



6.3.2.2 INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS, ACAMPAMENTOS E ESTRADAS DE SERVIÇO E OPERAÇÃO. (NÃO INDICADO OU CONTABILIZADO EM PLANILHA ORÇAMENTARIA)

Caberá ao construtor, de acordo com os cronogramas físicos de implantação, a execução de todos os serviços relacionados com a construção e manutenção de todas as instalações do canteiro de obras, de alojamentos, depósitos, escritórios e outras obras indispensáveis a realização dos trabalhos. Ainda a seu encargo ficará a construção e conservação das estradas necessárias ao acesso e a exploração de empréstimos e de quaisquer outras estradas de serviços que se façam necessárias, assim como a conservação ou melhoramento das estradas já existentes.

Todos os canteiros e instalações deverão dispor de suficientes recursos materiais e técnicos, inclusive pessoal especializado, visando poder prestar assistência rápida e eficiente ao seu equipamento, de modo a não ficar prejudicado o bom andamento dos serviços. Além disto, todos os canteiros e equipamentos deverão permanecer em perfeitas condições de asseio e, após a conclusão dos trabalhos, deverão ser removidas todas as instalações, sucatas e detritos de modo a restabelecer o bom aspecto local.

As instalações do canteiro e métodos a serem empregados deverão ser submetidos a aprovação da fiscalização, cabendo ao construtor o transporte, montagem e desmontagem de todos os equipamentos, máquinas e ferramentas bem como as despesas diretas e indiretas relacionadas com a colocação e retirada do canteiro, de todos os elementos necessários ao bom andamento dos serviços.

A aprovação da fiscalização relativa à organização e as instalações dos canteiros propostos pelo construtor não eximirá, este último em caso de algum fortuito, de todas as responsabilidades inerentes a perfeita realização das obras no tempo previsto.

6.3.2.3 LOCAÇÃO DAS OBRAS

A locação das obras será encargo do construtor.

6.3.2.4 EXECUÇÃO DAS OBRAS



A execução das obras será responsabilidade do construtor que deverá, entre outras, se encarregar das seguintes tarefas:

Fornecer todos os materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários a execução dos serviços e seus acabamentos.

Controlar as águas durante a construção por meio de bombeamento ou quaisquer outras providências necessárias.

Construir todas as obras de acordo com estas especificações e projeto.

Adquirir, armazenar e colocar na obra todos os materiais necessários ao desenvolvimento dos trabalhos.

Adquirir e colocar na obra todos os materiais constantes das listas de material.

Permitir a inspeção e o controle por parte da fiscalização, de todos os serviços, materiais e equipamentos, em qualquer época e lugar, durante a construção das obras. Tais inspeções não isentam o construtor das obrigações contratuais e das responsabilidades legais, dos termos do artigo 1245 do código civil brasileiro.

A execução das obras seguirá em todos os seus pormenores as presentes especificações, bem como os desenhos do projeto técnico, que serão fornecidos em cópias ao construtor, em tempo hábil para a execução das obras, e que farão parte integrante do projeto.

Todos os detalhes das obras que constarem destas especificações sem estarem nos desenhos, ou que, estando nos desenhos, não constem explicitamente destas especificações, deverão ser executados e/ou fornecidos pelo construtor como se constasse de ambos o documento.

O construtor se obriga a executar quaisquer trabalhos de construção que não estejam eventualmente detalhados ou previstos nas especificações ou desenhos, direta ou indiretamente, mas que sejam necessários a devida realização das obras em apreço, de modo tão completo como se estivessem particularmente delineados e escritos. O construtor empenhar-se-á em executar tais serviços em tempo hábil para evitar atrasos em outros trabalhos que deles dependam.

J



6.3.2.5 ADMINISTRAÇÃO DAS OBRAS

O construtor compromete-se a manter, em caráter permanente, a frente dos serviços, um engenheiro civil de reconhecida capacidade, e um substituto, escolhidos por eles e aceitos pela PREFEITURA MUNICIPAL DE GENERAL SAMPAIO. Este terá a posição de residente e representará o construtor, sendo todas as instruções dadas a ele válidas como sendo ao próprio construtor. Esse representante, além de possuir os conhecimentos e capacidade profissional requerido, deverá ter autoridades suficientes para resolver qualquer assunto relacionado com as obras a que se referem as presentes especificações. O Construtor será inteiramente responsável por tudo quanto for pertinente ao pessoal necessário à execução dos serviços e particularmente:

Pelo cumprimento da legislação social em vigor no Brasil.

Pela proteção de seu pessoal contra acidentes de trabalho, adotando para tanto as medidas necessárias para prevenção dos mesmos.

6.3.2.6 PROTEÇÃO DAS OBRAS, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

O construtor deverá a todo o momento proteger e conservar todas as instalações, equipamentos, maquinaria, instrumentos, provisões e materiais de qualquer natureza, assim como todas as obras executadas até sua aceitação final pela fiscalização.

O construtor responsabilizar-se-á durante a vigência do contrato até a entrega definitiva das obras, por quaisquer danos pessoais ou materiais causados a terceiros por negligência ou imperícia na execução das obras.

O construtor deverá executar todas as obras provisórias e trabalhos necessários para drenar e proteger contra inundações as faixas de construções dos diques e obras conexas, estações de bombeamento, fundações de obras, zonas de empréstimos e demais zonas onde a presença da água afete a qualidade da construção, ainda que elas não estejam indicadas nos desenhos nem tenham sido determinadas pela fiscalização.

Deverá também prover e manter nas obras, equipamentos suficientes para as emergências possíveis de ocorrer durante a execução das obras.

A aprovação pela fiscalização, do plano de trabalho e a autorização para que execute qualquer outro trabalho com o mesmo fim, não exime o construtor de sua responsabilidade quanto a este. Por conseguinte, deverá ter cuidado para



executar as obras e trabalhos de controle da água, durante a construção, de modo a não causar danos nem prejuízos ao contratante, ou a terceiros, sendo considerado como único responsável pelos danos que se produzam em decorrência destes trabalhos.

6.3.2.7 REMOÇÃO DE TRABALHOS DEFEITUOSOS OU EM DESACORDO COM O PROJETO E/OU ESPECIFICAÇÕES

Qualquer material ou trabalho executado, que não satisfaça às especificações ou que difira do indicado nos desenhos do projeto ou qualquer trabalho não previsto, executado sem autorização escrita da fiscalização serão considerados como não aceitáveis ou não autorizados, devendo o construtor remover, reconstruir ou substituir o mesmo em qualquer parte da obra comprometida pelo trabalho defeituoso ou não autorizado, sem direito a qualquer pagamento extra.

Qualquer omissão ou falta por parte da fiscalização em rejeitar algum trabalho que não satisfaça às condições do projeto ou das especificações não eximirá o construtor da responsabilidade em relação a estes.

A negativa do construtor em cumprir prontamente as ordens da fiscalização, de construção e remoção dos referidos materiais e trabalho, implicará na permissão à PREFEITURA MUNICIPAL DE GENERAL SAMPAIO) para promover, por outros meios, a execução da ordem, sendo os custos dos serviços e materiais debitados e deduzidos de quaisquer quantias devidas ao construtor.

6.3.2.8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Somente serão medidos os serviços previstos em contrato, e realmente executados, no projeto ou expressamente autorizados pelo contratante e ainda, desde que executado mediante o de acordo da fiscalização com a respectiva "ordem de serviço", e o estabelecido nestas especificações técnicas.

Salvo observações em contrário, devidamente explicitada nessa Regulamentação de Preços, todos os preços, unitários ou globais, incluem em sua composição os custos relativos a:

x



6.3.2.9 MATERIAIS

Fornecimento, carga, transporte, descarga, estocagem, manuseio e guarda de materiais.

6.3.2.10 MÃO-DE-OBRA

Pessoal, seu transporte, alojamento, alimentação, assistência médica e social, equipamentos de proteção, tais como luvas, capas, botas, capacetes, máscaras e quaisquer outros necessários à execução da obra.

6.3.2.11 VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

Operação e manutenção de todos os veículos e equipamentos de propriedade da contratada e necessária à execução das obras.

6.3.2.12 FERRAMENTAS, APARELHOS E INSTRUMENTOS

Operação e manutenção das ferramentas, aparelhos e instrumentos de propriedade da contratada e necessária à execução das obras.

6.3.2.13 MATERIAIS DE CONSUMO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Combustíveis, graxas, lubrificantes e materiais de uso geral.

6.3.2.14 ÁGUA, ESGOTO E ENERGIA ELÉTRICA

Fornecimento, instalação, operação e manutenção dos sistemas de distribuição e de coleta para o canteiro assim como para a execução das obras.

6.3.2.15 SEGURANÇA E VIGILÂNCIA

Fornecimento, Instalação e operação dos equipamentos contrafogo e todos os demais destinados a prevenção de acidentes, assim como de pessoal habilitado à vigilância das obras.

6.3.2.16 ÔNUS DIRETOS E INDIRETOS

Encargos sociais e administrativos, impostos, taxas, amortizações, seguros, juros, lucros e riscos, horas improdutivas de mão-de-obra e equipamento e quaisquer outros encargos relativos a BDI - Bonificação e Despesas indiretas.



6.3.3 SERVIÇOS PRELIMINARES

6.3.3.1 DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA DO TERRENO

O preparo de terrenos, com vegetação na superfície, será executado de modo a deixar a área da obra livre de tacos, raízes e galhos.

O material retirado será queimado ou removido para local apropriado, a critério da fiscalização, devendo ser tomados todos os cuidados necessários a segurança e higiene pessoal e do meio ambiente.

Deverão ser preservadas as árvores, vegetação de qualidade e grama, localizadas em áreas que pela situação não interfiram no desenvolvimento dos serviços.

Será atribuição da contratada a obtenção de autorização junto ao órgão competente para o desmatamento, principalmente no caso de árvores de porte.

6.4 OBRA CIVIL

6.4.1 ASSENTAMENTOS DE TUBOS E PEÇAS

6.4.2 LOCAÇÃO E ABERTURA DE VALAS

A tubulação deverá ser locada de acordo com o projeto respectivo, admitindo-se certa flexibilidade na escolha definitiva de sua posição em função das peculiaridades da obra.

A vala deve ser escavada de modo a resultar uma seção retangular. Caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admitem-se taludes inclinados.

A largura da vala deverá ser de no mínimo 0,40m. Estas serão escavadas segundo a linha do eixo, obedecendo ao projeto. A escavação será feita pelo processo mecânico ou manual julgado mais eficiente, sendo sua profundidade mínima 0,60m.

O material escavado será colocado de um lado da vala, de tal modo que, entre a borda da escavação e o pé do monte de terra, fique pelo menos um espaço de 0,40m.

A Fiscalização poderá exigir escoramento das valas abertas para o assentamento das tubulações.

X



O escoramento poderá ser do tipo contínuo ou descontínuo a juízo da Fiscalização.

6.4.2.1 MOVIMENTO DE TERRA

6.4.2.1.1 VALA

A vala deve ser escavada de forma a resultar uma seção retangular. Caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admitem-se taludes inclinados a partir do dorso do tubo, desde que não ultrapasse o limite de inclinação de 1:4 quando então deverá ser feito o escoramento pelo Construtor.

Nos casos em que este recurso não seja aplicável, pela grande profundidade das escavações, pela consistência do solo, pelas proximidades de edificações, nas escavações em vias e calçadas etc., serão aplicados escoramentos conforme determinação por parte da fiscalização.

Os serviços de escavação poderão ser executados manual ou mecanicamente. A definição da forma como serão executadas as escavações ficará a critério da fiscalização e/ou projeto em função do volume, situação da superfície e subsolo, posição das valas e rapidez pretendida para execução dos serviços, e outros pareceres técnicos julgados pertinentes.

Nos casos de escavações em rocha, serão utilizados explosivos, e para tanto o Construtor deverá dispor de pessoal especializado.

O material retirado (exceto rocha, modelo e entulho de calçada) será aproveitado para o reaterro, devendo-se, portanto, depositá-lo em distância mínima de 0,40m da borda da vala, de modo a evitar o seu retorno para o interior da mesma. A terra será, sempre que possível colocada em um dos lados da vala.

Quando a escavação for mecânica, as valas deverão ter os seus fundos regularizados manualmente, antes do assentamento da tubulação.

As valas deverão ser abertas e fechadas no mesmo dia, principalmente nos locais de grande movimento, travessias e acessos. Quando não for possível, tornar os devidos cuidados para evitar acidentes.

As valas serão escavadas com a mínima largura possível e para efeito de medição, salvo casos especiais, devidamente verificados e justificados pela FISCALIZAÇÃO, tais como: Terrenos acidentados, obstáculos superficiais, ou



mesmos subterrâneos, serão considerados as larguras de 0,50m e as profundidades do projeto.

Sendo necessário colocar colchão de areia para proteção do tubo.

6.4.2.2 NATUREZA DO MATERIAL DE ESCAVAÇÃO

- Material de 1ª Categoria

Terra em geral, piçarra, rocha mole em adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,10m ou qualquer que seja o teor de umidade que possuam, susceptíveis de serem escavados com equipamentos de terraplanagem dotados de lâmina ou enxada, enxadão ou extremidade alongada se for manualmente.

- Material de 2ª categoria

Material com resistência à penetração mecânica inferior ao granito, argila dura, blocos de rocha inferior a 0,50m³, matacões e pedras de diâmetro médio de 0,15m, rochas compactas em decomposição susceptíveis de serem extraídas com o emprego com equipamentos de terraplanagem apropriados, com o uso combinado de rompedores pneumáticos.

- Material de 3ª Categoria (Escavação em Rocha)

Rochas são materiais encontrados na natureza que só podem ser extraídos com o emprego de perfuração e explosivos. A desagregação da rocha é obtida utilizando-se da força de expansão dos gases devido à explosão. Enquadramos as rochas duras com as rochas compactas vulgarmente denominadas, cujo volume de cada bloco seja superior a 0,50m³ proveniente de rochas graníticas, ganisse, sienito, grés ou calcário duro e rocha de dureza igual ou superior a do granito.

Neste tipo de extração dois problemas importantíssimos chamam a atenção: Vibração e lançamentos produzidos pela explosão. A vibração é resultado do número de furos efetuados na rocha com martetele pneumático e ainda do tipo de explosivos e espoletas utilizados. Para reduzir a extensão, usa-se uma rede para amortecer o material da explosão. Deve ser adotada técnica de perfurar a rocha com as perfuratrizes em pontos ideais de modo a obter melhor rendimento de volume expandido, evitando-se o alargamento desnecessário, o que denominamos de derrocamento.

J



Estas cautelas devem fazer parte de um plano de fuga elaborado pela contratada onde possam estar indicados: As cargas, os tipos de explosivos, os tipos de ligações, as espoletas, método de detonação, fonte de energia (se for o caso).

As escavações com utilização de explosivos deverão ser executadas por profissional devidamente habilitado e deverão ser tornadas pelo menos as seguintes precauções:

A aquisição, o transporte e a guarda dos explosivos deverão ser feitos obedecendo às prescrições legais que regem a matéria.

As cargas das minas deverão ser reguladas de modo que o material por elas expelido não ultrapasse a metade da distância do desmonte à construção mais próxima. A detonação da carga explosiva é precedida e seguida de sinais de alerta.

Destinar todos os cuidados elementares quanto à segurança dos operários, transeuntes, bens móveis, obras adjacentes e circunvizinhanças e para tal proteção usar malha de cabo de aço, painéis etc., para impedir que os materiais sejam lançados à distância. Essa malha protetora deve ter a dimensão de 4m x 3 vezes a largura da cava, usando-se o seguinte material: Moldura em cabo de aço de 3/4", malha de 5/8". A malha é quadrada com 10 cm de espaçamento.

A malha é presa com a moldura, por braçadeira de aço, parafusada e por ocasião do fogo deverá ser atirantada nos bordos cobrindo a cava.

Como auxiliares serão empregadas também umas baterias de pneus para amortecimento da expansão dos materiais.

A carga das minas deverá ser feita somente quando estiver para ser detonada e jamais na véspera e sem a presença do encarregado do fogo (Blaster).

Devido a irregularidades no fundo da vala proveniente das explosões é indispensável a colocação de material que regularize a área para assentamento de tubulação. Este material será: Areia, pó de pedra ou outro de boa qualidade com predominância arenosa.

J



A escavação em pedra solta ou rocha terá sua profundidade acrescida em até 0,15m para colocação de colchão (lastro ou berço) de material selecionado totalmente isento de pedra.

Escavação em Qualquer Tipo de Solo Exceto Rocha

Este tipo de escavação é destinado à execução de serviços para construção de unidades tais como: Reservatórios, escritórios, ETAs, etc. Somente para serviços de rede de água, esgoto e adutora se faz distinção de solo. As escavações serão feitas de modo a não permitir o desmoronamento. As cavas deverão possuir dimensões condizentes com o espaço mínimo necessário.

O material escavado será depositado a uma distância das cavas que não permita o seu retomo, por escorregamento ou enxurrada.

As paredes das cavas serão executadas em forma de taludes, e onde isto não seja possível em terreno de coesão insuficiente, para manter os cortes aprumados, fazer escoramentos.

As escavações podem ser efetuadas por processo manual ou mecânico de acordo com a conveniência do serviço. Não será considerada altura das cavas, para efeito de classificação e remuneração.

- Reaterro Compactado

Os reaterros para serviços de abastecimento d'água ou rede coletora de esgoto serão executados, com material remanescente das escavações, à exceção do solo de 2ª categoria (parcial) e escavação em rocha.

O material deverá ser limpo, isento de matéria orgânica, raízes, rocha, moledo ou entulho, espalhado em camadas sucessivas de: 0,20m se apiloadas manualmente; 0,40m, se apiloadas através de compactador tipo: sapo mecânico ou placa vibratória ou similar. Em solos arenosos consegue-se boa compactação com inundação da vala.

O reaterro deverá envolver completamente a tubulação, não sendo tolerados vazios sob a mesma; a compactação das camadas mais próximas à tubulação deverá ser executada cuidadosamente, de modo a não causar danos ao material assente.

O reaterro deverá ser executado logo em seguida ao assentamento dos tubos, não sendo permitidos que as valas permaneçam abertas de um dia para



o outro, salvo casos autorizados pela fiscalização, sendo que para isso, serão deixados espaços suficientes, de acordo com instruções específicas dos órgãos competentes.

Os serviços de abertura de valas devem ser programados de acordo com a capacidade de assentamento de tubulações, de forma a evitar que, no final da jornada de trabalho, valas permaneçam abertas por falta de tubulações assentadas.

Em casos de terreno lamacento ou úmido, far-se-á o esgotamento da vala. Em seguida consolidar-se-á o terreno com pedras e então, como no caso anterior, lança-se uma camada de areia ou terra convenientemente apiloada.

A compactação deverá ser executada até atingir-se o máximo de densidade possível e ao final da compactação, será deixado o excesso de material, sobre a superfície das valas, para compensar o efeito da acomodação do solo natural ou pelo tráfego de veículos.

Somente após a devida compactação, será observado que o tráfego de veículos não seja prejudicado, pela formação de buracos nos leitos das pistas, o que será evitado fazendo-se periodicamente a restauração da pavimentação.

- Reaterro com Material Transportado de Outro Local

Uma vez verificado o material, que retirado das escavações, não possui qualidades necessárias para ser usado em reaterro, ou havendo volumes a serem aterrados maiores que os materiais à disposição no canteiro, serão feitos empréstimos. Os mesmos serão provenientes de jazidas cuja distância não será considerada pela fiscalização.

Não será aproveitado como reaterro o material escavado de vala cujo solo seja de 2ª categoria parcial e rocha.

Os materiais remanescentes de escavações cuja aplicação não seja possível na obra serão retirados para locais apropriados, a critério da fiscalização.

6.4.2.3 ASSENTAMENTO

Antes do assentamento, os tubos devem ser dispostos linearmente ao longo da vala, bem como as conexões e peças especiais.

Para a montagem das tubulações serão obedecidas, rigorosamente as instruções dos respectivos fabricantes.



Sempre que houver paralisação dos trabalhos de assentamento, a extremidade do último tubo deverá ser fechada para impedir a entrada de corpos estranhos.

A imobilização dos tubos durante a montagem deverá ser conseguida por meio de terra colocada ao lado da tubulação e adensada cuidadosamente, não sendo permitida a introdução de pedras e outros corpos duros.

No caso de assentamento de tubulação com materiais diferentes, deverão ser utilizadas peças especiais (adaptadores) apropriados.

Nas extremidades das curvas das linhas e nas curvas acentuadas será executado um sistema de ancoragem adequado, a fim de resistir ao empuxo causado pela pressão interna do tubo.

Após a colocação definitiva dos tubos e peças especiais na base de assentamento, começa-se a execução do reaterro.

O adensamento deverá ser feito cuidadosamente com soquetes manuais, evitando choque com tubos já assentados de maneira que a estabilidade transversal da canalização fique perfeitamente garantida.

Em seguida o preenchimento continuará em camadas de 0,10m de espessura, com material ainda isento de pedras, até cerca de 0,30m acima da geratriz superior da tubulação. Em cada camada será feito um adensamento manual somente nas partes laterais, fora da zona ocupada pelos tubos.

O reaterro descrito acima, numa primeira fase, não será aplicado na região das juntas, estas só serão cobertas após o cadastro das linhas e os ensaios hidrostáticos a serem realizados.

A tubulação deve ser testada por trechos com extensões não superiores a 500m.

6.4.2.4 CADASTRO

Deverá ser apresentado o cadastro das tubulações constando o mesmo de plantas e perfis na escala indicada pela fiscalização, codificando todos os pontos onde houver peças apresentando detalhes das mesmas devidamente referenciadas para fácil localização.

J



6.4.2.5 CAIXAS DE REGISTROS E VENTOSAS

As caixas de registros e ventosas serão executadas de acordo com o projeto específico.

6.4.2.6 ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

Os tubos poderão ser armazenados ao tempo. Peças, conexões e anéis ficarão no interior do almoxarifado e deverão ser estocados em grupos, de acordo com o seguinte critério:

Tipo de peças e diâmetro.

6.4.2.7 TRANSPORTE, CARGA E DESCARGA DE MATERIAIS

O veículo utilizado no transporte deve ser adaptado ao tipo de material a transportar. Quando se tratar de tubos transportados por caminhão, a sua carroceria deverá ter as dimensões necessárias para que não sobrem partes dos tubos fora do veículo.

A carga e descarga dos materiais devem ser feitas manualmente ou com dispositivos compatíveis com os mesmos. As operações devem ser feitas sem golpes ou choques.

Ao proceder-se a amarração da carga no veículo deve-se tomar precauções para que as amarras não danifiquem os tubos. A fixação deve ser firme, de modo a impedir qualquer movimento da carga em trânsito.

Somente será permitida a descarga manual para os materiais que possam ser suportados por duas pessoas. Para os materiais mais pesados, deverão ser utilizados dispositivos adequados como pranchões, talhas, guindastes, etc.

Jamais será permitido deixar cair o material sobre o solo ou se chocar com outros materiais.

Na descarga, não será permitida a formação de estoque provisório. Deverá os materiais ser encaminhados aos lugares preestabelecidos para a estocagem definitiva.

A movimentação dos materiais deve ser feita com cuidados apropriados para que não sejam danificados.

Não será permitido que fossem arrastados pelo chão, devendo para tanto ser empregadas talhas, carretas, guinchos, etc.



Para movimentação dos materiais, não devem ser empregados guinchos, cabos de aço e correntes com patolas desprotegidas. Os ganchos devem ser envolvidos com borracha ou lona.

6.5 SERVIÇOS DE CONCRETOS

6.5.1 CONCRETO SIMPLES

O concreto simples, bem como os seus materiais componentes, deverá satisfazer as normas, especificações e métodos da ABNT.

O concreto pode ser preparado manual ou mecanicamente.

Manualmente, se for concreto magro nos traços 1:4:8 para base de piso, lastros, sub-bases de blocos e cintas, etc., em quantidade até 350 litros de amassamento.

Mecanicamente, se for concreto gordo no traço 1:3:6 para blocos de ancoragens, base de caixas de visitas, peças pré-moldadas, etc.

Normalmente adota-se um consumo mínimo de 175 kg de cimento/m³ de concreto magro e 220 kg de cimento/m³ para concreto gordo.

O concreto simples poderá receber adição de aditivos impermeabilizantes ou outros aditivos quando for o caso.

6.6 CONCRETO ESTRUTURAL

O consumo de cimento não deve ser inferior a 300 kg por m³ de concreto.

A pilha de sacos de cimento não poderá ser superior a 10 sacos e não devem ser misturados aos lotes de recebimento de épocas diferentes, de maneira a facilitar a inspeção, controle e emprego cronológico deste material básico. Todo cimento com sinais indicativos de hidratação será rejeitado.

O emprego de aditivos é frequentemente utilizado e o preparo é exclusivamente mecânico, salvo casos especiais.

- Dosagem

A dosagem poderá ser não experimental ou empírica e racional. No primeiro caso, o consumo mínimo é de 300 kg de cimento/m³ de concreto, a tensão de ruptura $T_c = 28$ deverá ser igual ou maior que 125 kg/cm², previstos nos projetos. A proporção de agregado miúdo no volume total será fixada entre 30% e 50%, de maneira a obter-se um concreto de trabalhabilidade adequada a



seu emprego. A quantidade de água será mínima e compatível com o ótimo grau de estanqueidade.

- Amassamento ou mistura

O concreto deverá ser misturado mecanicamente, de preferência em betoneira de eixo vertical, que possibilite maior uniformidade e rapidez na mistura.

A ordem de colocação dos diferentes componentes do concreto na betoneira é o seguinte:

Camada de brita;

Camada de areia;

A quantidade de cimento;

O restante da areia e da brita.

Depois do lançamento no tambor, adicionar a água com aditivo, o tempo de revolução da betoneira deverá ser no máximo de 2 minutos com todos os agregados.

- Transporte

O tempo decorrido entre o término de alimentação da betoneira e o término do lançamento do concreto na fôrma deve ser inferior ao tempo de pega.

O transporte do concreto deverá obedecer a condições tais que evitem a segregação dos materiais, a perda da argamassa e a compactação do concreto por vibração.

Os equipamentos usados são carro-de-mão, carro transporte tipo dumper, e equipamentos de lançamento tipo bomba de concreto, e caminhões betoneira.

O concreto será lançado nas fôrmas, depois das mesmas estarem limpas de todos os detritos.

- Lançamento

Deverá ser efetuado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustações de argamassas nas paredes das fôrmas e nas armaduras.

A altura de queda livre não poderá ultrapassar a 1,5m, e para o caso de concreto aparente o lançamento deve ser feito paulatinamente. Para o caso de peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral da fôrma, ou por meio de funis ou trombas.



Recomenda-se lançar o concreto em camadas horizontais com espessura não superior a 45 cm, ou 3/4 do comprimento da agulha do vibrador. Cada camada deve ser lançada antes que o precedente tenha tido início de pega, de modo que as duas sejam vibradas conjuntamente.

Se o lançamento não for direto dos transportes, deverá a quantidade de concreto transportado ser lançado numa plataforma de 2,0m x 2,0m, revestido com folha de aço galvanizado e com proteção lateral, numa altura de 0,15m para evitar a saída da água.

- Adensamento

O adensamento do concreto deve ser feito por meio de vibrador. Os vibradores de agulha devem trabalhar e ser movimentados verticalmente na massa de concreto, devendo ser introduzidos rapidamente e retirados lentamente, em operação que deve durar de 5 a 10 segundos. Devem ser aplicados em pontos que distem entre si cerca de 1,5 vezes o seu raio de ação.

O adensamento deve ser cuidadoso, para que o concreto preencha todos os recantos da fôrma.

Durante o adensamento deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não se formem nichos ou haja segregações dos materiais; dever-se-á evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízo à aderência.

Os vibradores de parede só deverão ser usados se forem tomados cuidados especiais, no sentido de se evitar que as armaduras saiam da posição. Não será permitido empurrar o concreto com vibrador.

- Cura

Deverá ser feita por qualquer processo que mantenha as superfícies úmidas e dificulte a evaporação da água de amassamento do concreto. Deve ser iniciada tão logo as superfícies expostas o permitirem (após o início da pega) e prosseguir pelo menos durante os sete primeiros dias, após o lançamento do concreto, sendo recomendável a continuidade por mais tempo.

- Junta de concretagem

Este tipo de junta ocorre quando, devido a paralisação prevista ou imprevista na concretagem, o concreto da última camada lançada iniciou a pega, não permitindo, portanto, que uma nova camada seja lançada e vibrada com ela.

X



As juntas devem ser preferivelmente localizadas nas seções tangenciais mínimas, ou seja:

Nos pilares devem ser localizados na altura das vigas;

Nas vigas bi-apoiadas devem ser localizadas no terço central do vão;

Nos blocos devem ser localizadas na base do pilar;

Nas paredes bi-engastadas devem ser localizadas acima do terço inferior;

Nas paredes em balanço devem ser localizadas a uma altura, no mínimo igual à largura da parede.

A junta deve ser tratada por qualquer processo que elimine a camada superficial de nata de cimento, deixando os grãos de atestado parcialmente expostos, a fim de garantir boa aderência do concreto seguinte.

Pode-se empregar qualquer dos métodos seguintes:

Jato de ar e água na superfície da junta após o início do endurecimento;

Jato de areia, após 12 horas de interrupção;

Picoteamento da superfície da junta, após 12 horas de interrupção;

Passar a escova de aço e logo após, lavar a superfície e aplicar argamassa de concreto ou pintura tipo colmax 2 mm de camada; O lançamento do novo concreto deve ser imediatamente precedido do lançamento de uma nova de 01 a 03cm de argamassa sobre a superfície da junta. O traço dessa argamassa deve ser o mesmo do concreto, excluído o agregado miúdo.

- Reposição do concreto falho

Todo e qualquer reparo que se faça necessário executar para corrigir defeitos na superfície do concreto e falhas de concretagem, deverão ser feitos pela empreiteira, sem ônus para a SRH, executados após a desforma e teste de operação de estrutura, a critério da fiscalização.

São discriminados a seguir os principais tipos de falhas:

Cobertura insuficiente de armadura.

Deve ser adotada a seguinte sistemática:

Demarcação de área a reparar;

Apiloamento da superfície e limpeza;

“Chapisco com peneira 1/4”, com argamassa de traço igual ao concreto (optativo);

J



Aplicativo de adesivo estrutural na espessura máxima de 1mm sobre a superfície perfeitamente seca;

Aplicação de argamassa especialmente dosada, por gunitagem ou 1º ufo (chapeamento);

Proteção da superfície contra ação de chuva, sol e vento;

Aplicação da segunda demão de argamassa para uniformizar a superfície, após 24 horas de aplicação da primeira demão;

Alisamento da superfície com desempenadeira metálica;

Proteção da superfície contra intempérie usando-se verniz impermeabilizante, cobertura plástica ou camada de areia, molhando-se periodicamente durante 5 dias.

Obs.: No caso de paredes e tetos, a espessura de cada camada em cada aplicação, não deve exceder a 1cm.

- Desagregação de concreto

Esta falha, que resulta num concreto poroso, deve ser corrigida pela remoção da porção defeituosa ou pelo preenchimento dos vazios, com nata ou argamassa especial e aplicação adicional de uma camada de cobertura, para proteção de armadura. A solução deve ser adotada, tendo em vista a extensão da falha, sua posição (no piso, na parede ou no teto da estrutura) e sua influência na resistência ou na durabilidade da estrutura. Para recomposição da parte removida, deve-se adotar a mesma seqüência já referida.

- Impermeabilização

Toda e qualquer impermeabilização realizada nas obras deverá obrigatoriamente ser realizada com a aplicação de manta asfáltica, de espessura mínima de 4 mm, executada por pessoal qualificado. É obrigatória a entrega de termo de garantia dos serviços de impermeabilização.

- Vazamentos

Será adotada a seguinte sistemática:

Demarcação, na parte externa e na pane interna, da área de infiltração;

Remoção da porção defeituosa;



Mesma sequência já referida.

- Trincas e fissuras

É necessário verificar se há movimento na trinca ou fissura, e qual a amplitude desse movimento, para escolha do material adequado para vedação.

Quando a trinca ou fissura puder ser transformada em junta natural, adota-se a seqüência:

Demarcação da área a tratar: abertura da trinca ou fissura, de tal modo que seja possível introduzir o material de vedação;

Na amplitude máxima da trinca introduzem-se cunhas de aço inoxidável a fim de criar tensões que impeçam o fechamento;

Aplicação de material de plasticidade perene, fortemente aderente ao concreto. Esses materiais são elastômeros, cuja superfície de contato com o ar se polimeriza obtendo resistência física e química, mantendo, entretanto, a flexibilidade e elasticidade.

Quando deve ser medida a continuidade monolítica da estrutura, adotar a seguinte sistemática:

Repetem 1; 2; e 3 do item anterior;

Aplica-se uma película de adesivo estrutural;

Aplica-se argamassa especial semi-seca, que permita adensamento por percussão, na qual se adiciona aglutinante de ruga rápida e adesivo expensor.

Quando não há tensões a considerar e é desejado apenas vedar a trinca, adotar a seguinte sistemática;

Executam-se furos feitos com broca de diamante ao longo da trinca, espaçados de 10 cm e com 5 cm de profundidade, sem atingir a armadura;

Cobre-se a trinca com um material adesivo, posicionando os tubinhos de injeção;

Injeta-se material selante adesivo (epóxi) com bomba elétrica ou manual apropriado.

6.7 FÔRMAS

Todas as fôrmas para concreto armado serão confeccionadas em folhas de compensado com espessura mínima de 12mm, para utilização repetidas no máximo 4 vezes. A precisão na colocação de formas será de 5mm (mais ou menos).



Para o caso de concreto não aparente, se aceita o compensado resinado, entretanto, visando a boa técnica, a qualidade e aspecto plastificado, pode-se adotar preferencialmente o compensado plastificado.

Serão aceitos, também formas em virolas, tábuas de pinho, desde que sejam para concreto rebocado e estrutura de até 2 pavimentos de obras simples. Não são válidas para obras em que haja a montagem de equipamentos vibratórios.

Nas costelas não serão admitidos ripões, devendo ser as mesmas preparadas a partir da tábua de pinho ou virola de 1" de espessura.

Nas lajes onde houver necessidade de emendas de barrotes, as mesmas não deverão coincidir com suas laterais.

No escoramento (cimbramento) serão utilizados de preferência barrotes de seção quadrada com 10cm ou cilíndrico tipo estronca com 12cm de diâmetro.

As fôrmas deverão ter as amarrações e escoramentos necessários, para não sofrerem deslocamento ou deformações quando do lançamento do concreto e não se deformarem, também sob a ação das cargas e das variações de temperatura e umidade.

As passagens de canalizações através de quaisquer elementos estruturais deverão obedecer rigorosamente às determinações do projeto, não sendo permitida a mudança de posição das mesmas, salvo em casos especiais.

As peças que transmitirão os esforços de barroteamento das lajes para escoramento deverão ser de madeira de pinho de 3" ou virola, com largura de 15cm e espessura de 1". O escoramento da laje superior deverá ser contraventado no sentido transversal, a cada 3,0m de desenvolvimento longitudinal, com peças de madeira de pinho de 3" ou virola e espessura de 1". A posição das fôrmas (prumo e nível) será objeto de verificação permanente, principalmente durante o lançamento do concreto.

Para um bom rendimento do madeirite, facilidade de desforma e aspecto do concreto, as formas devem ser tratadas com molde liso ou similar, que impeçam aderência do concreto à fôrma. Os pregos serão rebatidos de modo a ficarem embutidos nas fôrmas.

Por ocasião da desforma não serão permitidos choques mecânicos. Será permitida a amarração das fôrmas com parafusos especiais devidamente



distribuídos, se for para concreto aparente, ou a introdução de ferros de amarração nas fôrmas através da ferragem do concreto.

Deverão ser observadas, além da reprodução fiel do projeto, a necessidade ou não de contra-flecha, superposições de pilares, nivelamento das lajes e vigas, verificação do escoramento, contraventamento dos painéis e vedação das formas para evitar a fuga da nata de cimento.

O caibramento será executado de modo a não permitir que, uma vez definida as posições das formas, seus alinhamentos, e prumadas ocorrem seções e prumadas, ocorram deslocamentos de qualquer espécie antes, durante e após. Deverão ser feitos estudos de posicionamento e dimensionamento do conjunto e seus componentes, para que por ocasião da desforma, sejam atendidas as seções e cotas determinadas em projetos. As peças utilizadas para travesso contranivelamento etc. deverão possuir seção condizente com as necessidades. Nenhuma peça componente deverá possuir mais que uma emenda em 3m e esta emenda situa-se sempre fora do terço médio. O caibramento poderá também ser efetuado com estrutura de aço tubular.

Prazo mínimo para retirada das formas: Faces laterais 3 dias; Faces inferiores 14 dias com escoras; Faces inferiores 21 dias com pontalete.

6.8 ARMADURAS

Observar-se-á na execução das armaduras se o dobramento das barras confere com projeto das armaduras o número de barras e suas bitolas, a posição correta dos mesmos amarração e recobrimento.

Não será permitido o número de barras, diâmetros, bitolas e tipos de aço, a não ser com autorização por escrito do autor do projeto.

As armaduras, antes de serem colocadas nas formas, deverão ser perfeitamente limpas de quaisquer detritos ou excessos de oxidação. As armaduras deverão ser colocadas nas formas de modo a permitir um recobrimento das mesmas pelo concreto. Para tanto poderão ser utilizados calços de concreto, pré-moldados ou plásticos. Estes calços deverão ser colocados com espaçamento conveniente.

As emendas de barras da armadura deverão ser feitas conforme o projeto. O não previsto só poderão ser localizadas e executadas conforme o item 6.3.5 da NB-1 (ABNT).



As armaduras a serem utilizadas deverão obedecer às prescrições da EB-3, e EB-233, da ABNT.

6.9 TUBOS, CONEXÕES E ACESSÓRIOS

6.9.1 FERRO FUNDIDO

- Geral

Todos os tubos e conexões de ferro fundido deverão ser revestidos com argamassa de cimento, exceto aqueles usados para drenos, os quais não receberão revestimento.

- Tubos

Os tubos de ferro fundido deverão ser fabricados pelo processo de centrifugação, de acordo com as Especificações Brasileiras EB-137 e EB-303.

As juntas do tipo ponta e bolsa elástica (com anel de borracha), e juntas mecânicas (do tipo Gibault) deverão estar em conformidade com as especificações EB-137 e EB-303, classe normal da ABNT.

As juntas flangeadas deverão obedecer a Norma PB-15 da ABNT.

O assentamento das tubulações deverá obedecer às normas da ABNT-126 e ao indicado no item especial das presentes especificações.

- Conexões

Todas as conexões de ferro fundido deverão ser fabricadas de conformidade com a Norma PB-15 da ABNT.

Os tipos de juntas de ligação para as conexões serão as mesmas especificadas para os tubos e deverão obedecer às normas já citadas para os tubos.

As arruelas para as juntas flangeadas serão fabricadas em placas de borracha vermelha.

Os anéis de borracha para as juntas mecânicas e elásticas deverão estar de acordo com a Norma EB-137 da ABNT

- PVC RÍGIDO

Os tubos de PVC rígido com ponta e bolsa e anel de borracha (PBA) deverão ser da classe indicada no projeto.

Classe 12 para pressão de serviço até 60 m.c.a.

Classe 15 para pressão de serviço até 75 m.c.a.

[Handwritten signature]



Classe 20 para pressão de serviço até 100 m.c.a.

Fabricados de acordo com a EB-123 da ABNT, corre Diâmetro Nominal (DN) conforme indicado no projeto.

O assentamento das tubulações deverá obedecer a PNB-115 da ABNT.

- Válvulas e Aparelhos

Registro de Gaveta Chato Com Flanges e Volante

Registro de gaveta, série métrica chata, corpo e tampa em feno fundido dúctil NBR 6916 classe 42012, cunha e anéis do corpo em bronze fundido ASTM 862, haste fixa corri rosca trapezoidal em aço inox, conforme a ASTM A-276 GR410, junta corpo/tampa, em borracha ABNT EB362, gaxeta em amianto grafitado, extremidades flangeadas conforme ISO 2531 PN 16 (pressão de trabalho 16 BAR) e acionamento através de volante. Padrão construtivo ABNT PB 816 parte 1.

Ventosas Simples Com Flange Ou Com Rosca (Conf. Projeto)

Ventosas simples com flange ISO 2531 PN10, corpo, tampa e flange em feno fundido dúctil NBR 6916 classe 42012, niple de descarga em latão, flutuador esférico é junta em borracha, padrão construtivo barbará ou similar.

Ensaio Da Linha

Serão efetuados de acordo com as exigências das normas da ABNT.

Ensaio De Pressão Hidrostática

Deverá ser observada a seguinte sistemática:

Enche-se lentamente de água a tubulação;

Aplica-se pressão de ensaio de acordo com a pressão de serviço com que a linha irá trabalhar;

O ensaio deverá ter a duração de uma hora;

Durante o teste a canalização deverá ser observada em todos os seus pontos.

Ensaio De Estanqueidade

Uma vez concluído satisfatoriamente o ensaio de pressão, deverá ser verificado se, para manter a pressão de ensaio foi necessário algum suprimento de água.

J



Se for o caso, este suprimento deverá ser medido e a aceitação da adutora ficará condicionada a que o valor obtido seja inferior ao dado pela fórmula: $Q = NDP \sqrt[3]{13.992}$ onde:

Q = vazão em litros/hora;

N = número de juntas da tubulação ensaiada;

D = diâmetro da tubulação;

P = pressão média do teste em kg/cm.

limpeza e desinfecção

O construtor fornecerá todo o equipamento, mão-de-obra e materiais apropriados para a desinfecção das tubulações assentadas.

A desinfecção será pelo fechamento das válvulas ou por tamponamento adequados. A desinfecção se processará da seguinte forma:

Utilizando-se um alimentador de solução de água e cloro, isto é, um tipo de clorador, à medida que a tubulação for cheia de água, mas de tal forma que a dosagem aplicada não seja superior a 50 mg /l.

Cuidados especiais deverão ser tornados para evitar que fortes soluções de água clorada, aplicada as tubulações em desinfecção, possam refluir a outras tubulações em uso.

Com o teste simultâneo de vazamento, será considerada a vazão de água clorada que entrar na tubulação em desinfecção, menos a vazão resultante medida nos tamponamentos, ou nas válvulas situadas nas extremidades opostas às extremidades de aplicação de água clorada.

O índice de vazamento tolerado não deverá ultrapassar a 4 litros para cada 1600 m de extensão da tubulação em teste, durante 24 horas. A fiscalização, para cada teste dará o seu pronunciamento.

A água clorada para desinfecção deverá ser mantida na tubulação o tempo suficiente, a critério da fiscalização, para a sua ação germicida. Este tempo será, no mínimo de 24 horas consecutivas. Após o período de retenção da água clorada, os resíduos de cloro nas extremidades dos tubos e outros representativos, serão no mínimo, de 25 mg/l. O processo de cloração especificado será repetido, se necessário e a juízo da fiscalização, até que as amostras demonstrem que a tubulação está esterilizada.



Durante o processo de cloração da tubulação, as válvulas e outros acessórios serão mantidos sem manobras, enquanto as tubulações estiverem sob cargas de água fortemente clorada. As válvulas que se destinarem a ligações com outros ramais do sistema permanecerão fechadas até que os testes e os resultados finais dos trechos em carga estejam finalizados.

Após a desinfecção, toda a água de tratamento será esgotada da tubulação e suas extremidades.

Análises bacteriológicas das amostras serão feitas pela Contratante e caso venham a demonstrar resultados negativos da desinfecção das tubulações, o Construtor ficará obrigado a repetir os testes, tantas vezes quantas exigidas pela fiscalização e correção por sua conta integral, não somente a obrigação de fornecer a Contratante as conexões e aparelhos necessários para a retirada das amostras de água, como também as despesas para repetição do processo de desinfecção.

Na lavagem deverão ser utilizadas, sempre que possível velocidade superior a 0,75 m/s.

6.9.2 CONJUNTO MOTO BOMBAS

6.9.3 FORNECIMENTO E INSTALAÇÕES DE SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

- Geral

Os conjuntos moto-bombas submersos a serem fornecidos seguirão as exigências da CAGECE/SRH e demais normas de fabricantes instalados no Brasil, com as seguintes características básicas:

Motores rebobináveis, trifásico ou monofásico, potência adequada ao consumo do bombeador. Opcionalmente os conjuntos moto-bombas com potências até 3cv, poderão ser fornecidos com motores tipo blindados, totalmente em aço inoxidável, hermeticamente fechado.

O bombeador deverá ser multiestágio, cujo dimensionamento seguirá sempre a faixa ótima de rendimento do modelo, com a apresentação da planilha de teste de performance por equipamento.

As características complementares do bombeador e do motor estão expressas na tabela abaixo:



BOMBEADOR

COMPONENTES	ESPECIFICAÇÕES
Eixo	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 420 ou 304
Corpo da Bomba	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 304
Estágios	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Corpo da válvula de retenção	Aço inox AISI 304 ou Bronze
Corpo de Sucção	Aço inox AISI 304 ou Níquel
Rotores	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Difusores	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Bucha de desgaste	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Bucha de guia	Aço inox AISI 304 ou Borracha Nítrica
Acoplamento	Aço inox AISI 304 ou Bronze

MOTOR

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICAÇÕES
Eixo	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 420 ou 306 ou 304
Extrator	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 304 ou Aço silício
Mancal Axial	Aço inox AISI 304 ou Cerâmica carbonato
Suporte superior	Aço inox AISI 304
Suporte inferior	Aço inox AISI 304
Carcaça	Aço inox AISI 304

- Pintura dos Equipamentos

Todas as superfícies metálicas, não condutoras de corrente elétrica, deverão ser pintadas e submetidas tratamento adequado, o qual deverá proporcionar boa resistência a óleos e graxas em geral, garantindo durabilidade,

inalterabilidade das cores, resistência à corrosão, boa aparência e fino acabamento.

Os armários dos painéis dos quadros de comando deverão receber pintura eletrostática e acabamento em pintura sintética.

- Abrigo para quadro de comando

A construção do abrigo será executada com fechamento em alvenaria de tijolo maciço assentado de meia vez com reboco constituído de argamassa de cimento e areia e deverá ser pintado com tinta branca à base de cal até três demãos.

Deverá ser instalado, na parte externa, pontos de luz sobre a porta, abaixo da laje de cobertura e através da instalação de um cachimbo de PVC que deverá servir para entrada da fiação do quadro elétrico. Estes serviços deverão ser executados rigorosamente de acordo com o projeto, dimensões e padrões contidos nos desenhos de detalhes, levando-se em consideração a distância das unidades.

- Proteção para poços tubulares

A proteção do poço tubular consistirá em dois anéis pré-moldados de concreto e tampa também em concreto. O assentamento dos anéis deverá ser feito sobre a laje de proteção construída conforme especificado em projeto. Feita a colocação dos anéis, deverá ser colocada a tampa com sub-tampa que servirá de acesso às instalações. A sub-tampa deverá ser alinhada verticalmente com a boca do poço.

- Serviços Hidráulicos e Elétricos para montagem de Equipamentos

Para instalação de bombas submersas serão necessários dois pares de braçadeiras, adequadas ao diâmetro externo dos tubos de recalque, bem como de um dispositivo de elevação confiável (tipo tripé) com capacidade de carga adequada aos serviços.

Antes de a instalação verificar se o conjunto moto-bomba não foi danificado no transporte; se o cabo não sofreu ruptura na isolação e examinar a voltagem do equipamento (placa de identificação) para ver se corresponde à voltagem da rede onde será ligada.

Para união dos cabos das bombas submersas com os cabos de alimentação que estiverem dentro do poço, em contato com a água, será



necessária a utilização de isolamento tipo mufla, apropriado e recomendado para uso dentro da água.

A ligação do cabo elétrico ao conjunto moto-bomba deve ser feita antes da ligação ao painel de comando elétrico.

Para içar e descer o conjunto moto-bomba deverá ser usado um pendurador ou cabeçote, bem como trava mecânica para interromper a descida e fazer a conexão dos tubos.

Não se esquecer de encher a bomba com água antes de descê-la.

- Quadro Elétrico de Comando e Proteção

Os quadros deverão ser instalados no interior da casa de proteção de um só compartimento, construída em alvenaria e seu acesso se fará através de portinhola com trinco ou maçaneta, conforme projeto.

Os quadros de comando e proteção dos conjuntos moto-bomba, a serem fornecidos seguirão os padrões do SISAR, com as seguintes características básicas:

Dimensionamento de acordo com a potência do equipamento de bombeio ao sistema, e composto com:

Para conjuntos até 3,0cv (inclusive): contator, relê bi-metálico, relê falta de fase, relê de nível com eletrodos, timer de programação, horímetro, voltímetro, chave comutadora, chave seccionadora, botoeira liga/desliga, chave seletora manual/automático, fusíveis de força, e comando.

Para conjuntos acima de 5,0cv: contator, relê bi metálico, relê falta de fase, relê de nível com eletrodos, timer de programação, horrífero 220 v 6 dígitos, voltímetro 96x96 com comutador, transformador de corrente, amperímetro 96x96 com comutador, chave softstarter, chave seccionadora tripolar, botoeira liga/desliga, chave seletora manual/automático, canaleta de proteção de fios, fusíveis de força, e comando.

- Garantia.

A contratada deverá apresentar, juntamente com os equipamentos, um "Termo de Garantia", fornecido pelo fabricante, que deverá cobrir quaisquer defeitos de projeto, fabricação, falha de material, relativamente ao fornecimento.

Este "Termo de Garantia" deverá ter validade mínima de 12 meses a partir da data de entrega



7. MEMORIAL DE CALCULOS

7.1 PROJEÇÃO POPULACIONAL E DE VAZÕES

Demanda de população

P= População calculada
Nº unid. Número de ligações 45
Tx= número de ocupantes por ligação 4,0

$$P = N^{\circ} \text{ unid. Hab.} * Tx. \text{ Ocupação} =$$

P=

180	início projeto
-----	----------------

Ou seja, população atual multiplicado pela taxa de ocupação que em situação é de 04 pessoas por ligação totalizando 1956 hab.

Já a demanda de crescimento será utilizada de 2%.

Pp=População de projeto hab
P=População atual 180
Tc=Taxa de crescimento 2% 2,00
Projeção de Atendimento em anos 20

$$Pp = P \times (1+Tc)^{20}$$

Pp= 267

Para esse projeto usa-se o valor para 20 anos com total de

267	Habitantes
-----	------------

DEMANDA DE CONSUMO

VAZÃO MEDIA DE CONSUMO

Qm=Vazão média l/s
Pp=População de projeto 267
Consumo per capita em l/hab/dia 100
Tempo em segundos dias 86400

$$Qm = (Pp \times \text{consumo per capita}) / 86400$$

Qm=

0,31	L/ S
1,11	m³ / h

VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO

Qmd=Vazão média diária l/s
Qm=Vazão média 0,31
K1= coeficiente adotado para dimensionamento 1,2

$$Qmd = Qm * K1$$

Qmd=

0,37	L/s
1,34	m³/h



VAZÃO DA HORA DE MAIOR CONSUMO

Qmh = Vazão máxima horária - l/s
 Qmd = Vazão do dia de maior consumo - l/s 0,37
 K2 - coeficiente de dimensionamento 1,5

$$Qmh = Qmd * K2$$

Qmh =	0,56	L/s
Qmh =	2,006	m³/h

OBS: A válvula redutora de pressão deve ser instalada na saída da caixa de injetamento, garantindo uma pressão máxima de 30mca na saída.

7.2 DIMENSIONAMENTO DE ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução

Tempo de Bombeamento (T _b) -----	:	16,00	h
Coef. dia de maior consumo (k ₁) -----	:	1,2	
Vazão do Sistema adução calculada : Q _{AAT(10)}	:	1,64	m³/h
	:	0,46	L/s
	:	0,0005	m³/s
Vazão do Sistema adução calculada : Q _{AAT(20)}	:	2,00	m³/h
	:	0,56	L/s
	:	0,0006	m³/s

2. Características Geométricas da Captação

Tipo de Manancial -----	:	INJETAMENTO	
Cota do NA da Captação (CTC) -----	:	133,00	m
Pressão disponível na captação -----	:	30,00	m

3. Adutora de Água Tratada - AAT

3.1. Diâmetro Econômico

Material -----	:	PVC PBA	
Comprimento (L) -----	:	819,90	m
Diâmetro Econômico (D') : 1,2 x Q _{0,5}	:	28,28	mm
Diâmetro Adotado (D) : Diâmetro Nominal	:	50,0	mm

Velocidade (V)	$\frac{Q}{p \times (D/2)^2}$	Diâmetro Interno	54,6 mm
			0,24 m/s
Altura piezométrica na captação (Nmc)			163,00 m
Nível de jusante (Nr)			146,26 m
Altura da ETA			6,00 m
Desnível Geométrico (Hg)	$Hg = Nr - Nmc + Ar$		10,74 m

4. Adutora de Água Tratada - AAT

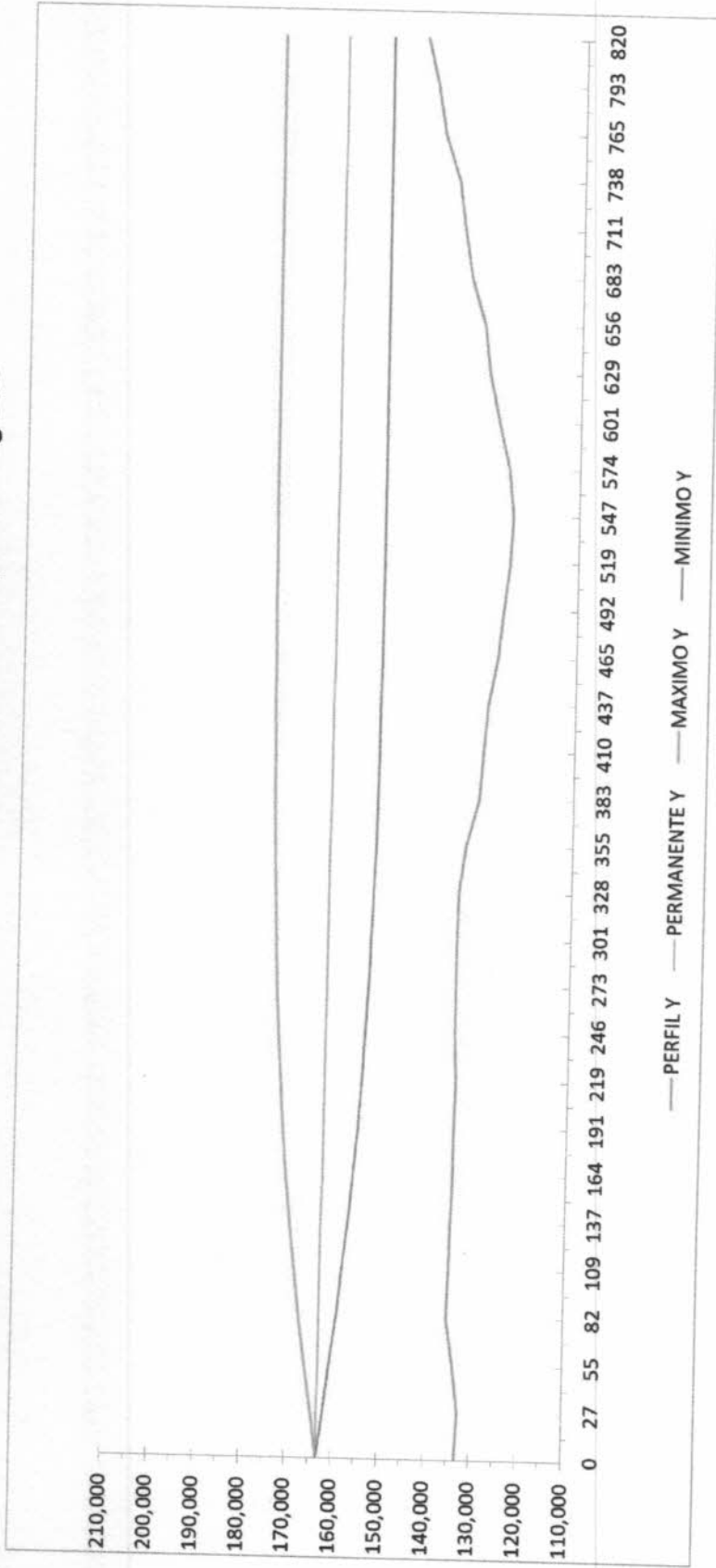
4.1. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

4.1.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação

Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)	PVC	135
Coefficiente de rugosidade (k)	PVC	0,10
Perda de Carga por Comprimento (J)	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0,001635 m/m
Perda de Carga Distribuída (hfr)	$J \times L$	1,341 m

Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)	PVC	135
Coefficiente de rugosidade (k)	PVC	0,10
Perda de Carga total ao longo da adutora (h _f)	h_f	10,74 m
Perda de Carga por Comprimento (J)	h_f / L	0,013099 m/m
Vazão calculada na adutora (Q)	$0,279 \times C \times D^{2,63} \times J^{0,54}$	0,0017 m ³ /s
Velocidade (V)		1,73 L/s
		0,74 m/s

Resultados da simulação de transiente da AAB considerando fechamento rápido do registro



Como não foram encontradas pressões negativas, concluímos que não foi necessária a adoção de dispositivos de proteção contra golpes de aríete.

(Handwritten signature)

Prefeitura Municipal de General Sampaio.
 R. José Severino Filho, 257 - Sagrado Coração de Jesus - CE, 62738-000
 TELEFONE PARA CONTATO: (88) 3357-1088



PRESSÃO											
PERMANENTE X	PERMANENTE Y	MAXIMO X	MAXIMO Y	MINIMO X	MINIMO Y	PERFIL X	PERFIL Y	DECLIVIDADE	CAVITAÇÃO X	CAVITAÇÃO Y	
0,00	30,00	0,00	30,00	0,00	30,00	0,000	133,080	-	0,000	123,080	
27,33	29,94	27,33	31,43	27,33	28,66	20,000	132,665	-0,021	20,000	122,665	
54,66	28,30	54,66	31,24	54,66	25,78	40,000	133,832	0,058	40,000	123,832	
81,99	27,70	81,99	32,03	81,99	23,99	80,000	135,269	0,036	80,000	125,269	
109,32	28,01	109,32	33,63	109,32	23,19	100,000	134,958	-0,016	100,000	124,958	
136,65	28,16	136,65	34,97	136,65	22,34	120,000	134,811	-0,007	120,000	124,811	
163,98	28,28	163,98	36,15	163,98	21,57	160,000	134,543	-0,007	160,000	124,543	
191,31	28,37	191,31	37,15	191,31	20,90	180,000	134,447	-0,005	180,000	124,447	
218,64	28,27	218,64	37,84	218,64	20,17	208,391	134,327	-0,004	208,391	124,327	
245,97	27,95	245,97	38,21	245,97	19,30	240,000	134,721	0,012	240,000	124,721	
273,30	27,92	273,30	38,74	273,30	18,84	260,000	134,711	0,000	260,000	124,711	
300,63	27,96	300,63	39,24	300,63	18,56	300,000	134,616	-0,002	300,000	124,616	
327,96	28,60	327,96	40,27	327,96	18,92	320,000	134,457	-0,008	320,000	124,457	
355,29	30,51	355,29	42,49	355,29	20,63	340,000	133,129	-0,066	340,000	123,129	
382,62	32,07	382,62	44,31	382,62	22,04	380,000	130,469	-0,067	380,000	120,469	
409,95	33,12	409,95	45,57	409,95	22,98	400,000	129,671	-0,040	400,000	119,671	
437,28	34,16	437,28	46,79	437,28	23,95	420,000	128,874	-0,040	420,000	118,874	
464,61	35,50	464,61	48,28	464,61	25,25	460,000	127,037	-0,046	460,000	117,037	
491,94	36,88	491,94	49,78	491,94	26,60	480,000	125,997	-0,052	480,000	115,997	
519,27	37,69	519,27	50,69	519,27	27,40	506,118	124,819	-0,045	506,118	114,819	
546,60	37,52	546,60	50,61	546,60	27,24	540,000	124,288	-0,016	540,000	114,288	
573,93	35,93	573,93	49,10	573,93	25,66	560,000	125,370	0,054	560,000	115,370	
601,26	34,25	601,26	47,50	601,26	24,01	600,000	127,723	0,059	600,000	117,723	
628,59	32,02	628,59	45,34	628,59	21,81	627,555	129,911	0,079	627,555	119,911	



Prefeitura Municipal de General Sampaio.
R. José Severino Filho, 257 - Sagrado Coração de Jesus- CE, 62738-000
TELEFONE PARA CONTATO: (88) 3357-1088

α

655,92	30,01	655,92	43,38	655,92	19,83	640,000	131,000	0,087	640,000	121,000
683,25	27,57	683,25	41,00	683,25	17,42	680,000	134,065	0,077	680,000	124,065
710,58	25,30	710,58	38,79	710,58	15,19	700,000	135,913	0,092	700,000	125,913
737,91	22,95	737,91	36,49	737,91	12,89	720,000	137,184	0,064	720,000	127,184
765,24	21,00	765,24	34,59	765,24	10,98	761,725	140,458	0,078	761,725	130,458
792,57	18,23	792,57	31,86	792,57	8,24	780,000	142,186	0,095	780,000	132,186
819,90	16,70	819,90	30,39	819,90	6,76	801,873	144,511	0,106	801,873	134,511



Prefeitura Municipal de General Sampaio.
 R. José Severino Filho, 257 - Sagrado Coração de Jesus- CE, 62738-000
 TELEFONE PARA CONTATO: (88) 3357-1088

[Handwritten signature]



7.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

MISTURA RÁPIDA

Cálculo da placa de orifício		
r) Gradiente recomendado:	1000 a 1500	s ⁻¹
s) Diâmetro do furo adotado:	30	mm
Massa específica 997,1 kg/m ³		
Viscosidade cinemática = 8,87*10 ⁻⁷ m ² /s		
Diâmetro do furo adotado: 80 mm		
Diâmetro recomendado 150 mm ou 0,15 m		
Velocidade calculada 0,40 m/s		
t) Gradiente adotado:	1361,24	s ⁻¹

FLOCULADOR HIDRAULICO

Vazão	0,00059	m ³ /s
Gravidade	9,80886	m/s ²
Peso específico	9782,65	N/m ³
Viscosidade absoluta	0,001008	N.s/m ³
Viscosidade cinemática	0,000001	m ² /s

Para o dimensionamento hidráulico foi definir o número de floculadores necessários para realizar a floculação da água, para a vazão estabelecida.

Dessa forma, adotou-se 1,0 floculador, resultando em uma vazão individual de 0,00059 m³/s

1) Escolha do tipo de floculador

Adotou-se um Floculador hidráulico, do tipo de bandejas perfuradas descritos em Vianna (2014).

3) Escolher quantidade de bandejas a serem perfuradas

Adotou-se 3 Bandejas

4) Adotar velocidade nos orifícios em cada bandeja

Vianna (2014) recomenda que as velocidades da água ao passar pelos orifícios das placas sejam maiores ou iguais a 10 cm/s.



Adotou-se	V1	0,6	m/s
	V2	0,6	m/s
	V3	0,4	m/s

cm/s	m/s
1	0,01
70	0,7

5) Calcular área total dos orifícios em cada bandeja (Ato)

Q	0,000585	m3/s	Q	0,000585	m3/s	Q	0,000585	m3/s
V	0,6	m/s	V	0,6	m/s	V	0,4	m/s
Ato1	0,001	m2	Ato2	0,001	m2	Ato3	0,001	m2

6) Adotar diâmetro dos orifícios (Do)

Adotou-se	20	mm
	0,020	m

7) Calcular área individual do orifício (Aind)

Do	0,020	m	0,02	m	Do	0,020	m
Aind	0,0003	m2	0,0003	m2	Aind	0,0003	m2

8) Calcular número de orifícios por bandeja

Ato1	0,001	m2	Ato2	0,000975	m2	Ato3	0,0014625	m2
Aind	0,0003	m2	Aind	0,0003	m2	Aind	0,0003	m2
Nº orifícios	3,10	orifícios	Nº orifícios	3,10	orifícios	Nº orifícios	4,66	orifícios
Nº orifícios	3,0	orifícios	Nº orifícios	5,0	orifícios	Nº orifícios	8,0	orifícios
Nova área	0,001	m2	Nova área	0,002	m2	Nova área	0,003	m2
Nova velocidade	0,62	m/s	Nova velocidade	0,37	m/s	Nova velocidade	0,23	m/s

9) N° de Reynolds

Do	0,02	m	Do	0,02	m	Do	0,020	m
v1	0,62	m/s	V1	0,37	m/s	V1	0,23	m/s
v	0,000001	m2/s	v	0,000001	m2/s	v	0,000001	m2/s
Re1	12.414		Re2	7.448		Re3	4.655	



10) Espaçamento entre os furos

S1	0,15	m
S2	0,15	m
S3	0,15	m

Encontrar distância para interferência dos jatos (X) pela relação X/S

BANDEJA 01			BANDEJA 02			BANDEJA 03		
X/s	3,35		X/s	3,75		X/s	4,30	
S1	0,2		S2	0,2		S3	0,2	
X1	0,67	m	X2	0,75	m	X3	0,86	m
Xadotad	0,85	m	Xadotad	0,85	m	Xadotad	0,90	m

11) Coeficiente de descarga (Cd)

Em orifícios circulares o Cd varia dentre 0,8 e 0,9 (VIANNA, 2014)

Adotou-se Cd 0,90

12) Gradiente de velocidade

BANDEJA 01			BANDEJA 02			BANDEJA 03		
D	0,0200	m	D	0,0200	m	D	0,020	m
S	0,1500	m	S	0,1500	m	S	0,150	m
v1	0,6207	m/s	v1	0,3724	m/s	v1	0,233	m/s
u	0,000001		u	0,000001		u	0,000001	
Cd	0,9000		Cd	0,9000		Cd	0,900	
X	0,8500	m	X	0,8500	m	X	0,900	m
G	49,23	s-1	G	22,88	s-1	G	10,99	s-1

13) Profundidade da lâmina líquida do floculador (hf)

X1	0,85	m
X2	0,85	m
X3	0,90	m

hf 2,60 m

Entretando foi adotado hf = 3,00 m

14) Adotar diâmetro do floculador (Df)



Adotou-se L x L	L1	0,90	m
	L2	0,55	m
	ÁREA	0,50	m ²

15) Cálculo da área do floculador (Af)

Af	0,50	m ²
----	------	----------------

3) Cálculo do Volume do floculador (Vf)

Af	0,50	m ²
hf	3,00	m
Vf	1,49	m ³

13) Tempo de floculação (TDH)

Vf	1,49	m ³
Q	0,000585	m ³ /s
TDH	2538,46	s
TDH	42,31	min

DECANTADOR DE ALTA TAXA

DADOS DE ENTRADA:

	Valor entrada		Unidade	
1. Vazão Q do sistema	0,06	0,0000585	L/s m ³ /s	50,54 m ³ /d
2. Número N _d de decantadores	1,000			
3. Ângulo de inclinação dos dutos (graus)	60,00	1,0472		
4. Largura l _a do decantador	900,0		mm	
4. Comprimento l do duto (mm)	600,0		mm	
5. Dimensão d do duto (mm)	90,00		mm	
6. Dimensão h do duto (mm)	50,00		mm	
7. Espessura e da parede (mm)	1,00		mm	
8. Fator do duto quadrado S	1,38			
9. Velocidade de sedimentação V _s	1,74	0,00029	cm/min m/s	
11. Área útil A _{ud} da secção ortogonal de um duto:	0,34		(m ²)/m ²	
12. Viscosidade cinemática da água a 25°C	0,00924		cm ² /s	

CÁLCULOS:

Comprimento efetivo do duto (mm):

548,04

mm

Relação L:

6,09

$$L = \frac{l}{d}$$



Fator de forma F:

$$F = \frac{\text{sen } \theta (\text{sen } \theta + L \cos \theta)}{S}$$

2,46

Área A superficial do decantador (m²):

$$A = \frac{Q}{F \times V_s}$$

0,08

m²

Área A₀ ortogonal ao fluxo (m²)

$$A_0 = A \text{sen } \theta$$

0,07

m²

Velocidade Longitudinal V₀ (cm/s):

$$V_0 = \frac{Q}{A \text{sen } \theta}$$

0,08

cm/min

Raio hidráulico do perfil (cm):

$$R_H = \frac{d \times h}{2(d + h)}$$

1,61

cm

Número de Reynolds (Temperatura da água a 25°C):

$$N_R = \frac{4 R_H \times V_0}{\nu}$$

57,38

Velocidade longitudinal máxima P/ regime laminar:

0,078

(cm/s)

Velocidade longitudinal máxima p/ regime laminar:

67,11

(m/dia)

$$V_{0\text{máx}} = \left(\frac{N_R}{8}\right)^{0,5} \times V_s$$

Extensão de Transição (mm)

$$L_t = 0,058 \times \frac{V_0 \times d}{\nu}$$

4,66

mm



Taxa de Escoamento Superficial T_{es} ($m^3/m^2 \cdot dia$):

61,72 $m^3/m^2 \cdot dia$

$$T_{es} = \frac{Q}{N_d \times A}$$

DIMENSÕES CONSTRUTIVAS DO DECANTADOR

a) Largura l_a (m):

0,85 m

b) Área de duto A_{dh} em projeção horizontal (m^2):

0,21 m^2

$$A_{dh} = \frac{A_0}{A_{uid}}$$

c) Comprimento C (m):

0,70 m

$$C = \frac{A_{dh}}{l_a} + L_h$$

d) Projeção L_h horizontal do duto (m):

0,30 m

$$L_h = l \cdot \cos \theta$$

e) Altura H_d do duto (m):

0,52 m

$$H_d = l \cdot \sin \phi$$

f) Distância vertical H_v entre o módulo e os dispositivos de entrada e saída (m):

$$T_{es} = 4,80 \cdot \pi \cdot V_{0máx} \cdot \arctan\left(\frac{l_a}{H_v}\right) \cdot \left(\frac{l_a}{H_v}\right)^{-1}$$

$V_{0máx} = 0,35$ cm/s (de acordo com a NB-12216).

Resolvendo-se a equação acima, obtém-se:

$l_a/H_v = 1,10$

$$H_v = \frac{l_a}{1,10}$$

[Handwritten signature]



Substituindo-se o valor de l , teremos:

$H_v =$	0,39	m
---------	------	---

g) Lâmina sobre o vertedor da calha de saída (m):

	0,001	m
--	-------	---

Utilizaremos a Fórmula de Francis para o cálculo da lâmina (m):

$$L\hat{a}m = \left(\frac{Q}{1,838 \times 2C} \right)^{2/3}$$

h) Dimensionamento da calha de saída (m):

$$\frac{Q}{(L/s)} = 0,020$$

=	h_0	0,00	m
=	b	0,25	m

Adotaremos a fórmula constante no livro do engenheiro Di Bernardo, página 428:

$$h_0 = \left(\frac{Q}{1,38 \times b} \right)^{2/3}$$

Quando da lavagem de um filtro as vazões dos decantadores se somarão para a passagem por uma calha. Dessa maneira, temos:

$$\frac{Q}{(L/s)} = 0,01$$

=	h_0	0,00	m
=	b	0,25	m

VERIFICAÇÃO DO GRADIENTE DE ENTRADA AO DECANTADOR

	Valor entrada	Unidade
Vazão Q do sistema	0,00006	m^3/s
Diâmetro adotado:	100,00	mm
Velocidade média	0,0074	m/s
Massa específica da água γ	997,100	Kg/m^3
Temperatura da água	25,00	$^{\circ}C$
Viscosidade absoluta da água (25 $^{\circ}C$) μ	9,11E-05	$kg.s/m^2$
Viscosidade cinemática (25 $^{\circ}C$)	8,93E-07	m^2/s
f (Fórmula universal)	0,015	-

Gradiente de mistura:

	0,19	s^{-1}
--	------	----------

$$G = (\gamma/2\mu g)^{0,5} \cdot (f/4 R_H)^{0,5} \cdot VL^{1,5}$$

Remoção do Lodo

A remoção do lodo se dará na parte inferior do decantador, na zona de acumulação de lodos. Será instalado uma tubulação no fundo do decantador, que permita uma velocidade de escoamento superior a 3m/s. A vazão da descarga do tubo extrator é dada por:

$$q_{te} = C_{td} S_t \sqrt{2gh_d}$$

onde:

C_{td} - coeficiente em função da relação entre o comprimento total equivalente e o diâmetro da tubulação. Usando a tabela abaixo e adotando:

S - Seção da tubulação
 h_d - perda de carga

L _{td} /d (m)	C _{td}
300	0,33
200	0,39
100	0,47
90	0,49
80	0,52
70	0,54
60	0,56
50	0,58
40	0,64
30	0,70
20	0,73

Quadro 3. Valores de C_d em função de L/D (tabela 9.6 Livro Di Bernardo)

POÇO DE ACUMULAÇÃO DE LODO

Poço longitudinal único por decantador
 Ângulo de inclinação do poço
 Altura poço
 Altura livre do poço
 Altura total do poço
 Altura do eixo do tubo de entrada ao início das placas
 Altura das placas
 Altura da borda superior dos módulos e tubo de coleta
 Altura livre do decantador
 Volume do poço de lodos
 Número poços / decantadores
 Volume total para acumulação de lodo
 Taxa de produção de lodo adotada
 Volume de lodo produzido

1,0	und
60°	1,0472rad
0,50	m
0,30	m
0,80	m
0,90	m
0,52	m
0,50	m
0,20	m
0,22	m³
1,00	und
0,22	m³
1,00	mL/L
0,005	m³/d

Capacidade máxima de armazenamento de lodos
 Frequência adotada de descarga de lodos

42,74	dias
24,00	h



Volume de produção de lodos entre descargas
Duração da descarga

0,01	m ³
0,00	min

Tubo extrator de lodo

Distância entre tubos
Número de tubos
Diâmetro
Seção do tubo
Comprimento unitário da tubulação
Perda de carga equiv.
Curva 45° x 2 und
Entrada
saída canal
Comprimento total equiv.

0,350	m
1,0	und
75	mm
4,4179E-03	m ²
0,90	m
2,48	m
1,00	m
0,075	m
1,40	m
3,38	m

Carga, H_{DL}:
Leq/D
Cd
Vazão por tubulação
Velocidade na tubulação

3,00	m
45,0	m
0,510	-
17,29	L/s
3,9	m/s

SISTEMA DE FILTRAÇÃO E SEUS COMPONENTES

VAZÃO DA ETA (Q_f)

Q_f = 2,11 m³/h

TAXA DE APLICAÇÃO SÚPERFICIAL (T_{as})

T_{as} = 180 m³/m².
d

ÁREA DO FILTRO (A_f)

A_f = 0,28 m²

Segundo Di Bernardo (2003)

$$A_f = \frac{Q_f \cdot 24}{T_{as}}$$

A_f = 0,28 m²

L = 0,9 m Largura
C = 0,31 m Comprimento
C.adot = 0,60 m Comprimento adot.

8

ÁREA DO FILTRO RECALCULADA (A)

$$A = L \times C$$

$$A = 0,54 \text{ m}^2$$

TAXA DE APLICAÇÃO SUPERFICIAL
CORRIGIDA (Tas corr.)

$$Tas \text{ corr} = \frac{Qf \cdot 24}{A}$$

$$Tas = \frac{93,600 \text{ m}^3/\text{m}^2}{d}$$



CARACTERÍSTICAS DO MEIO FILTRANTE

LEITO FILTRANTE			
Espessura da camada (L)	1,6	m	
Tamanho dos grãos	0,6	2,0	mm
Tamanho efetivo - d10	0,84	mm	
Coefficiente de desuniformidade (Cd)	1,68		
Coefficiente de esfericidade (Ce)	0,7		
Massa específica (ρ_s)	2650	Kg/m ³	
Porosidade (P)	0,40	m	

Segundo Di Bernardo (2003), o leito terá essas características o lado.

CAMADA SUPORTE (PEDREGULHO)			
Espessura da camada (L)	0,55	m	
Tamanho dos grãos	3,2	38,0	mm
Coefficiente de esfericidade (Ce)	0,85		
Porosidade (P)	0,45	m	
Massa específica (ρ_s)	2650	Kg/m ³	

Usou-se a camada suporte ao lado, segundo Di Bernardo (2005).

SISTEMA DE LAVAGEM

CÁLCULO DA VELOCIDADE ASCENCIONAL DA ÁGUA

DADOS:

Tamanhos dos grãos G= 0,6

Tamanhos dos grãos em mm em tabela 2 mm

O DQE é a média geométrica dos valores extremos dos diâmetros



$$D_{eq} = 0,00108628 \text{ m}$$

TEMPERATURA DA ÁGUA	T =	30	°C
PESO ESPECÍFICO	g =	9765	N/m ³
MASSA ESPECÍFICA	ρ_a =	995,7	Kg/m ³
VISCOSIDADE CINEMÁTICA	n =	0,0000008	m ² /s
VISCOSIDADE ABSOLUTA	μ =	0,000798	Ns/m ²
ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE	g =	9,81	m/s ²

As equações utilizadas para determinar a velocidade ascensional foram calculadas segundo Libânio (2008).

NÚMERO DE GALILEU

$$Ga = \frac{D_{eq}^3 \cdot \rho_a \cdot (\rho_s - \rho_a) \cdot g}{\mu^2}$$

$$Ga = \boxed{32525,88}$$

VELOCIDADE MINIMA DE FLUIDIZAÇÃO

$$\begin{aligned} \mu &= 0,000798 \text{ Ns/m}^2 \\ \rho_a &= 995,7 \text{ Kg/m}^3 \\ Ga &= 32525,88 \end{aligned}$$

$$V_{mf} = \left(\frac{\mu}{\rho_a \cdot D_{eq}} \right) \cdot \left[\sqrt{(33,7)^2 + 0,0408 \cdot Ga} - 33,7 \right]$$

$$V_{mf} = \boxed{0,01 \text{ m/s}}$$

Multiplica-se por sessenta e temos a velocidade em m/min

$$V_{mf} = \boxed{0,71 \text{ m/min}}$$

$$V_a = 1 \text{ m/min}$$

Para descobrir a velocidade ascensional da água é necessário dividir por 60

$$V_a = \boxed{0,0167 \text{ m/s}}$$

VELOCIDADE ASCENCIONAL DA ÁGUA

$$\boxed{0,0167 \text{ m/s}}$$



EXPANSÃO DO MEIO FILTRANTE DURANTE A LAVAGEM

Cálculo de expansão do meio filtrante durante a lavagem segundo o método utilizado por Libânio (2008).

DADOS:

OBS. Equações usadas na planilha abaixo.

VELOCIDADE INTERTICIAL

$$V_i = 0,0167 \text{ m/s}$$

Vi é igual a velocidade ascensional

FÓRMULAS UTILIZADAS NA TABELA ABAIXO

Diâmetro Equivalente (d_{eqi})	$d_{eqi} = \sqrt{d_{sup} \cdot d_{inf}}$
Fração em peso de cada subcamada (i) do meio filtrante entre duas peneiras consecutivas	$X_i = \frac{L_i}{\sum L}$
Número de Galileu (Ga)	$Ga = \frac{D_{eq}^3 \cdot \gamma \cdot (\rho_s - \rho_a)}{\mu^2}$
Reynolds Modificado (Rem)	$Rem = \frac{C_e \cdot d_{eq} \cdot V_f}{6 \cdot \nu \cdot (1 - Pe)}$
Velocidade mínima de fluidização (V_{mf})	$V_{mf} = \left(\frac{\mu}{\rho_s \cdot D_{eq}} \right) \cdot \left[\sqrt{(33,7)^2 + 0,0408 \cdot Ga} - 33,7 \right]$
Equação modelo *	$A = \frac{Pe^3}{(1 - Pe)^2} \cdot \left(\frac{\gamma \cdot (\rho_g - \rho) \cdot Ce^3 \cdot d_{eq}^3}{216 \cdot \mu^2} \right)$

*O modelo apresentado pela equação abaixo, é válido para $Rem > 0,2$, para porosidade $< 0,85$ quando $Rem < 100$ e inferior a 0,90 quando $Rem > 100$:

$$\log A = 0,56543 + 1,09348 \log Rem + 0,17979 (\log Rem)^2 - 0,00392 (\log Rem)^4 - 1,5 (\log Ce)^2$$

X



Subcamada	L (m)	d _{sup} (m)	d _{inf} (m)	x _i	d _{eqi} (m)	Ga	V _{mf} (m/s)	P _{ei}	x _i /(1-P _{ei})	Re _m	A	Meta*
1	0,17	0,00071	0,00059	0,11	0,0006	6878	0,005	0,62	0,28	4,17	18,9	0,00
2	0,10	0,00084	0,00071	0,06	0,0008	11684	0,007	0,58	0,15	4,45	20,5	0,00
3	0,32	0,00100	0,00084	0,20	0,0009	19530	0,009	0,54	0,43	4,80	22,7	0,00
4	0,28	0,00119	0,00100	0,18	0,0011	32931	0,012	0,50	0,35	5,26	25,7	0,00
5	0,30	0,00141	0,00119	0,19	0,0013	55135	0,015	0,46	0,35	5,81	29,3	0,00
6	0,18	0,00168	0,00141	0,11	0,0015	92485	0,019	0,42	0,20	6,47	34,0	0,00
7	0,25	0,00200	0,00168	0,16	0,0018	156239	0,023	0,39	0,26	7,28	40,1	0,00
Total	1,60		Total	1,00				Total	2,01			

DETERMINAÇÃO PE (POROSIDADE DO MEIO FILTRANTE EXPANDIDO)

$$\sum \frac{X_i}{(1 - P_{ei})} = 2,01 \quad \text{resultado visto em tabela}$$

$$P_e = 0,50$$

EXPANSÃO DO MEIO FILTRANTE (E)

$$P_e = 0,50 \quad \text{conforme tabela característica leito filtrante}$$

$$P_{fo} = 0,4 \quad \text{conforme tabela característica leito filtrante}$$

$$E (\%) = \frac{P_{fe} - P_{fo}}{1 - P_{fo}} \cdot 100$$

$$E = \boxed{20,82 \quad \%}$$

ALTURA DO MEIO FILTRANTE EXPANDIDO (L_e)

$$L_{fo} = 1,6 \quad \text{total soma subcamadas leito conforme tabela}$$

$$P_o = 0,4 \quad \text{característica leito filtrante conforme calculado}$$

$$P_e = 0,5 \quad \text{anteriormente}$$

$$L_{fe} = L_{fo} \cdot \frac{(1 - P_o)}{(1 - P_e)}$$

$$L_e = \boxed{1,93 \quad m}$$



META*: Artificio do programa EXCEL para realizar iterações. Iterações essas necessárias para o cálculo de expansão.

COLETA DE ÁGUA DE LAVAGEM E FILTRADA (CALHA DE COLETA)

VAZÃO DE LAVAGEM PARA O FILTRO (Q_{lf})

Cálculo da calha de coleta de água de lavagem e filtrada segue segundo Richter (1995).

$$Q = Va \times A$$

$$Q_{lf} = 0,0090 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{lf} = 32,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

DIMENSIONAMENTO DA CALHA DO FILTRO

LARGURA ÚTIL (b)

$$b = 0,15 \text{ m} \text{ Adotado}$$

ALTURA MÁXIMA DA ÁGUA (H)

$$Q = 0,0090 \text{ m}^3/\text{s}$$

0,3 metros adotados para largura calha

$$H = \sqrt[3]{\left(\frac{Q}{1,3 \cdot b}\right)^2}$$

$$H = 0,13 \text{ m}$$

$$H_{\text{adot}} = 0,20 \text{ m}$$

CÁLCULO DA PERDA DE CARGA DURANTE A LAVAGEM

PERDA DE CARGA NO LEITO (AREIA)

X



H= 0,7 Coeficiente de esfericidade (Ce)
 L= 1,6 Soma das subcamadas leito
 Po= 0,45 Porosidade
 2650
 Ps= kg/m³ Massa especifica
 995,7
 Pa= Kg/m³

$$\frac{H}{L} = \frac{(1 - P_0)(\rho_s - \rho_a)}{\rho_a}$$

hr = 1,59 m

PERDA DE CARGA NA CAMADA SUPORTE

Usa a mesma formula, do Viana (2012) usada anteriormente para o mesmo cálculo

$$\frac{H}{L} = \frac{(1 - P_0)(\rho_s - \rho_a)}{\rho_a}$$

H= 0,7 Coeficiente de esfericidade (Ce)
 L= 0,55 Soma das subcamadas leito
 Po= 0,45 espessura da camada
 2650
 Ps= kg/m³ Massa especifica
 995,7
 Pa= Kg/m³

$$h_o = \frac{\left(\frac{q_o}{Cd \cdot A}\right)^2}{2 \cdot g}$$

hr = 0,50 m

Segundo Richter (1995),

PERDA DE CARGA NO SISTEMA DE DRENAGEM

Número de vigas por filtro N _v	4
Espaçamento entre os orifícios X _o (m)	0,19
Número de orifícios N _o	165
Diâmetro de cada orifício D _o (pol.)	0,75
Diâmetro de cada orifício D _o (m)	0,01905
Área de cada orifício A _o (m ²)	0,000285
Vazão em cada orifício Q _o (m ³ /s)	0,000413
Velocidade de passagem pelo orifício V _o (m/s)	1,45
Coeficiente de descarga C _d	0,61

0,287642 m

Hf = 0,287642 m



PERDA DE CARGA NAS PEÇAS E TUBULAÇÕES

Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

Dimensionamento das tubulações

Velocidades máximas			Diâmetros		Velocidades	
$V_{la,máx} =$	3,60	m/s	$D_{l,a} =$	75 mm	$V_{la} =$	2,04 m/s
$V_{le,máx} =$	1,80	m/s	$D_{l,e} =$	75 mm	$V_{le} =$	2,04 m/s

Vazão de lavagem -
 $Q_a =$ m/s 0,0090 $V_{la} =$ = **2,04 m/s**

Dessa forma a velocidade com o diâmetro de 75 mm para sucção fica dentro da faixa de velocidade de lavagem permitida pelo autor

Para calcular a V_{le} usa os mesmos dados mudando apenas o diâmetro no caso de 75 mm

$$V_{la} = = \boxed{2,04 \text{ m/s}}$$

A velocidade calculada encontra-se na faixa do autor, restando assim adotar o tubo com diâmetro nominal de 200 mm.

$$\text{Diâmetro Adot. } d_{\text{adot}} = 0,075 \text{ m}$$

Sucção		
Acessório	Comprimento equivalente (m)	
Válvula de pé e crivo	265 D	19,875 m
Curva 90° R/D = 1,5	12,8 D	0,96 m
Entrada	14,7D	1,1025 m
Tê de passagem direta	21,8D	1,635 m
Comp. Real	3	3 m
Comp. Total (L_s)		26,5725 m

COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (ϵ)- MATERIAL PVC

$$\epsilon = 0,1 \text{ mm}$$

Conhecendo-se a vazão ($Q = 0,00131 \text{ m}^3/\text{s}$), o diâmetro ($D = \text{m}$) e o coeficiente de rugosidade ($\epsilon = 0,1 \text{ mm}$, para pvc), a perda de carga unitária na sucção (J_s) pode ser calculada pela equação a seguir.

$$J_s = \frac{8 \cdot f \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5} \quad f = \frac{0,25}{\left(\log\left(\frac{\epsilon}{3,7 \cdot d}\right) + \left(\frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right)^2} \quad Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot v}$$



$$\begin{aligned}
 R_c &= 190035, \\
 R_c &= 753 \\
 f &= 0,00771 \\
 f &= 35 \\
 J_s &= 0,02175 \\
 J_s &= 591 \\
 \Delta H_s &= 0,57810 \\
 \Delta H_s &= 899
 \end{aligned}$$

$$\Delta H_z = J_z \cdot L_z$$

Perda de Carga na Tubulação de Recalque

Portanto, a perda de carga total na sucção será:

Recalque					
Acessório	Comprimento equivalente (m)		Acessório	Comprimento equivalente (m)	
Saída		m	Registro de gaveta aberto	7D	0,525 m
curva 90° R/D =1	17,5D	1,3125 m			
Tê passagem direta	21,8D	1,635 m			
Comp. Real		0 m	Comp. Total (L_s)		3,47 m

Usando as mesmas equações da sucção, podemos calcular a perda de carga no recalque.

$$\begin{aligned}
 R_c &= 190035,753 \\
 f &= 0,0077135 \\
 J_r &= 0,02175591 \\
 \Delta H_r &= 0,07554741
 \end{aligned}$$

CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA (H_m)

ALTURA GEOMÉTRICA

$$H_m = H_g + \sum \Delta H$$

$$H_g = \boxed{3,5 \text{ m}}$$

SOMATÓRIO DAS PERDAS DE CARGA

$$\sum \Delta H = \boxed{3,04 \text{ m}}$$

ALTURA MANOMÉTRICA

$$H_m = \boxed{6,54 \text{ m}}$$

DIMENSIONAMENTO DO CONJUNTO BOMBA PARA LAVAGEM DO FILTRO

Vazão de lavagem m³/h
 altura manométrica m
 η = 0,65 fator de potência do motor

32,40
 6,54
 0,65

9,000 l/s

2 a 5 HP	Fator de Correção(f)
< ou = 2 HP	50%
2 a 5 HP	30%
5 a 10 HP	20%
10 a 20 HP	15%
> de 20 HP	10%



$$P = Ql \times Hmt / 75 \times \eta$$

P= 1,21 CV

P x fator de correção
P - Potência calculada

50% geral
1,21 cv

P=	1,21	cv
Padotada=	1,50	cv

Para a seleção da bomba de lavagem do filtro, são indicados os parâmetros vazão (Q) e altura manométrica (Hm).

SISTEMA DE FILTRAÇÃO

PERDA DE CARGA DURANTE A FILTRAÇÃO

DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO DAS TUBULAÇÕES

Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

Velocidades máximas	Diâmetros	Velocidades
$V_{fa,máx} = 0,60 \text{ m/s}$	$D_{r,a} = 75 \text{ mm}$	$V_{fa} = 0,13 \text{ m/s}$
$V_{fe,máx} = 1,25 \text{ m/s}$	$D_{r,e} = 75 \text{ mm}$	$V_{fe} = 0,13 \text{ m/s}$

Diâmetro Adot. $d_{adot} = 0,075 \text{ m (sucção)}$

Sucção			
Acessório	Comprimento equivalente (m)		
Entrada de canalização	14,7D	1,1025	m
Curva 90° R/D = 1,5	12,8 D	0,96	m
Tê de passagem direta	21,8D	1,635	m
Comp. Real	3	3	m
Comp. Total (Ls)		6,6975	m

Conhecendo-se a vazão e o coeficiente de rugosidade ($\epsilon = 0,1 \text{ mm}$, para PVC), a perda de carga unitária na sucção (J_s) pode ser calculada pela equação a seguir.

$$J_s = \frac{8 \cdot f \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5}$$

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot v}$$

x



$$f = \frac{0,25}{\left(\log\left(\frac{\epsilon}{3,7d}\right) + \left(\frac{5,74}{Re^{0,25}}\right)\right)^2}$$

$R_e = 190035,753$
 $f = 0,0077135$
 $J_s = 0,02175591$
 $\Delta H_s = 0,14571022$

$$\Delta H_s = J_s \cdot L_s$$

Diâmetro Adot. $d_{adot} = 0,075$ m (recalque)

Recalque			
Acessório	Comprimento equivalente (m)		Acessório
Saída		m	Registro de gaveta aberto
curva 90° R/D = 1	17,5D	1,3125 m	7D
Tê passagem direta	21,8D	1,635 m	
Comp. Real			Comp. Total (Ls)
			3,47 m

Usando as mesmas equações da sucção, podemos calcular a perda de carga no recalque.

$R_e = 190035,753$
 $f = 0,0077135$
 $J_r = 0,02175591$
 $\Delta H_r = 0,07554741$

PERDA DE CARGA NO SISTEMA DE DRENAGEM

Número de vigas por filtro N_v	4
Espaçamento entre os orifícios X_o (m)	0,19
Número de orifícios N_o	165
Diâmetro de cada orifício D_o (pol.)	0,75
Diâmetro de cada orifício D_o (m)	0,01905
Área de cada orifício A_o (m ²)	0,000285
Vazão em cada orifício Q_o (m ³ /s)	0,000027
Velocidade de passagem pelo orifício V_o (m/s)	0,1
Coefficiente de descarga C_d	0,61

Segundo Richter

$$h_o = \frac{\left(\frac{q_o}{C_d \cdot A}\right)^2}{2 \cdot g}$$

$$h_r = 0,001229 \text{ m}$$

PERDA DE CARGA NO LEITO (AREIA)

CÁLCULO VELOCIDADE DE FILTRAÇÃO



Vf = 0,0020833 m/s

Subcamada	L (m)	d _{sup} (m)	d _{inf} (m)	x _i	d _{eqi} (m)	x _i /d _{eqi}
1	0,73900	0,00119	0,00100	0,46	0,0011	424,20
2	0,39000	0,00141	0,00119	0,24	0,0013	188,53
3	0,31200	0,00168	0,00141	0,20	0,0015	126,94
4	0,07800	0,00200	0,00168	0,05	0,0018	26,65
5	0,07800	0,00240	0,00200	0,05	0,0022	22,29
Total	1,60		Total	1,00	Total	788,60

Segundo Libânio (2008),

$$\frac{H_f}{L_f} = \frac{180 \cdot \mu \cdot V \cdot L \cdot (1-P)^2}{\gamma \cdot P^3 \cdot C_e^2} \sum \frac{X_i}{(D_{eqi})^2}$$

h_r = 0,065 m

PERDA DE CARGA NA CAMADA SUPORTE

Subcamada	L (m)	d _{sup} (m)	d _{inf} (m)	x _i	d _{eqi} (m)	x _i /d _{eqi}
1	0,15	0,0381	0,0254	0,27	0,031	8,77
2	0,1	0,0254	0,0190	0,18	0,022	8,28
3	0,1	0,0190	0,0127	0,18	0,016	11,70
4	0,1	0,0127	0,0064	0,18	0,009	20,17
5	0,1	0,0064	0,0032	0,18	0,005	40,18
Total	0,55		Total	1,00	Total	89,09

Segundo Libânio (2008),

h_r = 0,000091 m

$$\frac{H_f}{L_f} = \frac{180 \cdot \mu \cdot V \cdot L \cdot (1-P)^2}{\gamma \cdot P^3 \cdot C_e^2} \sum \frac{X_i}{(D_{eqi})^2}$$

PERDA DE CARGA NO VERTEDOR DE SAÍDA EM CAIXA INDIVIDUAL

ALTURA DA LÂMINA LÍQUIDA (h_f)

$$h_f = \left[\frac{Q}{1,84 \times B} \right]^{2/5}$$

h_r = 0,06 m

PERDA DE CARGA TOTAL (H_T)



H_T = **0,130857 m**

Para lavagem do filtro adotaremos o tempo de lavagem de 10 minutos conforme sugerido, resultando

DIMENSIONAMENTO DO RESERVATORIO APOIADO (R.A.P)

Ql= Vazão de lavagem	32,40	m ³ /h
t=	10	min
IH=	60	min

$$V.R.A.P = \frac{Ql}{60} \times 10$$

V.R.A.P =	5,40	m ³
V ADOTADO =	15	m ³

Será construído um reservatório apoiado de 15,0 m³ para lavagem de filtro e sucção da elevatória de água tratada

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DOSAGEM DE PRODUTO QUIMICO
DOSAGEM DO COAGULANTE POLICLORETO DE ALUMINIO

Qd- vazão dosadora em l/s	
C % Percentual de conc. dosagem mg/l adotado	25
% percentual de proporção para dosagem adotado	3
Qs= Vazão do sistema em m ³ /h	4,21

$$Qd = \frac{Qs \times C \text{ mg/l}}{10 \times \%}$$

$$Qd = \frac{35,45 \times 25}{10 \times 3}$$

Qd = **3,5 l/h**

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 5 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 2 BAR

VOLUME DO TANQUE

Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 16 horas multiplica pela vazão da dosadora

V=	3,510
V=	56,160

VOLUME ADOTADO **70 LITROS**

CONSUMO DE COAGULANTE PARA FUNCIONAMENTO DE 16 HORAS

Volume do Tanque	70	litros
Percentual Concertação	3,0	conce % <i>d</i>
Tempo de Funcionamento	16	horas
Vazão da dosagem	3,510	l/h



Concentração da aplicação coagulante

25 mg/l

Faixas de Consumo coagulante	Consu. Hora	0,105	mg
	Consu. Dia	1,685	kg
	Consu. Mês	50,54	kg

Consumo teórico Máximo de coagulante do sistema 50,54 kg / mês, indica-se levar 10% a mais de coagulante

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DOSAGEM DE PRODUTO QUIMICO
DOSAGEM DE POLIMERO

Qd- vazão dosadora em l/s

C % Percentual de conc. dosagem mg/l adotado

3

% percentual de proporção para dosagem adotado

1

Qs= Vazão do sistema em m³/h

4,212

$$Qd = \frac{Qs \times C \text{ mg/l}}{10 \times \%}$$

$$Qd = \frac{34,45 \times 3}{10 \times 1}$$

$$Qd = \boxed{1,26 \text{ l/h}}$$

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 5 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 2 BAR

VOLUME DO TANQUE

Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 16 horas
multiplica pela vazão da dosadora

V= 1,26

V= 20,22

VOLUME ADOTADO $\boxed{70 \text{ LITROS}}$

CONSUMO DE COAGULANTE PARA FUNCIONAMENTO DE 16 HORAS

Volume do Tanque	250	litros
Percentual Concentração	1,0	conce %
Tempo de Funcionamento	16	horas
Vazão da dosagem	1,264	l/h
Concentração da aplicação coagulante	3	mg/l

Faixas de Consumo coagulante	Consu. Hora	0,013	mg
	Consu. Dia	0,202	kg
	Consu. Mês	6,065	kg

X



[Handwritten signature]



7.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE LODO

DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE LODO

1. Resumo do dimensionamento			
Tecnologia de tratamento de água			Ciclo completo - CC
Estação de tratamento de lodo			
Diâmetro do tanque de recirculação	DTr	3.00	m
Diâmetro do tanque de adensamento de lodo	DTad	1.00	m
Largura do leito de secagem	Bls	0.40	m
Comprimento do leito de secagem	Lls	0.80	m
2. Parâmetros iniciais			
Vazão de tratamento	Qa	2.00	m ³ /h
		0.56	L/s
		0.0006	m ³ /s
Horas de funcionamento/dia	t	16	h/dia
Vazão diária de tratamento	Qad = $Qa(L/s) \times 3.6 \times t(h)$	32.00	m ³ /dia
Cálculo da unidade de tratamento de lodo			
Volume de água de lavagem do filtro	$VL = Af \times TLC \times TL$	VL	5.40 m ³
Diâmetro do tanque de recirculação		Dre	3.00 m
Área superficial do tanque de recirculação	$ASre = \pi \times (Dre^2)/4$	ASre	7.07 m ²
Profundidade do tanque de recirculação calculado	$Hre = VL/Asre$		0.76 m
Profundidade do tanque de recirculação adotado		Hre	1.00 m
Volume de descarte de lodo	$VLo = \pi \times H/3 \times (Dad^2/4 + Dad/2 \times R + R^2)$	VLo	0.22 m ³
Diâmetro do tanque de adensamento de lodo		DLo	1.00 m
Área superficial do tanque de adensamento de lodo	$ALo = \pi \times (DLo^2)/4$	ALo	0.79 m ²
Profundidade do tanque de adensamento de lodo calculado	$H = VLo/ALo$		0.28 m
Profundidade do tanque de adensamento de lodo adotado		H	0.50 m
Cálculo do leito de secagem			
Turbidez da água		Tu	20.00 UNT
Dosagem de policloreto de alumínio		dsa	25.00 mg/L
Produção específica de sólidos	$Ts = dsa \times 0,26 + Tu \times 1,5$	Ts	36.50 gSST/m ³

X



Produção diária de sólidos
 Massa específica dos sólidos
 Volume de sólido gerado por dia
 Período de acumulação de lodo desidratado
 Volume de sólido acumulado total
 Altura do leito de secagem
 Área do leito de secagem calculada
 Largura do leito de secagem adotada
 Comprimento do leito de secagem adotado
 Área do leito de secagem adotada

$$Tsd = Ts \times Qad / 1000$$

$$Vso = Tsd / Mso$$

$$Als = VTso / hls$$

Tsd	1.17	kgSST/dia
Mso	2500.00	kg/m ³
Vso	0.0005	m ³
Tac	45	dias
VTso	0.0210	m ³
hls	0.20	m
Als	0.11	m ²
B	0.40	m
L	0.80	m
Als	0.32	m ²

Cálculo da bomba de recirculação

Volume diário de água de lavagem do filtro
 Tempo de funcionamento da bomba de recirculação
 Vazão de bombeamento para o início do tratamento

Diâmetro econômico da tubulação de recirculação
 Material da tubulação de recirculação
 Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams
 Diâmetro adotado da tubulação de recirculação
 Diâmetro interno da tubulação de recirculação
 Velocidade na tubulação de recirculação
 Comprimento horizontal da tubulação de recirculação
 Comprimento vertical da tubulação de recirculação
 Comprimento total da tubulação de recirculação

Perda de carga por comprimento

Perda de carga distribuição na recirculação

Singularidades

Singularidades	K	x	Quantidade
Curva 90°	0.40	x	4
Curva 45°	0.20	x	2
Válvula de retenção	2.50	x	1
Registro de Gaveta Aberto	0.20	x	1

Coeficiente K da recirculação

Perda de carga localizada na recirculação

$$hkr = Ckr \times \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

VL	5.40	m ³
tbr	0.25	h
Qbr	21.60	m ³ /h
	6.00	L/s
	0.0060	m ³ /s
Decr	92.95	mm
	PBA_CL12	
	135	
DNr	75	mm
Dint	77	mm
vr	1.28	m/s
Lhr	6.50	m
Lvr	5.00	m
Ltr	11.5	m

J	0.024708	m/m
---	----------	-----

hdr	0.28	m
-----	------	---

=	K_{TOTAL}	
=	1.6	
=	0.4	
=	2.5	
=	0.2	
Ckr	4.7	
hkr	0.39	m



Perda de carga total na recirculação

$$htr = hdr + hlr$$

htr :	0.68	m
-------	------	---

Altura manométrica da bomba de recirculação

$$Hmr = htr + Lvr$$

Hmr :	5.68	m
-------	------	---

Rendimento adotado do conjunto elevatório

	40%	
--	-----	--

Peso específico da água

γ :	1.00	Kgf/L
------------	------	-------

Pressão atmosférica

Pa :	1.00	kgf/cm ²
------	------	---------------------

Pressão de vapor a 30°C

Pv :	0.032	kgf/cm ²
------	-------	---------------------

Potência calculada sem fator de segurança

$$\frac{\gamma \times Q \times Hman}{n \times 75 \times \eta}$$

Po :	1.14	cv
------	------	----

Fator de segurança

Fs :	50%	
------	-----	--

Potência calculada com fator de segurança

$$P = Po \times Fs$$

P :	1.70	cv
-----	------	----

Potência adotada

Pad :	2.00	cv
-------	------	----

Tipo de bomba de recirculação adotada:

Bomba centrífuga submersível

Modelo de bomba sugerido:

Ebara 100DL61.5 rotação 1800RPM Φ rotor 132mm

Cálculo da bomba de descarte de lodo

Volume de lodo para tanque de adensamento

Vtef :	0.22	m ³
--------	------	----------------

Frequência de bombeamento de lodo para leito de secagem

d :	14.00	dias
-----	-------	------

Volume de descarte de lodo para leito de secagem

$$= Vtef \times 30\% \times d$$

V :	0.92	m
-----	------	---

Tempo de funcionamento da bomba de lodo

tbl :	0.13	h
-------	------	---

Vazão de bombeamento para o leito de secagem

Qbl :	6.93	m ³ /h
-------	------	-------------------

	1.93	L/s
--	------	-----

	0.0019	m ³ /s
--	--------	-------------------

Diâmetro econômico da tubulação de lodo

Decl :	52.65	mm
--------	-------	----

Material da tubulação de lodo

	PBA	CL12
--	-----	------

Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams

	135	
--	-----	--

Diâmetro adotado da tubulação de lodo

DNI :	100	mm
-------	-----	----

Diâmetro interno da tubulação de lodo

Dint :	100	mm
--------	-----	----

Velocidade na tubulação de lodo

vl :	0.25	m/s
------	------	-----

Comprimento horizontal da tubulação de lodo

Lhl :	5.00	m
-------	------	---

Comprimento vertical da tubulação de lodo

Lvl :	1.50	m
-------	------	---

Comprimento total da tubulação de lodo

Ltl :	6.5	m
-------	-----	---

Perda de carga por comprimento

$$\frac{10,643 \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$$

J :	0.000855	m/m
-----	----------	-----

Perda de carga distribuição na lodo

$$hdl = J \times Ltl$$

hdl :	0.01	m
-------	------	---

Singularidades

	K	x	Quantidade
Curva 90°	0.40	x	4
Curva 45°	0.20	x	1
Tê de saída lateral	1.60	x	2
Válvula de retenção	2.50	x	1

=	KTOTAL
=	1.6
=	0.2
=	3.2
=	2.5

[Handwritten signature]