter e os modelos frequentemente dependem de técnicas de previsão de onda para prever condições de onda modelada (LAYTON, 1976).

O objetivo de um difusor de saída é dispersar o efluente para minimizar os impactos da poluição na água receptora. Por mais eficiente que seja o difusor em diluir o efluente com a água do mar, algumas

mudanças ocorrerão no ambiente marinho ao redor do difusor. O monitoramento de saída de efluentes é um elemento vital do processo do projeto de saída, o que ajudará a prever estas mudanças, tanto a curto como longo prazo. No entanto, visando a prevenção de mudanças na qualidade da água do mar devido às descargas do vazamento de efluente, faz-se necessário o conhecimento das condições da qualidade da água receptora (LAYTON, 1976).

Estabelecer uma base de condições de qualidade da água dentro das águas receptoras de um lançamento de efluentes propostos, geralmente requer monitoramento ambiental extensivo. Durante o processo de seleção da área onde será implantado o empreendimento, normalmente é encontrado que o potencial de saída do oceano tem, na melhor das hipóteses, um registro limitado de dados existentes sobre a qualidade da água, ou seja, antes da escolha da implantação da planta, é necessário que sejam conhecidos os parâmetros de qualidade da água (LAYTON, 1976).

O solo e a geologia de fundo da área onde será instalada a planta, também, são pontos importantes para um projeto eficaz. Identificar as condições geológicas e sua uniformidade ao longo de um alinhamento proposto é importante, uma vez que muitos dos critérios considerados no projeto de saída dependem de condições geológicas e tipos de solo (LAYTON, 1976).

Para que os sistemas de saídas de salmoura sejam devidamente posicionados e otimizados quanto às condições de mistura e distribuição de substâncias, minimizando os impactos ambientais e, também, seja permitido o eficaz funcionamento do sistema de dessalinização, são necessárias ferramentas de planejamento científico, validadas e eficientes sob a forma de modelos preditivos e sistemas que auxiliem os designers de plantas de dessalinização que operem com regime de entrada e saída sem que causem impactos de grande porte ao meio marinho, ou ainda que estes possam ser controlados (BLENINGER e JIRKA, 2010).

1.2. Objetivos do Empreendimento

O Estado do Ceará vem enfrentando ao longo do tempo problemas críticos de escassez d'água, fato este que pode ser facilmente comprovado pela constante ocorrência de crises e riscos de colapso no seu suprimento hídrico. Tal agravamento decorre não só do crescimento vegetativo da população, como em especial de programas governamentais prioritários que se encontram em andamento, dentre os quais se destaca o PRODETUR, que incentiva o desenvolvimento do turismo em grande parte da faixa litorânea do Estado.

A implantação de uma Usina de Dessalinização da Água do Mar na área da Região Metropolitana de Fortaleza tem, pois como objetivo primordial à criação de um banco de dados e de um corpo técnico capacitado para a aplicação e aperfeiçoamento de uma tecnologia alternativa para a obtenção e

suprimento de água potável para regiões litorâneas do território estadual, com potencialidades de crescimento e com restrições na oferta de água doce. Converte-se, pois numa forma de compensar possíveis déficits hídricos em zonas litorâneas do Estado. Constitui-se assim numa experiência de vanguarda para o aumento da oferta hídrica a partir de um manancial inesgotável, o mar.

Além disso, essa experiência visa a diversificação das fontes de oferta d'água existentes no território estadual, aumentando a garantia da oferta de recursos hídricos durante os períodos de escassez, beneficiando o suprimento hídrico da população e de indústrias existentes em núcleos urbanos litorâneos, em momentos de emergência ocasionados pelo colapso das fontes tradicionais de oferta de água. Assim sendo, a dessalinização, quando economicamente viável, poderá passar a ser um elemento do balanço hídrico, sendo avaliada juntamente com outras estratégias de oferta de água, harmonizando-se com os planos gerais, regionais e urbanos.

Ressalta-se, ainda, que é evidente a importância da dessalinização da água do mar, quando se analisa a produção de água potável, pois as águas marinhas constituem 97,5% da água disponível em nosso planeta. Com a contínua elevação da demanda por água, em função do desenvolvimento econômico e do crescimento demográfico, a fonte segura de água para a humanidade será, no futuro, a água disponível nos oceanos. Neste contexto, os aglomerados populacionais litorâneos poderão ser atendidos com maior facilidade pelos processos de dessalinização da água do mar.

Na Região Metropolitana de Fortaleza, a usina de dessalinização da água do mar a ser implantada terá como função reforçar o suprimento hídrico de um contingente populacional estimado em mais de 3,38 milhões de habitantes, que é atualmente atendido pelo Sistema Integrado da CAGECE.

2. Descrição da Usina de dessalinização de Fortaleza

2.1. Dados de partida

Para a determinação dos dados iniciais que permitem a elaboração da planta de dessalinização, foram consideradas informações prévias sobre Fortaleza, detalhadas nas referências bibliográficas. Com base nessas informações e em nossa experiência em usinas de dessalinização, os dados de partida são descritos nas seções abaixo.

2.1.1. Capacidade da Planta

A capacidade de produção da planta de dessalinização é de 1 m³ / s em quatro linhas. A capacidade unitária por linha é de 0,25 m³/s.

Para o projeto da planta de dessalinização foi considerado um aumento de 0,3% no fluxo produzido para

consumo interno.

A capacidade de produção nominal é, portanto:

✓ Produção do projeto:	86.400 m ³ /dia
✓ Número de linhas:	4
✓ Produção por linha:	21.600 m ³ /dia

A capacidade de produção, incluindo o fator de segurança, é:

✓ Produção do projeto:	86.659 m ³ /dia
✓ Número de linhas:	4
✓ Produção por linha:	21.664,8 m ³ /dia

Os fluxos de água do mar a serem capturados:

✓ Fluxo nominal de água a captar:	192.576 m ³ /dia
✓ Fluxo máximo durante deslocamento de filtros:	207.388,8 m ³ /dia

Conversões da planta:

✓ Conversão da OI:	45%
✓ Conversão global:	44,86%
✓ Conversão global durante deslocamento:	41,66%

2.1.2. Disponibilidade da Planta

Os equipamentos de dessalinização da usina requerem manutenção para o correto funcionamento para que a produção de água dessalinizada não seja mantida por 24 horas 365 dias por ano. Com base na experiência de operação e manutenção de instalações de dessalinização similares, uma disponibilidade de 95% ao ano é adequada para uma exploração correta da usina. Este valor de 95% ao ano é o que foi considerado para o design. Se você quiser aumentar essa disponibilidade, deve incluir uma linha de OI redundante, mas o investimento de uma linha de OI não justifica esse aumento na disponibilidade, uma vez que o investimento seria consideravelmente aumentado e uma linha de OI seria parada a maior parte do tempo, o que não é recomendado.

2.1.3. Condições ambientais

As condições ambientais da cidade de Fortaleza estão detalhadas abaixo:

✓ Temperatura ambiente máxima anual:	40 °C
--------------------------------------	-------

- ✓ Temperatura ambiente mínima anual: 20 °C
- ✓ Umidade: 75 %
- ✓ Precipitação média anual: 133 mm

2.1.4. Características da Água a Tratar

A água do mar bruta virá do litoral de Fortaleza.

A corrida de maré considerada é de 1,8 metros, o mar baixo -0,8 m. e maré alta 1 m. com referência no nível médio do mar.

Para a água do mar projetada, a análise mostrada abaixo foi feita, quimicamente balanceada para que a concentração de ânions expressa em meq/L seja igual à dos cátions. Na Tabela 7.1 são mostrados os parâmetros físico-químicos da água do mar de desenhos considerados.

Quadro 2.3 - Análise físico-química de água do mar projetada

Planta de Fortaleza

FOLHA DE ANÁLISE	
------------------	--

CLIENTE	CONTRATO	
LABORATÓRIO	REFERÊNCIA	
TIPO DE ÁGUA	DO MAR	DATA
LUGAR DE AMOSTRAGEM	Costa de Fortaleza	November-17

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ	1	U.N.F.	PH	7,90	
COR	1	Pt-Co	CONDUTIBILIDADE	58.846,93	µmhos/cm.
ODOR	0	TON	T.D.S.	39.051,86	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	133,85	ppm CO3Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	6.403,60	ppm CO3Ca

COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/L	ELEMENTO	mg/L	meq/L
Ca++	504,55	25,18	SO4=	4.159,73	86,61
Mg++	1.249,42	102,78	Cl-	20.425,10	576,12
Na+	12.110,61	526,75	CO3H-	142,78	2,34
K+	420,00	10,74	F-	0,30	0,02
Ba++	0,02	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	5,10	0,12	I-	0,00	0,00
Fe++	0,00	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,30	0,02	NO3-	10,70	0,17
Ag+	0,00	0,00	CO3=	10,04	0,33
Mn++	0,00	0,00	PO4≡	0,00	0,00
Zn++	0,00	0,00	S=	0,00	0,00
Cu++	0,00	0,00	SiO2 (coloidal)	0,20	0,00
Al+++	0,00	0,00	SiO2 (soluble)	8,20	0,14
Fe+++	0,00	0,00	CO2	1,23	0,03
H+		0,00	OH-		0,00
TOTAL	14.290,00	665,59	TOTAL	24.756,85	665,59

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTANCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	2,00
Cádmio	0,00	DQO	5,00
Bário	5,00	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	10,00

Para o projeto da usina, as temperaturas máximas e mínimas da informação disponível anterior foram consideradas.

- ✓ Temperatura máxima: 30 °C
- ✓ Temperatura mínima: 20 °C

- ✓ Temperatura média: 27 °C

2.1.5. Características da água produto

A água produto produzida na planta de osmose inversa será de qualidade potável e cumprirá a legislação brasileira de água potável.

O fator limitante desta legislação é o teor de concentração de cloretos de 250 mg/L.

2.1.6. Limites de bateria

Os limites de bateria (incluídos) deste projeto são os seguintes:

- ✓ Água do mar: torre de coleta de água do mar.
- ✓ Água produto: produto do tanque de água de 5.000 m³ de capacidade da planta de dessalinização e flange de sucção para a conexão das bombas de água do produto (por outros).
- ✓ Alimentação elétrica: Subestação elétrica da usina de dessalinização para a chegada da fonte de média tensão (linha de energia por outros).
- ✓ Salmoura: emissor de descarga de salmoura no mar.

2.2. Justificação da solução do Processo

De acordo com a discussão das seções anteriores sobre os processos que compõem uma planta de dessalinização de água do mar, esta seção justificará a solução da linha de processo escolhida para a planta de dessalinização de Fortaleza em função das boas práticas de engenharia, estado atual da arte, condições locais e o uso pretendido de água dessalinizada com o objetivo de minimizar CAPEX e OPEX e projetar uma solução sustentável em relação ao meio ambiente.

A tecnologia escolhida para a dessalinização é a osmose inversa por enrolamento de membranas em espiral de poliamida aromática de 8 polegadas. Estes tipos de membranas foram selecionadas porque são atualmente as mais utilizadas mundialmente para as usinas de dessalinização OI e garantem uma solução ideal para o processo em termos de consumo de energia e competitividade de preços.

A escolha e o projeto corretos da captura e pré-tratamento da água do mar são fundamentais para garantir o projeto e a operação corretos das usinas de dessalinização de água do mar da OI. É necessário capturar a água da melhor qualidade possível (sem matéria suspensa, substâncias orgânicas, metais pesados e elementos pouco solúveis) e condicioná-la adequadamente, a fim de evitar o entupimento e garantir a integridade das membranas de OR, para este efeito, a matéria orgânica suspensa e inorgânica deve ser eliminada e os sais não devem ser incrustados, concentrando os sais contidos na água do mar, através da osmose inversa. Com este objetivo, a captura e o pré-tratamento químico e físico foram

projetados.

A água do mar na costa de Fortaleza é uma água cujo conteúdo em algas não é alto, se contiver areias finas encontradas por toda a coluna de água, devido à agitação sofrida pelas fortes correntes da costa de Fortaleza. Há também hidrocarbonetos, óleos e gorduras de navios, por isso é recomendável tomar uma água do mar em profundidade para evitar a captura de hidrocarbonetos, óleos e gorduras que flutuam e se concentram na superfície. Em qualquer caso, levando em conta as altas correntes que ocorrem, uma dose de carvão ativado em pó foi planejada, que será usada em caso de emergência se atingir concentrações de hidrocarbonetos, óleos ou gorduras.

2.2.1. Torre de Captação

A entrada de água do mar será, portanto, realizada por meio de uma torre de coleta submersa a aproximadamente 1500 metros da costa. A água capturada será conduzida através de vasos comunicantes para um jarro de água do mar localizado em terra. No cântaro de água do mar um labirinto será projetado para aumentar o tempo de permanência e permitir que as possíveis areias sejam capturadas, as areias capturadas serão depositadas na costa ou no local aprovado durante a realização do estudo de impacto ambiental.

A velocidade da água nas janelas da torre de coleta, dentro da mesma e em um trecho de cerca de cinco metros do emissor, será baixa para não produzir correntes fortes que arrastem os peixes e que se eles nadarem dentro da torre de captação, eles podem sair.

O diâmetro do emissor de captação foi selecionado de modo a que a velocidade não seja muito baixa porque as areias capturadas seriam depositadas, em qualquer caso será previsto no desenho do inmisario e da torre de recolha, a limpeza do primeiro por meio do sistema Raspa Tubos (Pig). Para fazer isso, a torre de coleta deve permitir recuperar o sistema.

Na bomba de água do mar serão instaladas umas bombas de água do mar do tipo submersas, que irão bombear a água capturada no processo. Este tipo de bombas foi escolhido porque o NPSH disponível no tanque de água do mar é muito baixo e a solução de bombas horizontais no comando é muito mais cara em termos de CAPEX. Temos experiência na instalação deste tipo de bombas para instalações de dessalinização de água do mar, incluindo uma proteção catódica para evitar a corrosão que tem dado bons resultados.

2.2.2. Pré-tratamento

O pré-tratamento químico consistirá em:

- ✓ Ácido sulfúrico para ajustar o pH e facilitar a desinfecção e permitir a redução do consumo de dispersantes.
- ✓ Hipoclorito de sódio dosado em choque para a desinfecção de elementos e equipamentos, não se recomenda a dosagem deste reagente continuamente, com a planta de dessalinização em operação, pois a experiência tem demonstrado que há maior incrustação das membranas de OI quando da dosagem de cloro em contínuo.
- ✓ Coagulante de cloreto férrico, para facilitar a coagulação e subsequente retenção em filtrações de pré-tratamento de sólidos suspensos contidos na água do mar.
- ✓ Dispersante, para evitar a precipitação, quando a água do mar estiver concentrada nas membranas, dos sais de sulfato de cálcio, sulfato de estrôncio, fluoreto de cálcio e outros sais, será aplicado um dispersante cuja ação é impedir a formação de redes cristalinas de os sais, mantendo os iões em dispersão e permitindo exceder o limite dos produtos de solubilidade dos referidos sais.
- ✓ Metabissulfito de sódio, será usado para a neutralização do cloro após a desinfecção por choque e como uma segurança para a redução de possíveis oxidantes antes que a água do mar entre no processo de OI, uma vez que as membranas de poliamida aromáticas têm baixa tolerância ao substâncias oxidantes. O metabissulfito reage com o cloro e com outros oxidantes contidos na água do mar, como o oxigênio dissolvido, impedindo que eles atinjam as membranas e os danifiquem. Além disso, será fornecida uma dosagem de metabissulfito de sódio no depósito de salmoura antes da descarga para o mar.

Para o pré-tratamento físico, os seguintes sistemas foram previstos:

- ✓ Dosagem de carvão ativado para eliminar possíveis hidrocarbonetos, óleos e gorduras.
- ✓ Primeiro estágio de filtração em filtros de mídia de pressão de areia e antracito.
- ✓ Segunda etapa de filtração em filtros multimídia de pressão de areia.
- ✓ Filtros de cartucho com 5 microns nominais de potência de corte.

Este pré-tratamento é projetado do ponto de vista da segurança, já que existem duas filtrações em série e uma boa eliminação de sólidos suspensos é garantida. O tamanho do corte das filtrações foi escolhido com base na experiência em outras plantas de dessalinização com qualidades de água semelhantes.

Dois estágios de filtração foram escolhidos em frente a um único estágio, para proporcionar maior segurança ao pré-tratamento, além de ter sido selecionada contra ultrafiltração, por ser uma filtragem mais robusta, que possui dois passos para eliminar sólidos em suspensão e que permite selecionar o tamanho de corte de cada uma das etapas ajustando às características da matéria contida na água da

costa de Fortaleza.

Um DAF não foi incluído, uma vez que, como mencionado, o conteúdo de algas na água do mar não é alto e não há marés vermelhas na costa de Fortaleza.

Um estágio de filtragem foi incluído nos filtros de cartucho, após os dois estágios dos filtros fechados. Os filtros de cartucho fornecem uma barreira de segurança final para os sólidos contidos na água do mar antes de entrar nas membranas de OI.

2.2.3. Descrição do sistema de osmose inversa

A osmose inversa será um passo e um estágio, o sistema de recuperação de energia de salmoura será por sistemas de troca de pressão.

O número de linhas de OI selecionado é de quatro (4). Este número de linha foi selecionado porque você tem flexibilidade na produção, você pode trabalhar produzindo: 0,25 m³/s, 0,5 m³/s, 0,75 m³/s ou 1 m³/s e os bastidores são 21.150 m³/dia de produção, que correspondem a grandes racks e, portanto, as bombas e motores por linha também são grandes, o que garante maior rendimento de ambos e menor consumo de energia por m³ de água dessalinizada produzida.

Os sistemas de troca de pressão (SIP) são com aqueles que obtêm consumos específicos de energia elétrica mais baixos em frente às turbinas Pelton. O STP será complementado com bombas de recirculação equipadas com inversor de frequência.

Os tubos de pressão dos quadros serão conectados por um sistema multiportas que facilita a montagem e economiza o tubo de alta pressão.

O fator de conversão da osmose inversa escolhida é de 45%, uma vez que o desenho do projeto da usina de dessalinização foi avançado, este fator de conversão será otimizado para garantir o menor consumo de energia.

A bomba de alta pressão será formada por uma bomba de alta pressão e na sucção da mesma, uma bomba de reforço equipada com variador de frequência para garantir o controle da produção nas diferentes condições de operação: ante variações na temperatura da água do mar e variações na perda de pressão nos quadros da RO devido ao grau de incrustação e idade das membranas.

A água permeável de osmose inversa tem um índice de Langelier muito negativo, e é por isso que é muito corrosivo. O pós-tratamento foi projetado para obter um índice de Langelier entre 0 e 0,4 para evitar que a água seja corrosiva ou incrustante e, assim, preservar a integridade dos tubos de

distribuição de água do produto. Além disso, o flúor e o hipoclorito de sódio serão dosados para condicionar a água à qualidade necessária para a água potável no Brasil.

O pós-tratamento escolhido consiste em:

- ✓ Dosagem de dióxido de carbono.
- ✓ Dosagem de hidróxido de cálcio.
- ✓ Dosagem de fluorossilicato de sódio
- ✓ Dosagem de hipoclorito de sódio.

A dosagem de hidróxido de cálcio foi selecionada contra outros tratamentos de remineralização, como torres de calcita ou dolomita. Bem, você tem ampla experiência com este pós-tratamento e seu investimento é menor do que o necessário para a solução com torres de calcita ou dolomita.

O uso de CO₂, hipoclorito e fluorossilicato (para aqueles países cuja regulamentação exige flúor na água) são aqueles selecionados na grande maioria das usinas de dessalinização de água do mar de OI para produção de água potável.

Foi incluído um tanque de água de produto, para o armazenamento da água produzida na planta dessalinização de 5.000 m³, que permite um tempo de permanência de uma hora e 23 minutos.

2.2.4. Descarga de salmoura

A descarga da salmoura será realizada por meio de uma saída submarina a 500 metros da costa onde serão instalados difusores de salmoura em sua seção final, para garantir a rápida mistura da salmoura com o mar, para que a área de incremento na salinidade na área de descarga, seja o menor possível. O número de difusores e seu ângulo e velocidade de descarga também serão escolhidos para minimizar a área de impacto da descarga.

A situação da recolha de água do mar e da descarga de salmoura foi escolhida tendo em conta o sentido das correntes para evitar a recirculação da salmoura da descarga para a captação.

2.2.5. Serviços Auxiliares

Os sistemas auxiliares projetados para a usina de dessalinização são:

- ✓ Sistema de lavagem com filtro fechado: os filtros serão lavados com salmoura e ar. A lavagem com salmoura será feita com bombas de lavagem que irão conduzir a salmoura vindo de um tanque de salmoura. Foi demonstrado que a salmoura produz uma lavagem eficaz dos filtros e também a absorção de água do mar é reduzida, aumentando assim a recuperação (água

produzida/água recolhida) da planta. O ar será obtido com sopradores.

- ✓ Sistema de limpeza química das membranas de OI. Este sistema permitirá limpar os quadros de OI antes do aumento da perda de carga ou a perda da qualidade da água permeada.
- ✓ Sistema de deslocamento. Este sistema permite, antes da parada da produção, deslocar toda a água do mar e salmoura do equipamento, tubos e válvulas do processo de osmose inversa. Água do mar e salmoura a velocidade zero podem causar corrosão nesses elementos. A salmoura também pode produzir precipitações de sal, porque com o tempo o dispersante não será mais eficaz.
- ✓ Sistema de água potável e águas residuais.
- ✓ Sistema de drenagem, ventilação e drenos.
- ✓ Sistemas de transporte e elevação.
- ✓ Sistema contra incêndios.
- ✓ Sistema de ventilação e ar condicionado.
- ✓ Material de laboratório e oficina mecânica, instrumentação e equipamentos elétricos.
- ✓ Peças de reposição.

2.3. Critérios de desenho

Os critérios considerados para o projeto da planta de dessalinização estão incluídos abaixo:

- ✓ Realizar uma correta distribuição dos diferentes componentes da planta, levando em conta a sequência lógica do processo, a segurança operacional, a obtenção de uma exploração fácil e eficiente e as características topográficas e geotécnicas dos locais.
- ✓ Proporcionar às instalações flexibilidade suficiente para facilitar as manobras de operação, bem como as condições máximas de segurança e confiabilidade.
- ✓ Dar qualidade às obras civis, equipamentos e instalações que permitam uma relação qualidade-preço que se enquadre neste tipo de obras, dando especial atenção à garantia da qualidade e produção exigidas.
- ✓ Fornecer às instalações flexibilidade suficiente para facilitar as manobras de operação e manutenção, sem prejudicar a produção.
- ✓ Dimensionar o equipamento minimizando o consumo, mas com flexibilidade suficiente para observar as possíveis variações nos parâmetros definidos.
- ✓ Instrumentar e automatizar a planta para que a operação seja simples e segura.
- ✓ Integrar a Planta de Dessalinização nos terrenos selecionados para formar um todo harmonioso, tanto em equipamentos mecânicos quanto no acabamento de edificações, outras instalações e obras civis.

- ✓ Minimizar o impacto ambiental das instalações para garantir sua total integração ao meio ambiente nas melhores condições.
- ✓ Finalmente, fornecer trabalho de engenharia de qualidade adequado às condições de operação e localização.

2.4. Descrição da solução proposta

2.4.1. Equipamentos eletromecânicos

2.4.2. Captação de Água de Mar

A coleta é feita por uma torre de coleta localizada na batimetria 16, a fim de capturar a água do mar com a qualidade adequada para o processo de osmose inversa, evitando os problemas de óleos e gorduras e hidrocarbonetos. A água do mar assim capturada é conduzida por meio de um tubo de polietileno de alta densidade (HDPE) para uma câmara de aspiração, a jarra de água do mar, localizada na costa. A água do mar entra na referida câmara através de vasos comunicantes. O diâmetro do tubo é de 1600 mm. e PN-10.

Foi fornecida uma dosagem de ácido sulfúrico e uma dosagem de hipoclorito de sódio para a torre de coleta. para a limpeza do mesmo e do emissário da água do mar.

Na entrada do jarro de água do mar, a água será conduzida através de um labirinto em velocidade muito baixa, para aumentar o tempo de permanência no jarro e produzir a decantação das possíveis areias finas capturadas, esta areia será devolvida à costa.

2.4.3. Bombeamento de Água de Mar

A unidade de bombeamento de água do mar pode abastecer a planta com até 8.641 m³ / h, é composta de 5 (4 + 1) bombas centrífugas, com capacidade unitária 2.160 m³/h e TDH de 70 m.

As cinco bombas de água do mar serão instaladas em paralelo, sendo uma delas uma reserva. As bombas irão impulsionar a água do mar da cantara para as câmaras de mistura. O coletor de descarga para a Usina será de 1.200 mm de diâmetro, o que fornecerá uma velocidade da água do mar dentro do tubo menor que 2 m/s e será construída em PRFV, PN-10 y 5.000 N/m².

As bombas de água do mar fornecidas são submersíveis e serão protegidas com proteção catódica para evitar a corrosão.

O modo usual de operação do bombeamento de água bruta será com 4 grupos em operação simultânea, o programa operacional atuará de tal forma que todos os grupos trabalhem o mesmo número de horas

alternando em parada da bomba de reserva.

2.4.4. Descarga de Salmoura

A salmoura rejeitada produzida no processo será descarregada de volta ao mar por meio de um tubo de descarga construído em um tubo de polietileno de alta densidade (HDPE) com um diâmetro de 1.200 mm.

2.4.5. Pré-tratamento químico

Dosagem de hipoclorito de sódio ao pré-tratamento

É planejado para realizar clorações de choque da água do mar, off-line, por meio da dosagem de hipoclorito de sódio.

Para este fim, dois tanques de hipoclorito de 12 m³, cada um com capacidade, construídos em GRP, e equipados com medição de nível, chaves de nível alto e baixo, drenagem, tubos de interconexão e outros acessórios, foram fornecidos.

A injeção de hipoclorito na coleção é realizada por três bombas dosadoras (2 + 1), uma das quais é uma reserva, do tipo de deslocamento positivo. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE, gaxetas viton e carter-bancada de fundição. O fluxo nominal das bombas é ajustável entre 10% e 100%, a regulagem é automática, com operação a partir do painel de controle, para o qual as bombas dosadoras serão fornecidas com os servomotores correspondentes.

A dosagem em choques de hipoclorito é planejada, então uma dose de 10 ppm de cloro ativo foi usada para o projeto.

Para o enchimento do depósito será instalada uma bomba de transferência centrífuga de 90 m³/h de fluxo.

As linhas de dosagem de hipoclorito serão de PVC-U.

O sistema de dosagem de hipoclorito de sódio estará localizado dentro de uma bacia com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Dosagem de ácido sulfúrico

Um sistema de dosagem de ácido sulfúrico foi fornecido para a limpeza de osmose da CIP, a adição de ácido sulfúrico na água do mar também está prevista para facilitar a desinfecção pelo hipoclorito e

ajustar a adição de dispersante.

O equipamento de ácido sulfúrico será composto por dois tanques de armazenamento, 12 m³, fabricados em aço carbono, equipados com indicador de nível, transmissor de nível, chaves de nível, drenos, ventilação e sistema de secagem a ar com sílica gel e outros acessórios.

Para a transferência de ácido sulfúrico do meio de transporte para os tanques de armazenamento, será instalada uma bomba centrífuga de 60 m³/h de fluxo.

Para a dosagem do ácido na água do mar, três (2 + 1) bombas de dosagem serão instaladas, sendo uma delas reserva. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de válvulas AISI 316, membranas e juntas de PTFE, bolas de Hastelloy C, assento de AISI 904, e carter-bancada de ferro fundido. As bombas são do tipo de deslocamento positivo, ajustáveis de 10% a 100% e equipadas com servomotores para regulação do controle.

Um chuveiro com lava-olhos será instalado como medida de segurança e proteção.

O sistema de dosagem de ácido sulfúrico estará localizado dentro de uma panela revestida com antiácidos, com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo, mais 10%.

Os tubos de dosagem de ácido sulfúrico serão feitos de aço carbono.

Dosagem de metabissulfito de sódio

Um sistema de dosagem de Metabissulfito de sódio foi planejado para reduzir o cloro residual antes que a água do mar atinja as membranas, dada a baixa tolerância ao cloro nessas membranas. Essa substância reage com o cloro e com outros oxidantes contidos na água do mar, como o oxigênio dissolvido, impedindo que eles atinjam as membranas e os danifiquem.

Além disso, o metabissulfito de sódio será adicionado, se necessário, no tanque de salmoura.

O equipamento consiste em dois tanques de acumulação-dissolução em PRFV de 1.000 litros de capacidade cada, com eletroagitador, válvula de isolamento, segurança e retenção, tubos de interconexão, acessórios e as correspondentes 2 + 1 bombas dosadoras, sendo um deles de reservar.

O uso de dois tanques para a dissolução do reagente facilita o funcionamento da planta, pois pode-se trabalhar com um tanque enquanto se prepara a solução de metabissulfito no outro. Os depósitos serão equipados com níveis locais, transmissores de nível e alarmes de nível alto e baixo. Os eixos e pás dos eletroagitadores serão construídos em aço inoxidável AISI 316.

A adição do produto será realizada antes dos filtros do cartucho para dar o máximo tempo possível de contato ao reagente químico. Além disso, um ponto de injeção adicional será instalado após os filtros do cartucho. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE, gaxetas viton e carter-bancada de ferro fundido. Eles serão ajustáveis de 10% a 100% de sua capacidade máxima. O regulamento é automático do painel para o qual cada bomba será fornecida com seu servomotor correspondente.

Após este equipamento e os filtros de cartucho, há um detector de ORP com gravação de alarme e painel, um medidor de pH com indicação de painel e alarmes por máximo e mínimo, com registro. Para garantir que nenhum oxidante chegue às membranas de OI.

O sistema de dosagem de metabissulfito de sódio estará localizado dentro de um tanque com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Tubos de dosagem de metabissulfito serão feitos de PVC-U.

Dosagem de cloreto férrico

Para a eliminação da matéria em suspensão e dos colóides presentes na água do mar, a dosagem de cloreto férrico será realizada, o equipamento foi projetado com uma dose de design de 5 mg/L.

Haverá dois tanques de acumulação construídos em GRP, com capacidade de 30 m³ cada. Os depósitos serão equipados com indicadores locais de nível e transmissor de nível e fornecerão alarmes de nível alto e baixo.

Os depósitos de cloreto férrico estarão localizados dentro de um tanque com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo em caso de quebra.

Haverá três bombas dosadoras (2+1), uma das quais será reserva. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE aderidas em elastômero, juntas de viton e carter-bancada de fundição. Estes serão ajustáveis de 10% a 100% da sua capacidade máxima. A regulação do dosador é automática a partir do painel de controle, para o qual eles são fornecidos com os servomotores correspondentes.

Para a transferência de cloreto férrico do meio de transporte para os tanques de armazenamento, será instalada uma bomba de transferência centrífuga 60 m³/h de fluxo.

O sistema de dosagem de cloreto férrico estará localizado dentro de um tanque com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Os tubos de dosagem de coagulante serão de PVC-U.

Dosagem de Dispersantes

Para evitar a precipitação, quando a água do mar é concentrada nas membranas, os sais de sulfato de cálcio, sulfato de estrôncio, fluoreto de cálcio e outros sais, um dispersante será doseado em uma dose de 1 mg / L cuja ação é evitar a formação de redes cristalinas dos sais, mantendo os íons em dispersão e permitindo que o limite dos produtos de solubilidade dos referidos sais seja excedido.

O equipamento consiste em 2 tanques de acumulação-dissolução em PRFV de 1000 litros de capacidade cada um dos quais aspirará as bombas de dosagem.

Haverá três bombas doseadoras (2+1), uma das quais será reserva. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE aderidas em elastômero, juntas de viton e carter-bancada de fundição. Estes serão ajustáveis de 10% a 100% da sua capacidade máxima. A regulação do dosador é automática a partir do painel de controle, para o qual eles são fornecidos com o servomotor correspondentes.

A adição do produto é realizada on-line e antes dos filtros do cartucho para fornecer o máximo tempo de contato possível. Um ponto de dosagem de dispersante adicional será instalado antes que a água filtrada entre nos filtros do cartucho.

O sistema de dosagem de dispersante estará localizado dentro de um tanque com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Os tubos de dosagem de cloreto férrico serão de PVC-U.

Dosagem de pó de carvão ativado

A dosagem de pó de carvão ativado é fornecida. O carvão ativado será armazenado em um silo de 1 m³ de capacidade. Dois injetores irão dosar o produto para a preparação de uma solução com água de serviço que será preparada em dois tanques de GRP de 1.000 L de capacidade cada. Cada tanque será equipado com um eletroagitador, isolamento, válvulas de segurança e retenção, indicador, interruptor de nível máximo e mínimo com alarme, tubos de interligação e acessórios.

A dosagem desta solução de carbono ativo será realizada por três bombas dosadoras, uma delas reserva. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE aderidas em elastômero, gaxetas viton e carter-bancada de ferro fundido. Estes serão ajustáveis de 10% a 100% da sua capacidade máxima. Os materiais da bomba serão seguidos por: caixas de PVC, polietileno assentos, membranas de PTFE adicionadas ao elastômero, gaxetas de viton e

leito de ferro fundido. Estes serão ajustados de 10% a 100%, dada a sua capacidade máxima AISI 316.

O sistema de dosagem de carbono ativo será instalado dentro de um recipiente secundário com capacidade suficiente para conter o volume total + 10%, em caso de quebra.

Os tubos do sistema de dosagem de carbono ativo serão feitos de polipropileno.

O sistema de dosagem de carbono ativo estará localizado dentro de um balde com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Os tubos de dosagem de carbono ativo serão de PVC-U.

2.4.6. Pré tratamento físico

Filtros Fechados

Para a eliminação de partículas presentes na água bruta, a água do mar será filtrada através de dois estágios de filtros de areia e antracito, como meio filtrante na proporção adequada.

A primeira etapa consiste em 26 filtros cilíndricos horizontais que serão dispostos, montados em paralelo, de forma que o fluxo seja distribuído entre todos eles no processo normal de operação. Cada filtro abriga dentro de uma placa de suporte equipada com os bicos correspondentes nos quais o leito de filtro de silício é colocado.

Os filtros serão construídos em FRP com barreira química de resina isoftálica ou em aço carbono de qualidade ST 44/2 ou similar internamente revestidos, com uma camada de neoprene ou borracha natural de 3 mm de espessura aplicada por autoclave.

Os filtros serão pintados externamente com tinta resistente aos raios UV. O arranjo dos filtros será horizontal cilíndrico com fundos bombeados.

Uma vez que o fluxo de passagem através de um filtro cai 80% do fluxo normal de trabalho, ele será lavado passando o fluxo de trabalho através dos outros filtros em serviço.

Os filtros são 3,4 m. de diâmetro e 14 m de comprimento cilíndrico, o que equivale a uma superfície de filtragem eficaz de 46,81 m² por filtro. A velocidade de filtragem é de 6,9 m / h no máximo. Os filtros serão equipados com os bueiros necessários para inspeção e manutenção, eles também transportarão drenos, respiros e a instrumentação correspondente, bem como o conjunto de válvulas automáticas necessárias para realizar as operações de lavagem e comissionamento de maneira totalmente automática. Se o operador assim o desejar, a lavagem pode ser feita de forma semi-automática,

decidindo a partir do painel cada um dos passos a serem executados. Você também pode alterar os tempos de cada uma das fases de lavagem e entrar no nível de programação, alterar o sistema de lavagem.

Os bicos do filtro são estudados de tal forma que a fuga do filtro é evitada e a perda de carga é mínima. Existem instalados no total de 50 bicos por metro quadrado de superfície filtrante. Os bicos são feitos de material plástico resistente à água do mar e não degradáveis por este.

Os filtros apresentarão 3 camadas de filtro com as seguintes características:

✓ 1ª capa: Material da camada superior	Antracita
Altura da camada superior	0,6 m
Altura efetiva da camada superior	1,9 mm
Coefficiente de uniformidade	1,4
Poder de corte do material	226 micras
✓ 2ª camada: Material da camada superior	Silex
Altura da camada superior	0,5 m
Altura efetiva da camada superior	0,6 mm
Coefficiente de uniformidade	1,45
Poder de corte do material	93 micras
✓ 3ª camada: Material da camada superior	Silex
Altura da camada superior	0,3 m
Altura efetiva da camada superior	2,0 mm
Coefficiente de uniformidade	1,7
Poder de corte do material	309 microns

O segundo estágio consiste em 14 filtros cilíndricos horizontais que serão dispostos, montados em paralelo, de forma que o fluxo seja distribuído entre eles no processo normal de operação. Cada filtro abriga dentro de uma placa de suporte equipada com os bicos correspondentes nos quais o leito de filtro de sílicio é colocado.

Os filtros serão construídos em FRP com barreira química de resina isoftálica ou em aço carbono de qualidade ST 44/2 ou similar internamente revestidos, com uma camada de neoprene ou borracha natural de 3 mm de espessura aplicada por autoclave.

Os filtros serão pintados externamente com tinta resistente aos raios UV. O arranjo dos filtros será horizontal cilíndrico com fundos bombeados.

Uma vez que o fluxo de passagem através de um filtro cai 80% do fluxo normal de trabalho, ele será lavado passando o fluxo de trabalho através dos outros filtros em serviço.

Os filtros são 3,4 m. de diâmetro e 14 m de comprimento cilíndrico, equivalente a uma superfície de filtração eficaz de 50,36 m² por filtro. A velocidade de filtração em operação normal é de 11,4 m/h, e em situação de lavagem de 12,3 m/h no máximo. Os filtros serão equipados com os poços de visita necessários para inspeção e manutenção, também transportarão drenos, respiros e a instrumentação correspondente, bem como o conjunto de válvulas automáticas necessárias para realizar as operações de lavagem e comissionamento de maneira totalmente automática. Se o operador desejar, a lavagem pode ser feita de forma semi-automática, decidindo a partir do painel cada um dos passos a serem realizados. Você também pode alterar os tempos de cada uma das fases de lavagem e entrar no nível de programação, alterar o sistema de lavagem.

Os bicos do filtro são estudados de tal forma que a fuga do filtro é evitada e a perda de carga é mínima. Há um total de 52 bicos instalados por metro quadrado de superfície filtrante. Os bicos são feitos de material plástico resistente à água do mar e não degradáveis por este.

Os filtros apresentarão 2 camadas filtrantes das seguintes características:

✓ 1ª camada: Material da camada superior	Silex
Altura da camada superior	0,5 m
Altura efetiva da camada superior	0,3 mm
Coefficiente de uniformidade	1,4
Poder de corte do material	46 microns
✓ 2ª camada: Material da camada superior	Silex
Altura da camada superior	0,3 m
Altura efetiva da camada superior	2,0 mm
Coefficiente de uniformidade	1,7
Poder de corte do material	309 microns

Antes e depois de cada etapa de filtração, serão instaladas amostras para a medição da SDI da água, a fim de determinar a eficiência da filtração e a qualidade da água antes de entrar nas membranas.

Lavagem de Filtros Fechados

Os filtros serão lavados com água da rejeição de membranas (salmoura). Para isso, duas bombas centrífugas estarão disponíveis, uma das quais é uma bomba de reserva. O conjunto de filtros de lavagem será colocado no dispositivo do processo.

O fluxo das bombas será de 2.298 m³/h a uma pressão de descarga de 2,3 barg. Os materiais do corpo, rotores e eixo devem ser de aço super duplex qualidade PREN > 40. O uso de rejeição de membranas para lavagem de água implica economia de energia e produtos químicos.

Além da água de lavagem usando as bombas descritas, estarão disponíveis dois ventiladores de 2.340 Nm³ / h, um em operação e o outro em reserva. A inclusão do grupo soprador permite garantir uma lavagem eficaz, bem como uma economia notável na água de lavagem. O grupo de sopro tem seu filtro de ar correspondente, silenciador de ruído, válvulas de segurança e isolamento, bem como as seções do tubo com medidores de pressão e acessórios correspondentes. Os tubos de água e ar das lavagens serão de poliéster reforçado com fibra de vidro.

O fluxo de água de lavagem será controlado por uma válvula de controle localizada no coletor de água de lavagem para os filtros, apenas na descarga das bombas de água de lavagem. Para a medição do fluxo de água de lavagem, um medidor de vazão instalado no coletor de descarga da bomba estará disponível.

O deslocamento dos filtros, após lavagem com salmoura, será realizado com água do mar acionada pelas bombas de água do mar, o fluxo de deslocamento será controlado com uma válvula de controle.

Os filtros do primeiro e segundo estágio não serão lavados ao mesmo tempo.

Filtros de cartucho

O processo de filtragem consistirá em 8 filtros de cartucho, embutidos em PRFV.

Os filtros de cartucho serão equipados com cartuchos de polipropileno de filtração em profundidade com um poder de corte de 10 microns absolutos, 5 nominais e com uma eficiência na remoção de partículas de 99,6% e uma razão beta de 5.000.

Antes e depois dos filtros de cartucho, serão instaladas tomadas de amostra para medir a SDI da água, a fim de determinar a eficiência da filtragem e a qualidade da água antes de entrar nas membranas.

Os tubos e os coletores de entrada e saída dos filtros passam a ser de poliéster reforçado com fibra de vidro PN-10.

2.4.7. Osmose Inversa

O projeto projetado corresponde a uma etapa de osmose formada por um estágio com uma conversão de 45% em quatro linhas de produção unitária de projeto de 21.665 m³/h.

A análise da água do mar usada para realizar as projeções de membrana difere da análise de água bruta

mostrada na seção sobre dados iniciais. As diferenças entre as duas análises devem-se ao fato de que a análise da água para as membranas contempla não apenas o pré-tratamento químico, descrito em seções anteriores, mas também a mistura de água do mar nos sistemas de troca de pressão com a salmoura. O uso de sistemas de troca de pressão provoca um aumento na salinidade da água do mar na entrada dos quadros. Por estas razões, a análise usada para realizar as projeções de membrana mostra uma concentração de sais dissolvidos maior do que a da análise da água do mar bruta do projeto. A figura abaixo mostra a análise da água do mar usada nas projeções de membranas.

ANÁLISE DA ÁGUA BRUTA PARA DESENHO DAS MEMBRANAS

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ	0,0	U.N.F.	PH	7,22	
CQR	0,0	Pt-Co	CONDUTIBILIDADE	60.269,17	µmhos/cm.
ODOR	0,0	TON	T.D.S.	40.152,66	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	125,51	ppm CO3Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	6.583,44	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/l	ELEMENTO	mg/L	meq/l
Ca++	518,72	25,88	SO4=	4.283,64	89,19
Mg++	1.284,51	105,67	Cl-	21.002,11	592,39
Na+	12.450,74	541,55	CO3H-	148,43	2,43
K+	431,80	11,04	F-	0,31	0,02
Ba++	0,02	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	5,24	0,12	I-	0,00	0,00
Fe++	0,00	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,31	0,02	NO3-	11,00	0,18
Ag+	0,00	0,00	CO3=	2,26	0,08
Mn++	0,00	0,00	PO4=	0,00	0,00
Zn++	0,00	0,00	S=	0,00	0,00
Cu++	0,00	0,00	SiO2 (coloidal)	0,04	0,00
Al+++	0,00	0,00	SiO2 (soluble)	8,43	0,14
Fe+++	0,00	0,00	CO2	5,99	0,14
H+		0,00	OH-		0,00
TOTAL	14.691,34	684,28	TOTAL	25.456,18	684,28

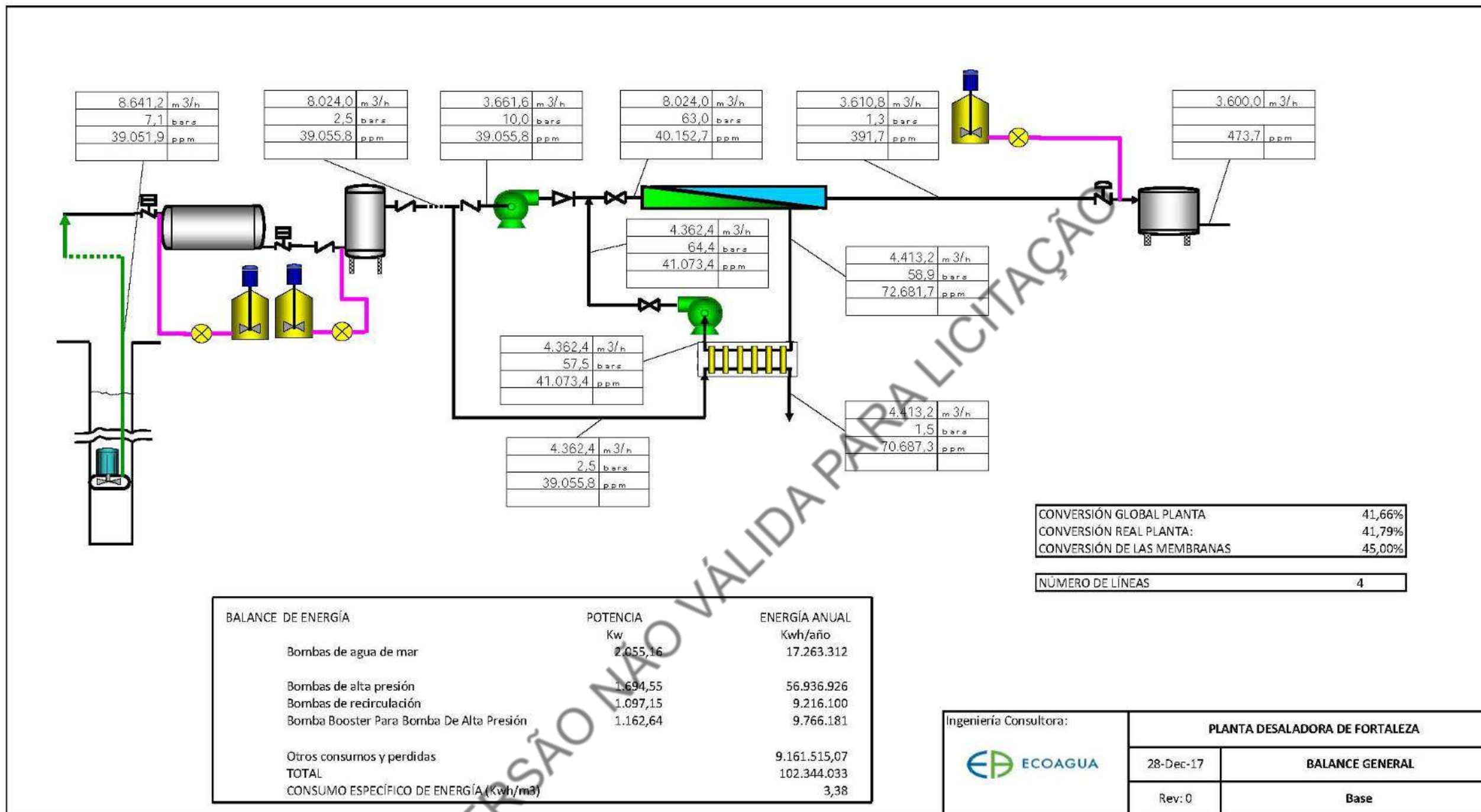
OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	0,04
Cádmio	0,00	DQO	0,10
Bário	5,14	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	0,21

Para determinar a produção do processo de osmose, projeções de membrana foram feitas para as duas temperaturas de projeto (22°C e 30°C), com membranas limpas e sujas para ambas as temperaturas, as projeções de membrana estão anexadas no Anexo 16.3. O desenho do projeto foi realizado considerando as piores condições das projeções de membrana, tanto na pressão quanto na qualidade da água produzida, de modo que a operação correta seja garantida em toda a faixa de temperatura e para qualquer condição da membrana.

O projeto foi realizado considerando que os fluxos de permeado não são altos e as taxas de rejeição não são baixas, o que poderia criar problemas de incrustação excessiva, especialmente na primeira e última membrana dos módulos.

O desenho do saldo de fluxos e salinidades é mostrado a seguir.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



CONVERSIÓN GLOBAL PLANTA	41,66%
CONVERSIÓN REAL PLANTA:	41,79%
CONVERSIÓN DE LAS MEMBRANAS	45,00%
NÚMERO DE LÍNEAS	4

BALANCE DE ENERGÍA	POTENCIA Kw	ENERGÍA ANUAL Kwh/año
Bombas de agua de mar	2.055,16	17.263.312
Bombas de alta presión	1.694,55	56.936.926
Bombas de recirculación	1.097,15	9.216.100
Bomba Booster Para Bomba De Alta Presión	1.162,64	9.766.181
Otros consumos y pérdidas		9.161.515,07
TOTAL		102.344.033
CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGÍA (kwh/m ³)		3,38

Ingeniería Consultora: 	PLANTA DESALADORA DE FORTALEZA	
	28-Dec-17	BALANCE GENERAL
	Rev: 0	Base

Bombeamento de alta pressão, bombeamento de reforço de potência, bombeamento de recirculação e recuperação de energia

O grupo de bombeamento de alta pressão tem a missão fundamental de fornecer a pressão necessária para superar a pressão osmótica da água do mar e as perdas de pressão do sistema.

Um grupo de bombas motoras será instalado para cada quadro. As bombas de alta pressão serão bombas de alto desempenho construídas em aço de qualidade superduplex PREN>40.

O bombeamento de alta pressão consiste em 4 unidades de bombas centrífugas de 915 m³/h de capacidade unitária e TDH = 542,6 m.c.l.

Serão igualmente instaladas 4 bombas de recalque para bombas de alta pressão com um variador de velocidade de 915 m³/h e TDH = 83,37 mcl, sendo a qualidade dos materiais utilizados na bomba de reforço igual à dos a bomba de alta pressão.

Para a recuperação da energia da salmoura rejeitada a partir da primeira etapa, serão utilizados sistemas de troca de pressão (SIP), pois apresentam os melhores desempenhos em termos de recuperação de energia dos diferentes sistemas existentes no mercado. Neste caso, cada linha consistirá de um sistema de troca de pressão que consistirá de 18 trocadores. Um dos trocadores é reserva, mesmo que esteja em operação normal, pois se um dos 18 trocadores parar de funcionar, o sistema poderá continuar trabalhando com 17 sem problema.

No coletor de alimentação de salmoura para o SIP, haverá um transmissor de pressão e um medidor de condutividade. Um medidor de vazão e um transmissor de pressão serão instalados no coletor de entrada de água do mar de baixa pressão para os sistemas de recuperação de energia. A água do mar, na saída do SIP, terá adquirido uma pressão de 57,5 bar, entrando na sucção das bombas de recirculação. Um medidor de vazão, um medidor de condutividade e um transmissor de pressão serão instalados na sucção das bombas de recirculação.

Na saída dos sistemas de recuperação de energia, 4 bombas de recirculação serão instaladas, equipadas com um variador de velocidade, o que aumentará a pressão de saída da água do mar dos SIPs até a pressão de entrada da membrana necessária. materiais utilizados na bomba de recirculação iguais aos da bomba de alta pressão. Estas bombas serão de alto desempenho e terão um fluxo unitário de 1.090,6 m³/h com um T.D.H. de 68,5 m.c.l.

Os tubos de sucção das bombas de alta pressão devem ser de poliéster reforçado com fibra de vidro. Os tubos de descarga da bomba, a entrada para os sistemas de recuperação de energia e as bombas de

entrada e saída para recirculação devem ser de aço de qualidade superduplex PREN> 40. Na aspiração de cada grupo motor de alta pressão da bomba, será colocado um pressostato de baixa pressão que produzirá alarme e registro no sistema de controle, parando a bomba com baixa pressão de sucção. Da mesma forma, um transmissor de fluxo de água do mar será colocado na sucção da bomba, para registro e indicação de alarme devido ao fluxo muito baixo produzido pela bomba.

Um manômetro, uma válvula de retenção, uma válvula automática e um transmissor de pressão estarão disponíveis no acionamento das bombas de alta pressão.

Na descarga da bomba de recirculação, um transmissor de pressão, uma válvula de retenção e uma válvula motorizada serão instaladas. O acionamento desta bomba será anexado ao acionamento da bomba de alta pressão antes de enviá-la para a entrada do chassi do primeiro degrau da osmose inversa.

A regulação do fluxo total de água do mar da alimentação da estrutura é realizada pela bomba de alimentação para a bomba de alta pressão e a bomba de recirculação, para a qual o motor dessas bombas terá um variador de velocidade.

O conjunto de medidores de vazão e medidores de condutividade mencionados será usado para controlar a operação de sistemas de recuperação de energia e a eficiência da recuperação de energia.

Os rolamentos de todas as bombas terão sondas de temperatura, bem como sondas de temperatura para os enrolamentos do motor.

Bastidores de osmose inversa

O processo de osmose inversa consiste em 4 quadros de membrana de um estágio cada. Cada quadro tem 12 linhas e 20 colunas, onde serão instalados 226 tubos de pressão, deixando 14 recessos livres para os tubos. Cada tubo tem capacidade para alojar 7 membranas, pelo que o número total de membranas instaladas por 1582. As membranas são alimentadas por tubos horizontais comuns a duas fileiras de membranas. Dois coletores verticais alimentam todos os tubos horizontais.

A planta foi projetada considerando a instalação de membranas de poliamida aromática com uma rejeição de sais de 99,75%, em enrolamento espiral, de 440 pés de área de membrana ativa, o fluxo do sistema é menor a 14 lmh.

7 membranas deste tipo estão dispostas por recipiente ou tubo de pressão. Os tubos de pressão serão de GRP, marca reconhecida e testada em plantas similares, e projetada de acordo com ASME X. As conexões de água do mar e salmoura serão multiportas.

odos os tubos de pressão serão instalados em uma estrutura de aço carbono, pintada com epóxi, capaz de suportar 230 tubos de pressão.

O permeado obtido em cada tubo de pressão é levado a um coletor horizontal que transporta a água permeada para os coletores verticais. Os coletores verticais estarão localizados no lado oposto das conexões de fornecimento de água do mar para os tubos de pressão.

O permeado, finalmente, será enviado ao coletor geral que o levará ao reservatório de água do produto, passando previamente pelo pós-tratamento.

Na saída de permeado de cada tubo de pressão, um sistema será instalado para poder fazer uma medição de vazão produzida por cada tubo de pressão e, além disso, a salinidade de cada membrana dentro do tubo de pressão pode ser amostrada pela introdução de um tubo de pressão de amostragem. Tudo isso permitirá ter uma idéia do estado de funcionamento das membranas instaladas nos tubos de pressão e nos interconectores. Por outro lado, uma amostra do permeado será instalada para cada tubo de pressão, que será levado para um painel de amostragem geral. Este painel é instalado em um lado do quadro correspondente. No referido painel e por ligações rápidas de ficha, será possível ter uma medida da condutividade da água permeada de cada tubo de pressão, sendo este um parâmetro indicativo do estado de deterioração ou incrustação das membranas.

Os tubos de abastecimento do O.I. Eles serão de aço inoxidável superduplex PREN>40. As saídas de salmoura das prateleiras também serão do mesmo material. Os coletores de permeado, as conexões de permeado dos tubos de pressão e a tubulação de permeado são feitos de PRFV ou PP (dependendo do diâmetro) até o coletor para o tanque de produto.

A conexão entre os tubos de pressão e seus respectivos tubos de água do mar e salmoura de alta pressão é por meio de juntas do tipo Victaulic. As conexões para o permeado serão roscadas.

[Equipamento de limpeza química e deslocamento de membranas](#)

Quando uma contaminação apreciável das membranas é atingida, ou uma limpeza química das membranas é necessária devido a algum tipo de poluição na água do mar bruta, este equipamento será usado. O equipamento consiste em um depósito de acumulação de 110 m³ em que se dissolve, com água permeada do depósito de permeado, o reagente apropriado para eliminar a sujidade produzida. A agitação será realizada por meio de duas bombas agitadoras. O tanque de limpeza será equipado com uma resistência elétrica de aquecimento, um medidor de temperatura e um alarme para o nível máximo e mínimo. O depósito será construído em PRFV.

Uma vez que a solução de limpeza química tenha sido feita, ela será aspirada por duas bombas centrífugas que a enviarão para uma das estruturas de osmose para a limpeza química de suas membranas. Duas bombas centrífugas de limpeza química serão instaladas. Os materiais das bombas em contato com a água serão AISI 316. As bombas possuem válvulas de isolamento e retenção, manômetro e tubos de interligação PRFV, assim como um medidor de vazão.

A solução química passará por um filtro de cartucho antes de sua chegada ao quadro, a fim de eliminar pequenas partículas de reagente que possam permanecer não dissolvidas. Este filtro é do mesmo tipo daqueles usados no pré-tratamento da água do mar, os cartuchos do filtro serão intercambiáveis com os do pré-tratamento. O filtro é equipado com válvulas de isolamento, manômetro de entrada e saída.

A solução é introduzida no tubo de fornecimento da estrutura correspondente, por trás da válvula de isolamento da mesma, que neste momento será fechada. Passa pelos tubos de pressão limpando as membranas a baixa pressão, com a qual a maior parte da solução virá da rejeição dos tubos de pressão junto com os precipitados dissolvidos e pequenas partículas que arrastam e que constituíram a sujeira das membranas. Esta solução de saída é trazida de volta ao tanque de limpeza.

A linha de permeado deixará uma pequena quantidade de solução química através de um tubo, voltado para o tanque de limpeza, como rejeição, formando um circuito fechado de limpeza.

Ao realizar limpezas químicas, o circuito fechado da estrutura e o equipamento de limpeza devem ser isolados, para que válvulas com chaves limitadoras e acessórios estejam disponíveis para esse fim.

A limpeza periódica das membranas é um processo necessário desde o ponto de vista de conservação dos mesmos, bem como de bom funcionamento do processo.

Os produtos químicos a serem utilizados na limpeza das membranas são vários e dependem principalmente de dois fatores, um deles é o tipo de sujeira que ocorreu, e outro é o tipo e fabricante de membranas que foi instalado. Portanto, as instruções concretas e os produtos de concreto a serem utilizados serão definidos nas fases de construção e teste, de acordo com o fabricante da membrana selecionada.

Sempre que houver uma parada prolongada em qualquer uma das linhas de osmose inversa, é necessário deslocar a água do mar e a salmoura com água permeada em: as bombas de alta pressão, as bombas de recirculação, os sistemas de troca pressão, tubulações, tubulações de pressão e membranas.

Se o enxágue não for realizado, o equipamento de bombeamento e os canos poderão sofrer corrosão e nas membranas poderão ocorrer precipitações que os danificariam significativamente.

A água permeada destinada a este processo é retirada do reservatório de água permeado.

Para o deslocamento, será utilizada uma bomba centrífuga com as mesmas características das bombas de limpeza química. A sucção da bomba de deslocamento e a sucção das bombas de limpeza química serão conectadas ao tanque de limpeza e ao tanque de permeado.

O tanque de água permeada será de GRP e terá uma capacidade de 200 m³ para água permeada. Ele será equipado com boias de nível alto e baixo, um transmissor de nível, tubos de derivação para transbordamento, drenagem e entrada e saída de água permeada.

A injeção de água de enxágue nas linhas de tratamento é verificada na sucção das bombas de alta pressão e na sucção das bombas de recirculação, sendo fechada a válvula automática correspondente na linha principal e a válvula que dá acesso à linha principal aberta deslocamento da linha submetida a este processo.

A mistura de água do mar e/ou salmoura com a água de lavagem sairá através do tubo de salmoura dos sistemas de troca de pressão para a drenagem geral da instalação. O processo de lavagem terminará quando a condutividade da água de saída for inferior a 2000 ohms/cm.

2.4.8. Pós tratamento

A água permeada na saída dos racks de osmose deve ser tratada através de uma série de processos em um pós-tratamento para alcançar as condições de qualidade requeridas em termos de pH, índice de Langelier, cloro e flúor.

O pós tratamento consistirá dos seguintes tratamentos: dosagem de CO₂, dosagem de hidróxido de cálcio, dosagem de fluorossilicato de sódio e dosagem de hipoclorito de sódio.

Dosagem de CO₂

O equipamento de dosagem de CO₂ consiste em dois tanques de armazenamento com capacidade de 40 toneladas. O CO₂ é armazenado em forma líquida em tanques isolados, a -20 °C/ 20 Kg/cm². O tanque de armazenamento será equipado com todos os controles de nível, regulagem de pressão e dispositivos de segurança.

Desde o tanque, o CO₂ é decantado na forma líquida, vaporizado e trazido à temperatura ambiente por um evaporador elétrico. O tanque de armazenamento de CO₂ e a montagem do vaporizador estarão localizados em um compartimento aberto e cercado.

O CO₂ vaporizado será conectado ao painel de controle correspondente para permitir a expansão,

medição e regulação do dióxido de carbono com base no fluxo de dosagem de CO₂ e no pH da água a ser tratada. O equipamento de controle consistirá de uma linha de gás de aço estendido, válvulas, redutor de expansão, rotâmetro medidor de fluxo, válvulas de regulagem, manifold, válvulas de injeção, medidor de pH e sistema de injeção de CO₂. O CO₂ será injetado no tubo de água permeado antes da dosagem de hidróxido de cálcio.

Dosagem de hidróxido de cálcio

A instalação prevista para a dosagem de hidróxido de cálcio, consiste em:

- ✓ Dois (2) silos, de volume 100 m³, com quebra-abóbadas, para o armazenamento de hidróxido de cálcio.
- ✓ Dois (2) parafusos de dosagem de hidróxido de cálcio, com variador de frequência, de modo a regular a quantidade de cal a ser adicionada no tanque de preparação de lamas em função do fluxo de permeado obtido.
- ✓ Duas (2) cubas de Preparação de pasta de cal, de 7,10 m³ de capacidade, para a preparação de hidróxido de cálcio a uma concentração de 50 g/l em contínuo, equipada com eletroagitador.
- ✓ 4 + 1 bombas de dosagem de cal de alimentação.

Dosagem de fluorossilicato de sódio

Prevê-se a dosagem de fluorossilicato de sódio, para cumprir o regulamento estabelecido relativo ao teor de flúor na água potável.

Para este propósito, dois tanques de fluorossilicato de 1 m³, cada um de capacidade, construído em GRP, equipado com transmissor de nível, chaves de nível alto e baixo, drenagem, tubos de interconexão e outros acessórios, foram fornecidos.

A injeção de fluorossilicato é realizada por três bombas dosadoras (2 + 1), uma das quais é uma reserva, do tipo de deslocamento positivo. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE, gaxetas viton e carter-bancada de ferro fundido. O fluxo nominal das bombas é ajustável entre 10% e 100%, a regulagem é automática, com operação a partir do painel de controle, para o qual as bombas dosadoras serão fornecidas com os servomotores correspondentes.

As tubulações de dosagem de fluorossilicatos serão de PVC-U.

Dosagem de hipoclorito de sódio

Dois tanques de 1 m³ de PRFV serão instalados para a dosagem de hipoclorito no pós-tratamento, com

transmissor de nível, alarmes de nível alto e baixo e outros acessórios.

A injeção de hipoclorito no produto água é realizada por três bombas dosadoras (2 + 1), uma das quais é uma reserva, do tipo de deslocamento positivo. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, assentos de polietileno, membranas de PTFE, juntas de vitón e carter-bancada de fundição. O fluxo nominal das bombas é ajustável entre 10% e 100%, a regulagem é automática, com operação a partir do painel de controle, para o qual as bombas dosadoras serão fornecidas com os servomotores correspondentes.

Os tubos de dosagem de hipoclorito serão de PVC-U.

2.4.9. Serviços Auxiliares

Sistema de ar de instrumentos e serviços

Ambas as válvulas de controle e de tudo são fornecidas com acionamento elétrico, de modo que o sistema de ar será projetado apenas para instrumentação e serviços.

Serão instalados dois compressores de ar para instrumentação e serviços, com tanque de ar comprimido e dotados de resfriamento a ar, separador de óleo, purga automática e secadores.

O tipo de compressor é de dupla ação, ou rosqueado com óleo, trabalhando a 8 Kg / cm² de pressão. Terá um tanque de acumulação.

A operação dos compressores é a seguinte:

- ✓ O compressor entra na carga automaticamente quando a pressão de ar baixa predeterminada é atingida.
- ✓ O compressor para automaticamente quando a pressão alta pré-ajustada no acumulador é atingida.

Planeja-se instalar uma rede de ar de instrumentos e serviços que atinja os pontos necessários, instalando as armadilhas e demais acessórios necessários para o correto funcionamento da instalação.

Sistema de água de serviço

Para fornecer água de serviço na usina, um grupo de pressão que consiste em um tanque de acumulação pressurizado a 10 bar de capacidade de 4 m³ com as partes em contato com a água de aço AISI 316 L e dois (1+1) será instalado.) bombas multicelulares. O fluxo de água de cada bomba será de 10 m³/h, a uma pressão de 6 bar, eles serão construídos em AISI 316 L. Uma rede de água de serviço estará

disponível em toda a fábrica, construída em PEAD.

Equipamento de elevação e transporte

Para as operações de manutenção das motobombas de alta pressão, as bombas booster e de recirculação da bomba BAP, uma ponte rolante será montada no prédio do processo e com uma trajetória de comprimento total desses equipamentos.

Para as operações de manutenção das bombas de água do mar, um guindaste de ponte será instalado no edifício de admissão e com um percurso de comprimento total das bombas.

Além disso, um guincho será instalado para trocar cartuchos de filtros.

Escadas e plataformas

As plataformas e escadas necessárias estarão disponíveis para ter acesso a todos os elementos de operação, medição e controle, como equipamentos, instrumentação, válvulas e outros. Em particular, qualquer local da instalação que deve ser submetido a uma visita periódica pelo pessoal de manutenção ou pelo pessoal de operação, terá um acesso fácil e seguro.

As escadas vão ter corrimãos e manter os pés em ambos os lados nos lugares que exigem isso. As plataformas devem ter trilhos, que devem ter uma altura mínima de 1,1 metros e devem incorporar os elementos necessários para serem removíveis para manutenção nas áreas que exigem. O cruzamento de dutos aéreos em locais de passagem, em altura livre inferior a 2,00 m, será evitado. As estruturas das escadas e corrimões podem ser feitas de FRPV, aço pintado ou AISI-316.

As plataformas e bandejas Tramex serão de poliéster, aço galvanizado ou aço inoxidável e serão divididas em seções que permitem sua desmontagem para manutenção.

Todos os suportes e fixadores necessários estarão disponíveis. Todos os elementos serão projetados para suportar o peso dos operadores, ferramentas e partes da instalação que podem ser colocados durante a montagem, manutenção e revisões periódicas.

Sistema contra incêndios

O sistema de incêndio será composto por um conjunto de extintores fixos estrategicamente localizados nas instalações e complementados com extintores de incêndio portáteis em quantidade e qualidade suficientes para atacar os incêndios que possam surgir.

Além disso, a instalação terá um sistema de detecção, que consistirá basicamente de um monitoramento e controle central. A esta central estão ligados os diferentes botões manuais,

campainhas de alarme e detectores. Estes últimos do tipo adequado de acordo com o local de posicionamento e a qualidade que deve ser observada (fumaça, gases, chamas ou calor), de tal forma que a máxima rapidez na detecção de um possível incêndio seja assegurada. Tudo isso de acordo com os regulamentos aplicáveis e as exigências da indústria.

Evacuação de salmoura

A salmoura proveniente da rejeição de membranas, depois de ter passado pelo sistema de troca de pressão, será enviada para o tanque de salmoura e daí para o mar através do emissor.

Laboratório e oficinas

O laboratório e as oficinas terão os equipamentos e instrumentos necessários para a correta supervisão e controle do processo.

Peças de reposição

Peças de reposição recomendadas para um ano de operação estão incluídas.

2.4.10. Gestão de efluentes e resíduos

Como os sistemas de tratamento de efluentes serão previstos:

- ✓ Neutralização dos reagentes do tanque de limpeza química no mesmo tanque
- ✓ A mistura da água proveniente da lavagem dos filtros fechados com a salmoura, antes de sua descarga para o mar pelo emissário submarino, para reduzir a concentração de sólidos em suspensão e cumprir a legislação vigente.
- ✓ Drenos da planta serão conduzidos para o tanque de salmoura para a seção de descarga, onde uma dose de metabissulfito de sódio é planejada para a neutralização do possível cloro contido nos drenos.
- ✓ Resíduos industriais: óleos, sólidos, reagentes químicos, etc. serão adequadamente classificadas e levadas a empresas autorizadas para coleta e tratamento.
- ✓ Tratamento de águas residuais: considerando um consumo de água de 150 l / pessoa/dia, um máximo de 40 pessoas e que 80% do total de água consumida corresponderá a águas residuais tratáveis, durante a fase de operação do Projeto 4 será gerado 8 m³/dia de águas residuais tratáveis. As águas residuais da usina de dessalinização serão coletadas por um sistema de esgoto e, em seguida, tratadas em uma estação de tratamento modular do tipo lodo ativado (PTAS), que terá capacidade suficiente e será mantida periodicamente por uma empresa autorizada a fazê-lo.

2.4.11. Sistema elétrico

2.4.12. Subestação da planta de dessalinização

A planta de dessalinização terá fornecimento de energia elétrica através de uma subestação transformadora principal com potência de 15 MVA numa tensão de 69 kV, que será rebaixada para níveis de 13,8 kV e 6,6 kV.

O ponto limite da bateria será a entrada para a subestação na célula de entrada de média tensão da usina de dessalinização. A partir deste ponto todos os equipamentos e elementos necessários serão instalados para o fornecimento de energia elétrica dos consumidores da planta de dessalinização.

Uma estação de distribuição e transformador será instalada em um simples barramento de média tensão, de onde os diferentes transformadores de potência serão alimentados. Os centros de transformação e equipamentos elétricos serão previstos o mais próximo possível do consumo, a fim de minimizar as facilidades de B.T.

Para a entrada da subestação, será construída uma via de acesso. Seu perímetro terá uma cerca, que impedirá o acesso a qualquer pessoa fora das instalações durante a construção e, posteriormente, na operação. A subestação estará dentro do setor do local da usina de dessalinização.

2.4.13. Características da instalação

A instalação será preparada para operar com um fator de potência geral maior que 0,98. Para este propósito, um sistema de compensação de potência reativa será instalado através de um banco de capacitores, regulado automaticamente.

A frequência do sistema elétrico é de 60 Hz. Os seguintes níveis de tensão serão estabelecidos para a instalação de energia:

- ✓ Subestação principal: Alimentação de Alta Tensão, 69 kV, 3 fases;
- ✓ Distribuição em média tensão: Realizada a 13,8 kV e 6,6 kV, três fases, quatro fios.
- ✓ Distribuição de baixa tensão: Realizada em 380/220 V, sistema trifásico, quatro ou cinco fios (dependendo do caso), com sistema de aterramento TT. A instalação deve atender pelo menos a IEC 60364, levando em conta que a instalação é um local úmido.
- ✓ Controle e controle em média tensão. O nível de tensão para os circuitos de controle e controle das células de média tensão será de 125Vcc, por carregador / retificador de bateria.

Os requisitos de distorção harmônica de correntes e voltagem injetada na rede indicada na Norma IEEE-Std serão atendidos. 519-1992, em toda a faixa de operação do sistema. O projeto deve contemplar o

equipamento necessário para a mitigação harmônica.

2.4.14. Transformadores

A potência dos transformadores foi calculada sem levar em conta a instalação de capacitores que melhoram seu desempenho, pelo nível de harmônicos que devem suportar.

A margem de reserva dos transformadores é de 20% no mínimo na demanda simultânea máxima em operação normal.

Os transformadores foram projetados de acordo com os padrões IEC 76, IEC 726 ou ANSI C57.12. Os níveis de ruído estarão em conformidade com o que é declarado no padrão IEC 551.

Transformadores de potência maiores que 4000 kVA serão do tipo resfriado a óleo, aqueles com potência menor ou igual serão do tipo hermético, isolamento seco ou preenchimento integral de óleo (para potências menores de 2500kVA).

Todos os transformadores serão trifásicos, 60 Hz, grupo de conexão Dyn11. Adequado para serviço interno ou externo em ambientes salinos e tropicais, e serviço contínuo a plena carga.

Eles terão 5 tomadas de regulação sob cobertura no lado de alta tensão ($\pm 2.5\%$; $\pm 5\%$). Os transformadores com saída em B.T terão troca de torneiras sem tensão.

2.4.15. Outros sistemas

Os seguintes sistemas elétricos serão incluídos:

- ✓ Células de média tensão
- ✓ Centros de controle de motores
- ✓ Motores
- ✓ Variadores de frequência
- ✓ Rede de aterramento
- ✓ Baterias de condensadores
- ✓ Sistema de corrente contínua
 - Sistema de corrente contínua segura
 - Grupo geração de emergência
 - Iluminação interior e exterior
 - Tomadas de corrente
 - Cabos
 - Bandejas e conduítes

2.4.16. Sistema de controle

O Sistema de Controle de Processos será através de um Sistema de Controle Distribuído (SCD) no qual haverá diferentes gabinetes de concentração de sinais com placas de O/I distribuídas em toda a planta de dessalinização, duas PCUs com redundância real, as estações de trabalho, o software associado e as redes de comunicação entre os diferentes elementos.

O equipamento deve atender a todos os requisitos dos padrões de compatibilidade eletromagnética IEC 61000-4-2, 61000-4-3, e 61000-4-4.

O sistema de supervisão e controle proposto consiste nos seguintes níveis de controle:

- ✓ Nível zero, ou nível de aquisição de dados e controle local. Este nível corresponderia à instrumentação e controle de campo.
- ✓ Primeiro nível ou controle sequencial que corresponde aos controladores (CLPs) da planta. Suas funções são:

- Aquisição de dados (leitura das variáveis analógicas e estados do equipamento)
- Geração de eventos e alarmes (dependendo das entradas do Processo e das variáveis analógicas medidas)
- Vigilância de intertravamentos e sequências de operação (com geração de alarmes em situações não compatíveis)
- Iniciar/parar, abrir/fechar o equipamento. Com vigilância dos intertravamentos. Estes comandos podem ser executados de acordo com o programa interno do CLP ou dependendo de uma ordem do sistema de supervisão central.
- Laços de regulação

Este nível funciona de forma autônoma, isto é, funciona mesmo sem comunicação, tomando suas próprias decisões programadas.

O resto dos controladores de zona seria instalado o mais próximo possível dos elementos de transmissão de sinal. O controlador central e a periferia da zona distribuída são comunicados via Ethernet via anel de fibra óptica.

- ✓ Segundo nível, ou SUPERVISÃO, este nível é realizado na sala de controle nos PCs de supervisão, onde o software de supervisão está localizado no sistema operacional Windows. A partir deste nível você pode:
 - Visualizar todos os elementos do campo (estados, valores analógicos, ...)
 - Visualizar dados históricos (tendências, alarmes, ...)
 - Mudança de dados, slogans ou parâmetros de processo
 - Pedido remoto para equipe de campo

- Geração de Relatórios
- Equipamento e sistemas de informação (diagramas elétricos, folha de incidentes, ...) através de link com o aplicativo de gerenciamento.

A instalação terá sua própria sala de controle, onde as estações de operação e engenharia e os servidores serão instalados.

Nas estações de operação e engenharia, estará disponível a interface gráfica (IHM), criada com base em programas específicos para esse fim, para visualização de dados, comandos, alarmes, controle de processos, eventos, manutenção da instalação e elaboração de relatórios de operação e manutenção.

As telas serão interativas, baseadas em menus, estruturadas de forma hierárquica, representando desde o nível geral da Usina até o nível de pontos.

Dois (2) servidores redundantes serão incluídos para dados em tempo real e armazenamento do histórico de dados. Uma (1) estação de operação e uma (1) estação de engenharia serão incluídas. Cada estação de trabalho consistirá de dois (2) monitores de 27", mouse óptico, teclado e PC com hardware de última geração e alto desempenho e sistema operacional Windows. As comunicações serão feitas através de Ethernet Industrial.

Incluirá todos os softwares e licenças necessários para o bom funcionamento de cada estação de trabalho, entre outros: sistema operacional Windows, Microsoft Office (Word, Excel e Access), antivírus.

Para a rede de comunicação do processo entre os controladores PLC e as estações de operação, a Ethernet é planejada, com fibra ótica como suporte. A transmissão de dados é feita em banda base com velocidade mínima de 15 Mbits por segundo. O protocolo de rede será TCP/IP.

A comunicação entre o controlador principal e os gabinetes I / O remotos será feita através do Fieldbus em fibra ótica tipo PROFIBUS (DP e PA) ou Fieldbus Foundation. O fieldbus permitirá velocidades de transmissão de até 12 Mbit por segundo.

2.4.17. Rede de comunicações

Haverá uma central telefônica e uma rede interna de telefones que permitem a comunicação entre as diferentes salas e áreas da fábrica de dessalinização. Telefones internos serão instalados na sala de controle, escritórios, etc. Considerando o nível de ruído de cada ponto, o tom será de um tom mais alto. Considerando a extensão do processo embarcado, vários telefones serão distribuídos de forma a facilitar a comunicação.

2.4.18. Rede de vigilância por vídeo

Será instalada uma rede de vigilância por vídeo perimetral nas dependências da fábrica de dessalinização e seus interiores, com possibilidades de gravação (DVR). Também a porta de acesso principal terá um interfone com sala de controle e abertura automática da referida porta da sala de controle.

Também leva em conta a instalação de um sistema de segurança perimetral que evita a intrusão de pessoas fora da usina.

3. Relação das Cargas Previstas

De acordo com a descrição do sistema de dessalinização de Fortaleza, são previstos vários equipamentos elétricos. Os equipamentos utilizados na usina de dessalinização, considerando todos os processos foram obtidos do Relatório R-4 (Anteprojeto de Engenharia) e a compilação desses dados é apresentada na Tabela a seguir. A previsão para a potência total instalada é de 14.989,51 kW e um consumo anual total de 104.995.468,93 kWh. No Quadro 3.1 é possível observar uma lista mais detalhada contendo os equipamentos previstos bem como suas respectivas potências e consumo anual.

Quadro 3.4 - Relação de cargas previstas

Nº do item	Descrição	Número Unid.		Potência Unitária (KW)		Horas Anuais	Energia Anual (kWh/ano)
		Total	Operação	Instalada	Consumida		
1.01	Bombas Água do mar em captação	5	4	710,00	579,10	8.400,00	19.457.826,28
3.01	B. Booster Alimentação B.A.P	4	4	315,00	276,82	8.400,00	9.301.124,89
4.01	Motobomba de alta pressão	4	4	1.800,00	1.674,62	8.400,00	56.267.079,35
4.03	Bomba de Recirculação	4	4	315,00	274,29	8.400,00	9.216.099,71
7.01	Bomba de Impulsão produto	5	4	160,00	128,67	8.400,00	4.323.192,74
8.01	Motobomba de lavagem de Filtro	2	2	200,00	153,61	5.822,00	1.788.564,05
8.02	Ventilador de lavagem de Filtro	3	2	75,00	48,36	2.183,00	211.141,37
9.01	Motobomba Limpeza Química	2	2	160,00	132,13	664,00	175.550,68
9.02	Bombas Agitação Limp. Química	2	2	18,50	12,94	332,00	8.594,54
9.03	Motobomba de Deslocamento	1	1	160,00	132,13	3,00	420,55
11.02	Hidro compressor	2	1	4,00	2,66	2.100,00	5.580,70
12.01	B. Dosagem Pré-Tratamento	15	10	0,37	0,37	8.400,00	31.080,00
12.10	B. Dosagem Pós-Tratamento	9	6	0,37	0,37	8.400,00	18.648,00
12.20	Outras bombas de Dosagem	6	4	0,37	0,37	111,00	163,86

12.37	Posicionador B. Dosagem	30	20	0,55	0,55	2.772,00	30.492,00
13.03	Tornilho de Dosagem de Pó	2	1	0,37	0,00	233,00	0,00
13.05	Motobomba de Neutra Limp Quim	3	2	132,00	110,62	111,00	24.496,39
14.00	Agitadores e Transporte	1	1	19,39	16,33	1.400,00	22.866,09
9.05	Resistência de Aquecimento L. Q.	1	1	207,85	207,85	664,00	138.076,77
14.01	Ponte Rolante	1	1	9,50	9,50	120,00	1.140,00
15.01	Válvulas motorizadas	29	28	1,85	1,85	1.440,00	2.664,00
11.03	Ventoinha Aspirante	3	2	1,10	1,10	2.183,00	4.802,89
19.00	Painel de controle e eletroválvulas	1	1	45,00	45,00	8.400,00	378.000,00
20.00	Iluminação	1	1	30,00	30,00	4.380,00	131.400,00
21.00	Ar condicionado	1	1	70,00	70,00	4.380,00	306.600,00
24.00	Perdas Transformação, Distribuição e Fator de Segurança						3.149.864,07
Total							104.995.468,93

4. Demanda Máxima Prevista

A demanda máxima é a maior demanda verificada durante um intervalo de tempo. Para estimar a demanda máxima em kVA foi utilizado o valor da potência consumida de cada equipamento e seu respectivo fator de potência, obtendo o valor de 14.952,15 kVA. No Quadro 4.1 é possível observar os dados com mais detalhes.

Quadro 4.5 - Relação de cargas previstas

Nº do item	Descrição	Número Unid.		Potência Unitária (KW)		F.P	Demanda individual (kVA)	Demanda por item (kVA)
		Total	Operação	Instalada	Consumida			
1.01	Bombas Água do mar em captação	5	4	710,00	579,10	0,89	65,06741573	2602,696629
3.01	B. Booster Alimentação B.A.P	4	4	315,00	276,82	0,88	314,5681818	1258,272727
4.01	Motobomba de alta pressão	4	4	1.800,00	1.674,62	0,90	1871,083799	7484,335196
4.03	Bomba de Recirculação	4	4	315,00	274,29	0,88	311,6931818	1246,772727
7.01	Bomba de Impulsão produto	5	4	160,00	128,67	0,87	147,8965517	591,5862069
8.01	Motobomba de lavagem de Filtro	2	2	200,00	153,61	0,87	176,5632184	353,1264368
8.02	Ventilador de lavagem de Filtro	3	2	75,00	48,36	0,86	56,23255814	112,4651163
9.01	Motobomba Limpeza Química	2	2	160,00	132,13	0,87	151,8735632	303,7471264
9.02	Bombas Agitação Limp. Química	2	2	18,50	12,94	0,83	15,59036145	31,18072289
9.03	Motobomba de Deslocamento	1	1	160,00	132,13	0,87	151,8735632	151,8735632
11.02	Hidro compressor	2	1	4,00	2,66	0,83	3,204819277	3,204819277
12.01	B. Dosagem Pré-Tratamento	15	10	0,37	0,37	0,77	0,480519481	4,805194805

12.10	B. Dosagem Pós-Tratamento	9	6	0,37	0,37	0,77	0,480519481	2,883116883
12.20	Outras bombas de Dosagem	6	4	0,37	0,37	0,77	0,480519481	1,922077922
12.37	Posicionador B. Dosagem	30	20	0,55	0,55	0,79	0,696202532	13,92405063
13.03	Tornilho de Dosagem de Pó	2	1	0,37	0,00	0,77	0	0
13.05	Motobomba de Neutra Limp Quim	3	2	132,00	110,62	0,87	127,1494253	254,2988506
14.00	Agitadores e Transporte	1	1	19,39	16,33	0,88	21,20779221	21,20779221
9.05	Resistência de Aquecimento L. Q.	1	1	207,85	207,85	0,88	269,9350649	269,9350649
14.01	Ponte Rolante	1	1	9,50	9,50	0,83	11,44578313	11,44578313
15.01	Válvulas motorizadas	29	28	1,85	1,85	0,87	2,126436782	59,54022989
11.03	Ventoinha Aspirante	3	2	1,10	1,10	0,81	1,358024691	2,716049383
19.00	Painel de controle e eletroválvulas	1	1	45,00	45,00	0,88	51,13636364	51,13636364
20.00	Iluminação	1	1	30,00	30,00	0,95	31,57894737	31,57894737
21.00	Ar condicionado	1	1	70,00	70,00	0,80	87,5	87,5
							Demanda Total	14.952,15479

5. Pedido de AVT para Área 3 Leste (Mucuripe)

Tendo em vista que a alternativa 3 - Área 3 Leste (Mucuripe) tornou-se a opção escolhida, foi realizado um pedido de atestado de viabilidade técnica (AVT) para essa localidade junto a ENEL.

O atestado de viabilidade técnica apontou que não seria necessário construir rede elétrica vindo da subestação da chesf, mas ainda há necessidade de realização de obras de suporte as quais são listadas a seguir:

- ✓ Construção de circuito de alta tensão aéreo e parte subterrâneo com extensão de 2,5 km em cabo 500mm² - CAL da subestação Varjota à subestação Papicu;
- ✓ Construção de circuito de alta tensão aéreo e parte subterrâneo com extensão de 1,5 km em cabo 500mm² - CAL da subestação Mucuripe à subestação do Cliente;
- ✓ Instalação de módulo entrada de linha 72,5kV na subestação Papicu com disjunção automática e automação;
- ✓ Instalação de módulo saída de linha 72,5kV na Subestação Varjota com disjunção automática e automação;
- ✓ Instalação de módulo saída de linha 72,5kV na subestação Mucuripe com disjunção automática e automação (disjuntor híbrido);
- ✓ Reforço do circuito de alta tensão aéreo da LDAT 02C2 Papicu - Mucuripe com substituição de 4,0 km de condutores para cabo 500mm²- CAL.

O AVT foi fornecido pela Coelce no dia 08/03/2018, e é apresentado nos anexos do item 10. Nele, é prevista a alimentação da planta de dessalinização através da conexão com a subestação Mucuripe da

ENEL CE.

6. Custo para Instalação

O custo para instalação e ligação da subestação que alimentará a Usina de Dessalinização é composto pelas obras de suporte, ligação ao sistema elétrico e a construção da subestação propriamente dita.

- ✓ Custo aproximado de subestação de 15 MVA -> R\$ 8.000.000,00;
- ✓ Custo para ligação no sistema elétrico -> R\$ 500.000,00;
- ✓ Construção de novas linhas¹ -> R\$1.900.000,00;
- ✓ Substituição de cabos -> R\$ 1.000.000,00.

Obs¹: Para efeito de estimativa, 10% da extensão total da linha foram considerados subterrâneos. O projeto executivo indicará a necessidade e extensão desses trechos.

Logo os custos ESTIMADOS para a instalação da subestação será de aproximadamente R\$ 11.400.000,00.

A instalação deste reforço poderá ser executada pela contratada ou diretamente pela ENEL CE, devendo ser analisado melhor custo-benefício no momento da decisão de qual empresa realizará os serviços.

7. Custo com Energia Elétrica

A Usina de Dessalinização será classificada como consumidor do subgrupo A3 (consumidor atendido em alta tensão na faixa de 69 kV). O consumo estimado é aproximadamente 8.700 MWh, com o uso de 10% disto no horário ponta e 90% no horário fora ponta. Além disso, foi considerada uma demanda de 14 MW contratada.

7.1. Consumidor Cativo

Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua tanto o valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta (Demanda Contratada na Ponta), quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta (Demanda Contratada fora de Ponta). A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta pela soma de parcelas referentes ao consumo, à demanda e à ultrapassagem (caso exista). Devido à potência instalada, a Usina de Dessalinização será enquadrada na tarifa horo-sazonal azul a qual pode ser vista no Quadro 7.1.

Quadro 7.6 - Tarifa Horo-sazonal Azul com ICMS PIS/COFINS durante bandeira verde

SUB-GRUPO/NIVEL DE TENSÃO	DEMANDAS (kW)				VERDE		AMARELA		VERMELHA	
	kW Pt	kW Fpt	Ultrap. PT	Ultrap. FPT	kWh Pt	kWh Fpt	kWh Pt	kWh Fpt	kWh Pt	kWh Fpt
A3 -69kV (Água, esgoto e saneam.)	13,12	5,72	26,24	11,45	0,49119	0,32167	0,5060	0,3365	0,5357	0,3662

Utilizando os valores do Quadro 7.1 e os valores de demanda e consumo mencionados no tópico 7, chegamos aos valores apresentados na tabela a seguir:

Quadro 7.7 - Custo de energia mercado cativo

RESUMO DE RESULTADOS COM IMPOSTOS	
Bandeira Verde	
Média mensal cativo (R\$)	3.209.860,69
Bandeira Amarela	
Média mensal cativo (R\$)	3.338.883,38
Bandeira Vermelha	
Média mensal cativo (R\$)	3.596.928,76

7.2. Viabilidade do Uso de Geração Distribuída

Considera-se geração distribuída toda produção de energia elétrica proveniente de agentes concessionários, permissionários ou autorizados conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador. De acordo com RN 482/2012, responsável por constituir as condições regulatórias para a inserção da geração distribuída na matriz energética brasileira, são apresentadas as seguintes definições:

Microgeração Distribuída: Sistemas de geração de energia renovável ou cogeração qualificada conectados à rede com potência até 75 kW;

Minigeração Distribuída: Sistemas de geração de energia renovável ou cogeração qualificada conectados à rede com potência superior a 75 kW e inferior a 5 MW.

Pela RN 482, o consumidor-gerador, após descontado o seu próprio consumo, recebe um crédito na sua conta pelo saldo positivo de energia gerada e inserida na rede (sistema de compensação de energia).

Sempre que existir esse saldo positivo, o consumidor recebe um crédito em energia (em kWh) na próxima fatura e terá até 60 meses para utilizá-lo. No entanto, os consumidores não podem comercializar o montante excedente da energia gerada.

A rede elétrica disponível é utilizada como backup quando a energia gerada localmente não é suficiente para satisfazer as necessidades de demanda do consumidor-gerador, o que geralmente é o caso para

fontes intermitentes de energia, como a solar ou eólica.

Para calcularmos a viabilidade de utilização de geração distribuída, vamos considerar uma usina de geração fotovoltaica de 5MWp (limite para geração distribuída) e as seguintes informações:

- ✓ Geração anual de energia por kWp* = 1658 kWh/kWp*ano;
- ✓ Custo médio de uma usina solar de geração distribuída de grande porte = R\$ 4000/kWp;
- ✓ Custo de manutenção anual de uma usina solar de geração distribuída de grande porte = 1,5%/ano;
- ✓ Perda de Eficiência de geração de energia com o tempo (de acordo com dados do gerador solar) = 0,7%/ano;
- ✓ Vida útil da usina = 35 anos.

Assim teremos os seguintes custos totais trazidos para valor presente:

- ✓ Valor da usina = R\$ 20.000.000,00;
- ✓ Custo total de manutenção ao longo da vida útil= R\$ 10.500.000,00.

De posse dessas informações é possível obter um valor geral de kWh para a geração própria distribuída ao longo do tempo. Esse valor será de aproximadamente R\$ 0,15/kWh, o que seria ideal para o sistema, porém, como não há a possibilidade de geração própria para toda a instalação, a geração distribuída só será capaz de fornecer 8% da necessidade de energia, além de exigir um alto investimento inicial e uma área de aproximadamente 40.000 m².

Mesmo com a divisão do sistema em mais usinas de 5 MWp instaladas em outros locais, ainda seria necessário considerar o custo de disponibilidade da rede elétrica bem como os custos de conexão.

Como a limitação do sistema está na potência e não no nível de geração ou custo do projeto, podemos inferir que para geração eólica também chegaremos à mesma limitação, se tornando inviável adesão à geração distribuída.

7.3. Viabilidade de Consumo pelo Mercado Livre de Energia Elétrica

Os consumidores livres compram energia diretamente dos geradores ou comercializadores, através de contratos bilaterais com condições livremente negociadas, como preço, prazo, volume, etc. Cada unidade consumidora paga uma fatura referente ao serviço de distribuição para a concessionária local (tarifa regulada) e uma ou mais faturas referentes à compra da energia (preço negociado de contrato).

Para análise de viabilidade da utilização de mercado livre, foi realizado um estudo preliminar e

comparativo entre as tarifas de consumo cativo e livre para o ano de 2019, utilizando uma estimativa de preços na data de 29/03/2018. Lembrando que os preços de mercado livre variam diariamente.

Segue tabela comparativa que resume a oportunidade da utilização do mercado livre de energia elétrica considerando ainda as variações de custo desde bandeira verde até vermelha:

Quadro 7.8 - Comparativo mercado livre x consumidor cativo

RESUMO DE RESULTADOS COM IMPOSTOS	
Bandeira Verde	
Média mensal cativo (R\$)	3.209.860,69
Média mensal livre (R\$)	2.987.360,27
Economia média mensal (R\$)	222.500,42
Economia (%)	6,93
Economia total anual (R\$)	2.670.004,98
Bandeira Amarela	
Média mensal cativo (R\$)	3.338.883,38
Média mensal livre (R\$)	2.987.360,27
Economia média mensal (R\$)	351.523,11
Economia (%)	10,53
Economia total anual (R\$)	4.218.277,26
Bandeira Vermelha	
Média mensal cativo (R\$)	3.596.928,76
Média mensal livre (R\$)	2.987.360,27
Economia média mensal (R\$)	609.568,49
Economia (%)	16,95
Economia total anual (R\$)	7.314.821,83

8. Conclusão (Custo com Energia Elétrica)

Após análise das alternativas, pode-se observar que a entrada no mercado livre é a opção mais viável para redução do custo com energia elétrica, levando a uma economia que variou entre 6,93% e 16,95% ao mês o que nos leva a valores anuais entre R\$ 2.670.004,98 e R\$ 7.314.821,83.

9. Equipe Participante do Relatório

GS INIMA	
Coordenador geral	Eduardo Berrettini
Engenheiro Eletricista	Raul Castaño
Engenheiro Eletricista	Carlos Carretero

GS INIMA	
Engenheiro de Automação	Albert Vazquez
Engenheiro Mecânico	Francisco Díez
Economista	Fernando Schlieper
Advogado	Rodrigo de Pinho Bertoccelli
Desenhista	Alberto Barceló
Desenhista	Manuel Rodriguez
Desenhista	Lola López
Responsável pelo processo	David Gonzales
Responsável pelo pré-tratamento	Almudena Aparicio
Responsável Obras Costeiras e Marítimas	Alberto Casado
Responsável pelos Emissários e Emissários submarinos	Enrique de la Plata
Responsável por SQMA	Cristina San Miguel Avedillo
Responsável pela Eficiência Energética	Luis Miguel Garcia
Responsável pela Hidrodinâmica Marinha	Mario Sanchez
Coordenadora dos Estudos Técnicos Operacionais	Adriana Lucas Alcaraz Lopez
Engenheira de processo	Anna Gironés
Especialista em tubulação	Victor Juan

FUJITA ENGENHARIA	
Coordenador Setorial	Paulo Ayrton Cavalcante Araújo


ENGESOFT	
Coordenador	Adonai de Souza Porto
Coordenador adjunto	Flávio Lage Rocha
Ambientalista	Naimar Gonçalves Barroso Severiano
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Francisco Edson de Alencar Souza Junior
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Marcelo Brauner dos Santos
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	João Pedro Carvalho Gomes
Engenheiro Eletricista	Thiago Costa Nascimento
Técnico Eletricista	Fábio de Souza Lima
Topógrafo	Edimar Machado Junior
Auxiliar Técnico de Engenharia	Raphael Ramalho Gomez
Estagiário	Marco Aurélio Brito Gaspar
TEIXEIRA ENGENHARIA	

Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Nuno Pinto
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Samuel Paim
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Daniele Cezarete
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Vitor Faria
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Carlos Fernandes Jorge
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Abílio Garcia Castro
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Nuno Martins
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Olivier Passos
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Nuno Vaz
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Mario Augusto
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Célia Tenente
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Nuno Abecassis
Arquiteto	Pedro Vicente
Arquiteto	Rui Nunes Santos
Arquiteta	Maria Inês Nogueira

10. Anexos

A seguir serão encartados os anexos que complementam o presente Estudo 5: Estudo de Demanda e de Fornecimento de Energia. Estes anexos estão dispostos, respectivamente, conforme abaixo:

- ✓ Atestado de Viabilidade Técnica de Fornecimento de Energia Elétrica;
- ✓ Planta de Locação da Subestação da Usina de Dessalinização;
- ✓ Planta Baixa e Cortes da Usina de Dessalinização.

 Companhia Energética do Ceará	ATESTADO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	Nº AVT: 157/2018 Data: 08/03/2018 Página: 1/2

IDENTIFICAÇÃO DO SOLICITANTE

Nome: USINA DE DESSALINIZACAO (CAGECE) Fone: 31334905
 Endereço: AV VICENTE DE CASTRO S/N Município: FORTALEZA

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Nome: USINA DE DESSALINIZACAO (CAGECE)
 Localização: AV VICENTE DE CASTRO S/N
 Ramo de Atividade: CAPTACAO, TRATAMENTO E DISTRIBUICAO DE AGUA
 Capacidade Instalada (kVA): 15000
 Demanda Prevista (kW): 14000
 Extensão de rede MT (km): 0
 Extensão de rede BT (km): 0
 Regime de Operação: Típico
 Início de Operação: 20/01/2021
 Documento apresentado: Ofício/Carta

SISTEMA ELÉTRICO RESPONSÁVEL PELO ATENDIMENTO

Subestação: MUCURIBE
 Circuito: LDAT
 Ponto de Conexão: 0
 Código Estrutura Anterior: NOVO Posterior: NOVO


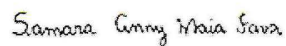

RESULTADO DA AVALIAÇÃO TÉCNICA:


Necessidade de Obras de Suporte: **SIM** (ver página 2/2)

OBSERVAÇÕES

1. As extensões de linha de AT são estimadas e variarão após projeto executivo. 2. O projeto indicará a necessidade de trechos subterrâneos. 3. A subestação do cliente deverá contar com transformador com comutação de tensão sob carga (LTC) no 69kV.

VALIDADE: Este AVT é valido até 03/09/2018

Elaborado:	Visto:	Aprovo:
 ANIBAL QUEIROZ BRAGA Engenheiro	 SAMARA ANNY MAIA FAVA Engenheiro	 PAULO PETRONIO G L DE F VERAS Chefe Departamento


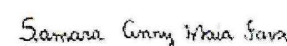

 Companhia Energética do Ceará	ATESTADO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	Nº AVT: 157/2018 Data: 08/03/2018 Página: 2/2

IDENTIFICAÇÃO DO SOLICITANTE

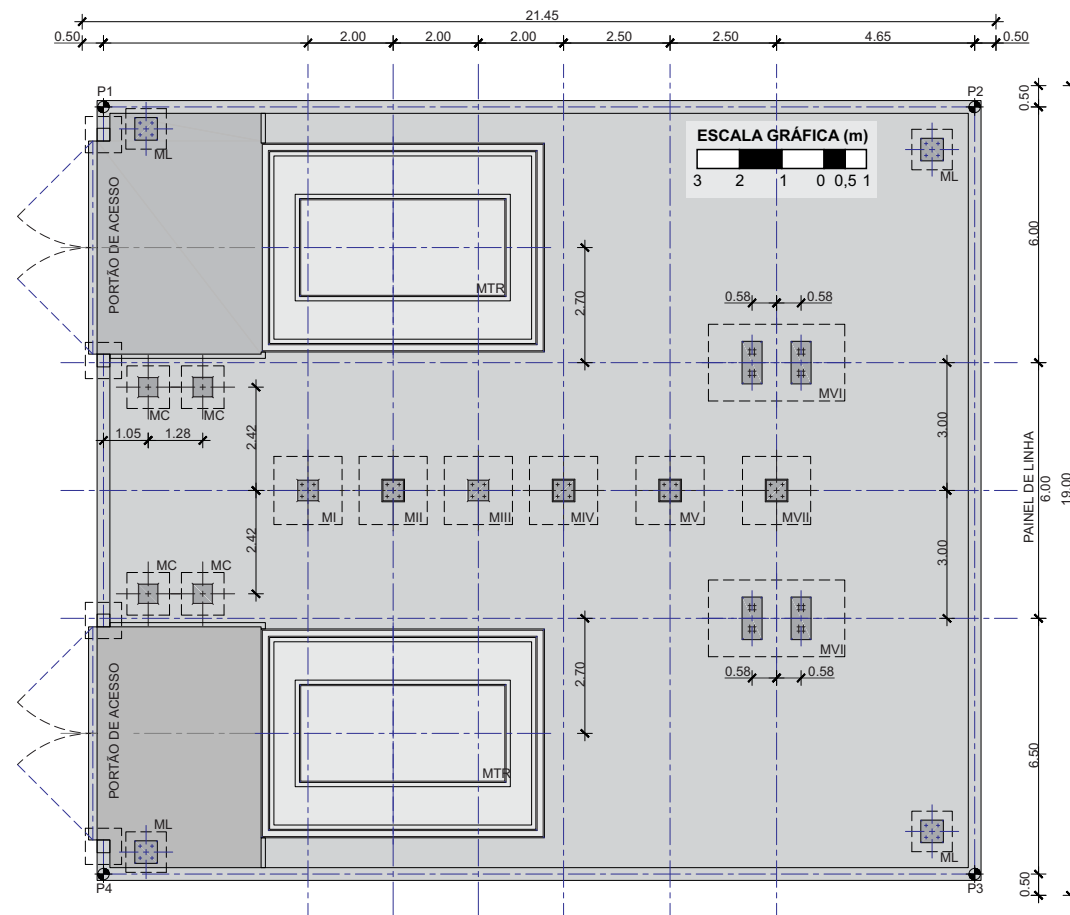
Nome: USINA DE DESSALINIZACAO (CAGECE) Fone: 31334905
 Endereço: AV VICENTE DE CASTRO S/N Município: FORTALEZA

OBRAS DE SUPORTE NECESSÁRIAS
1. Obras para Melhoria da Qualidade do Fornecimento
2. Obras diretamente vinculadas ao Atendimento da Carga da Unidade Consumidora

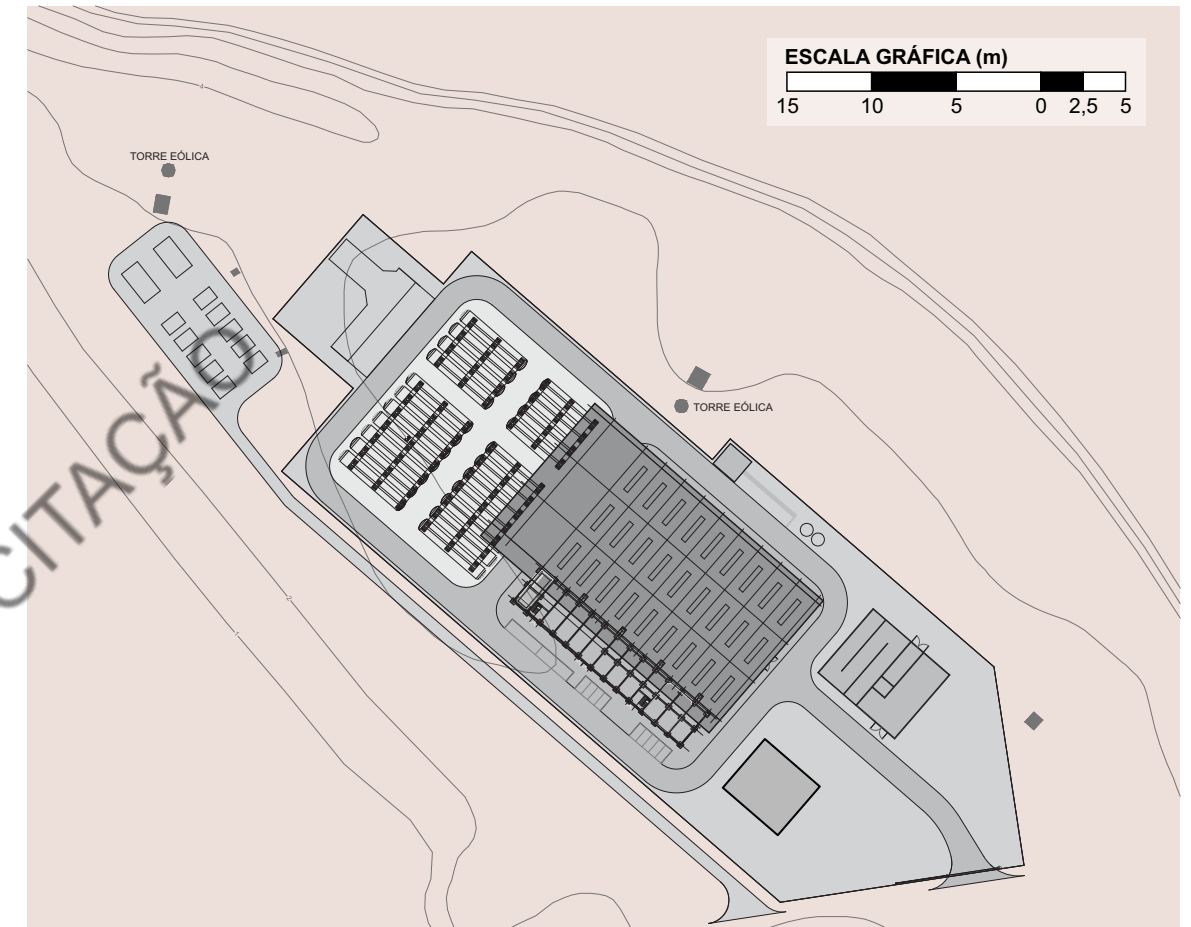
CONSTRUÇÃO CIRCUITO ALTA TENSÃO AÉREO
 e parte subterrâneo com extensão de 2,5 km em cabo 500mm² - CAL da subestação Varjota à subestação Papicu.
 CONSTRUÇÃO CIRCUITO ALTA TENSÃO AÉREO
 e parte subterrâneo com extensão de 1,5 km em cabo 500mm² - CAL da subestação Mucuripe à subestação do Cliente.
 INSTALAÇÃO MÓDULO ENTRADA DE LINHA 72,5KV
 na subestação Papicu com disjunção automática e automação.
 INSTALAÇÃO MÓDULO SAÍDA DE LINHA 72,5KV
 na Subestação VARjota com disjunção automática e automação.
 INSTALAÇÃO MÓDULO SAÍDA DE LINHA 72,5KV
 na subestação Mucuripe com disjunção automática e automação (disjuntor híbrido)
 REFORÇO CIRCUITO ALTA TENSÃO AÉREO
 da LDAT 02C2 Papicu - Mucuripe com substituição de 4,0 km de condutores para cabo 500mm²- CAL

Elaborado:	Visto:	Aprovo:
 ANIBAL QUEIROZ BRAGA Engenheiro	 SAMARA ANNY MAIA FAVA Engenheiro	 PAULO PETRONIO G L DE F VERAS Chefe Departamento

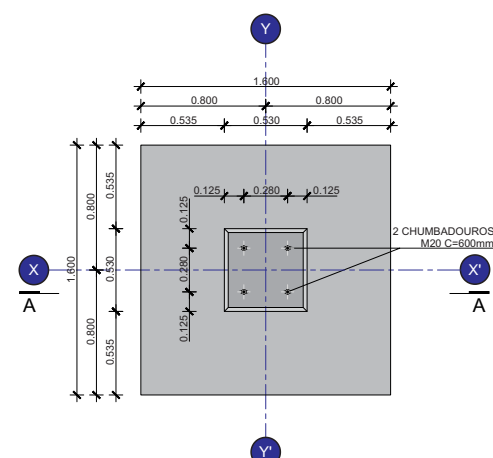
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



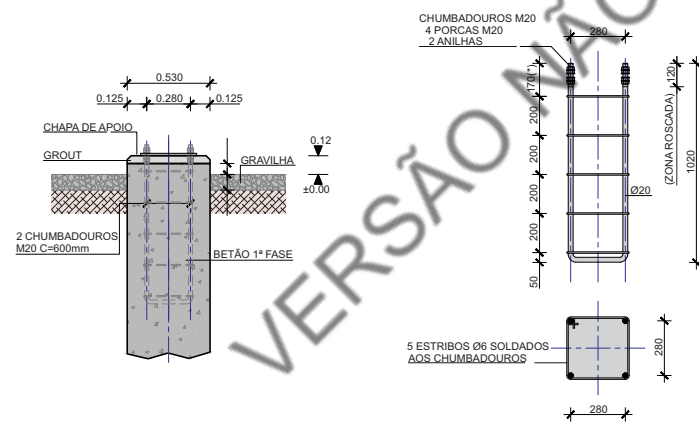
PLANTA GERAL DA SUBESTAÇÃO



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

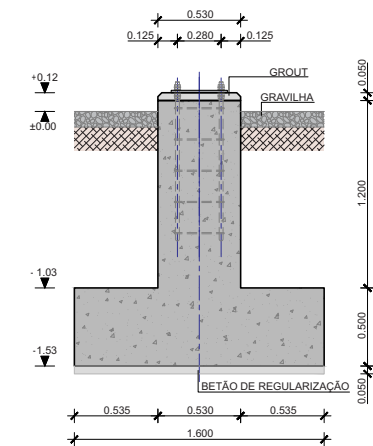


FORMA MACIÇO(S)
MT - PLANTA

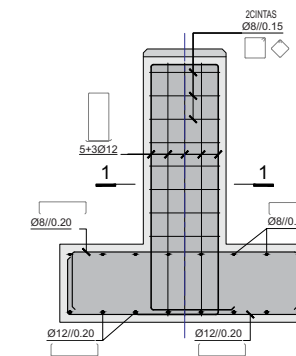


DETALHE DE ANCORAGEM

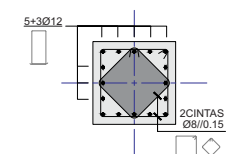
- ZONA GALVANIZADA COM 80mm;
CHUMBADOURO



FORMA MACIÇO(S)
MT - SEÇÃO A-A

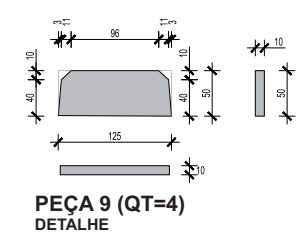
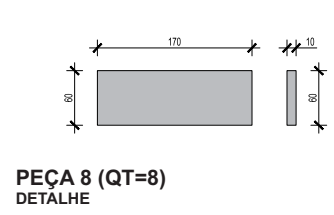
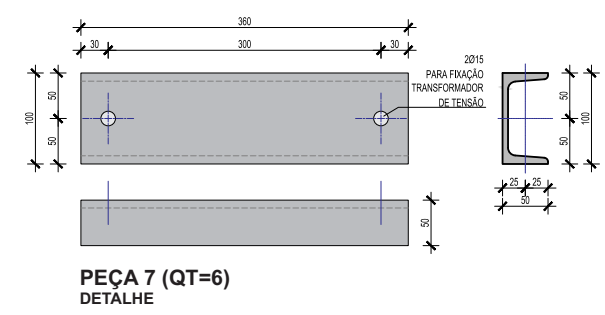
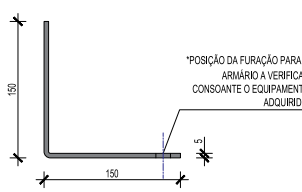
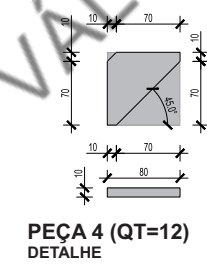
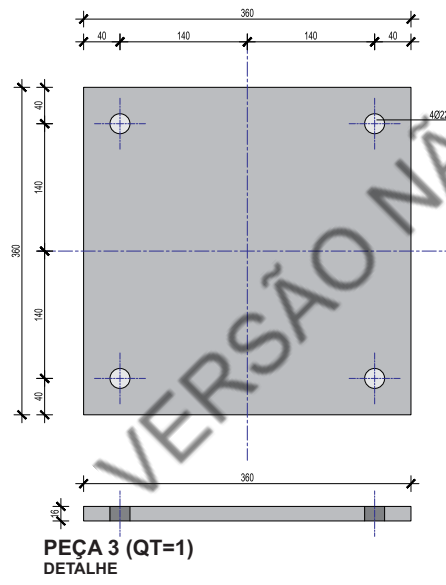
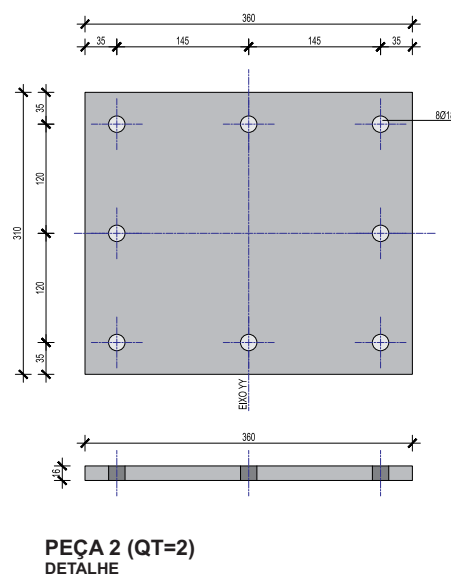
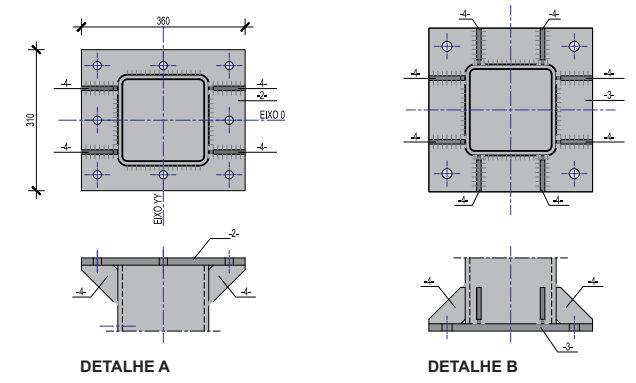
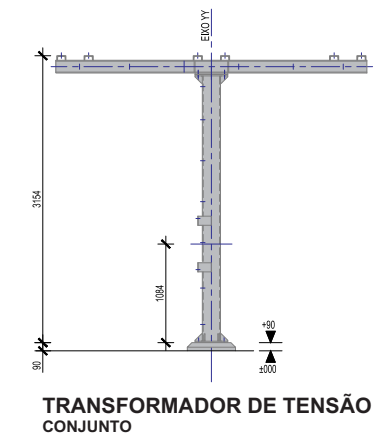
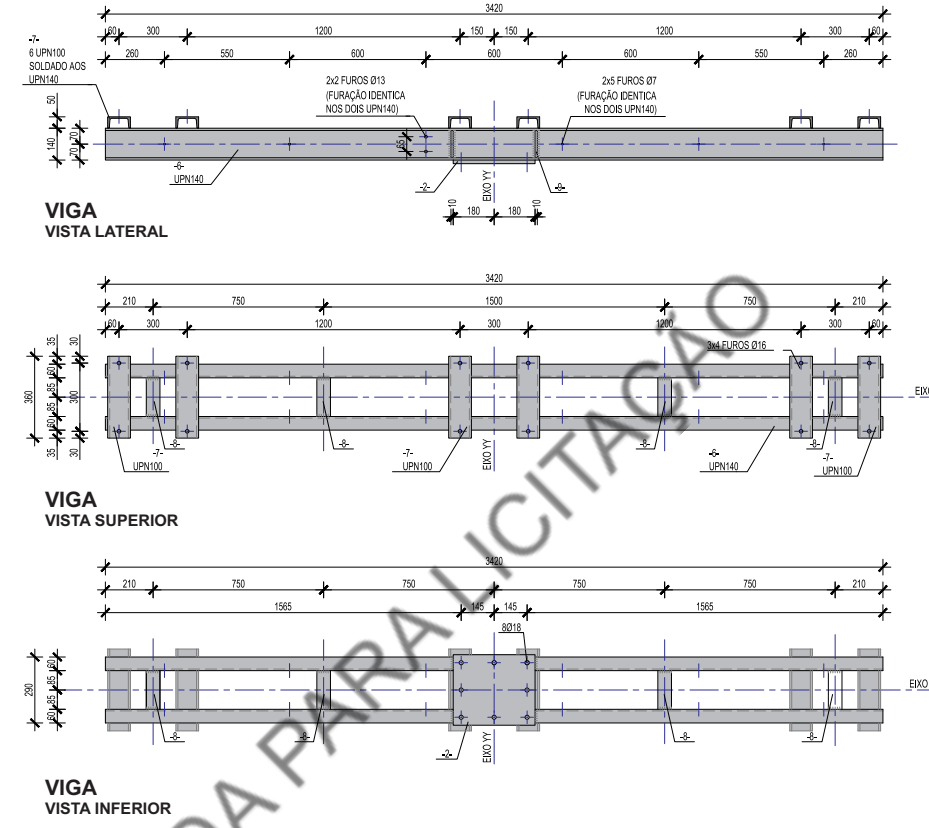
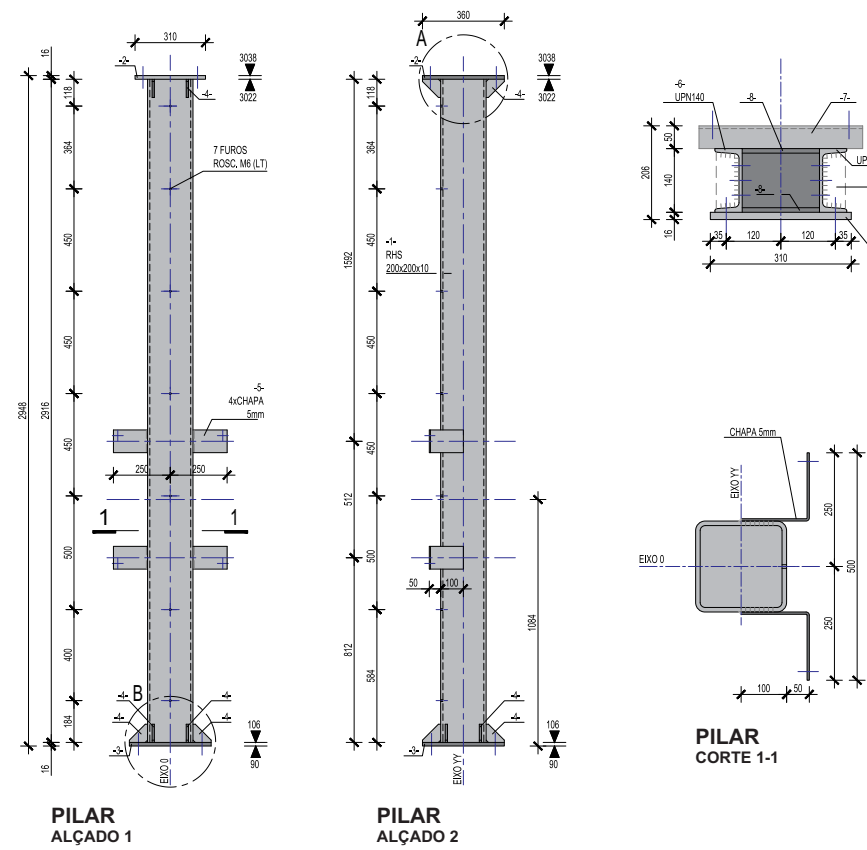


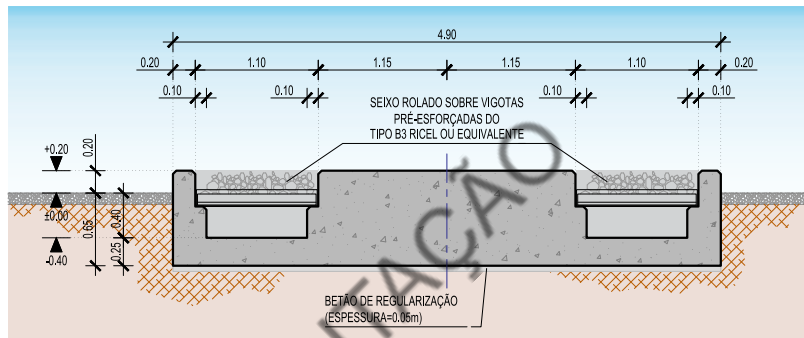
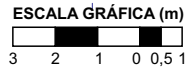
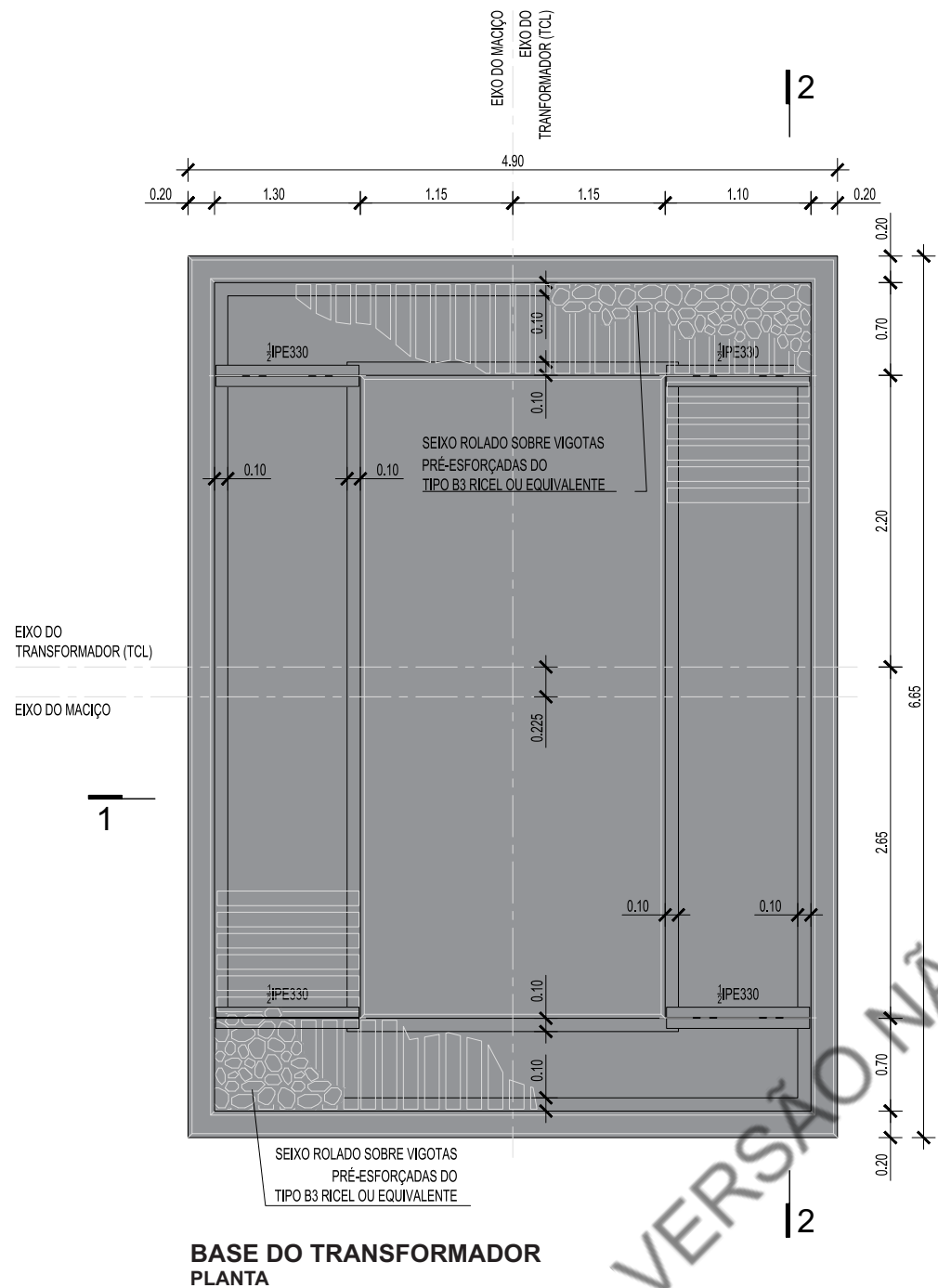
ARMAÇÃO MACIÇO(S)
MT - SEÇÃO A-A



ARMAÇÃO MACIÇO(S)
MT - SEÇÃO 1-1

PLANTA DE DESANILIZAÇÃO DE ÁGUA MARINHA
PLANTA GERAL, ESTRUTURAS E SEÇÕES





CARACTERÍSTICAS DA VIGOTA

Mrd	Vrd	Ix	Ws	Wi
kNm	kN	cm ⁴	cm ³	cm ³
3,17	4,92	611	103	150

BETÃO C40/50
AÇO A1470/1770 (EURO NORM 10138) EM AÇO PRÉ-ESFORÇADO

CORTE 1-1

