

9.5.1 - ASSENTAMENTOS DE TUBOS E PEÇAS

9.5.1.1 - 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.

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

9.5.1.2 - MOVIMENTO DE TERRA

9.5.1.2.1 – 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.

Fco. Laura Lima Falcão
ENGR. CIVIL
CREA - 0608598216

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.

9.5.1.3 - NATUREZA DO MATERIAL DE ESCAVAÇÃO

Material de 1ª Categoria

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216

40

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, gnisse, 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 furôs efetuados na rocha com martelete 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.

Fco. Lourivaldo Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608599216

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.

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.

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216

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 retorno, 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.

Fco. Laura Lima Falcão
ENGR. CIVIL
CREA - 0608598216

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.

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216

9.5.1.4 – 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.

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608596216

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

9.5.1.5 – 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.



9.5.1.6 - CAIXAS DE REGISTROS E VENTOSAS

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

9.5.1.7 - 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.

9.5.1.8 - 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.

9.6 - SERVIÇOS DE CONCRETOS

9.6.1 - CONCRETO SIMPLES

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

O concreto pode ser preparado manual ou mecanicamente.

Fco. Laura Lima Fulcão
ENGR. CIVIL
CREA - 0608598216

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.

9.7 - 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

Fco. Lauro Lima Falcao
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216

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.

Fco. Laura Lima Faicão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216

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

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216

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.

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 a 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.

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216

. 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);

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

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA
CREA - 0608598216

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 seqüência 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;

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216

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.

9.8 – 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.

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0508598216

Nas costelas não serão admitidos ripões, devendo ser as mesmas preparadas a partir da tábuas 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 cilíndrica 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 barrotoamento 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.

Fco. Laura Lima Falcão
ENGR. CIVIL
CREA - 0608598216

O caibramento será executado de modo a não permitir que, uma vez definida as posições das formas, seus alinhamentos, e prumadas ocorram 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 pontaletes.

9.9 - 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 as prescrições da EB-3, e EB-233, da ABNT.

Fco. Laura Lúcia Falcão
ENGENHEIRA
CREA - 0608598216

9.10 - TUBOS, CONEXÕES E ACESSÓRIOS



9.10.1 - 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 de 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 as 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 correr ponta 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.

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 ferro 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 ferro fundido dúctil NBR 6916 classe 42012, niple de descarga em latão, flutuador esférico é junta em borracha, padrão construtivo Barbará ou similar.

. ENSAIOS 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.

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: $Q = NDP 1$ 3.992 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.

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216

59

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.

9.11 - CONJUNTO MOTO BOMBAS

Fco. Laura Lima Falcon
ENGENHEIRO
CREA - 0608598216

60

9.11.1 - 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 |

Fco. Laura Lima Fátima
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216

| | |
|---------------|---------------------------------------|
| Bucha de guia | Aço inox AISI 304 ou Borracha Nítrica |
| Acoplamento | Aço inox AISI 304 ou Bronze |

Tabela 11^a

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 |
| Carcça | Aço inox AISI 304 |

Tabela 12^a

. 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.



Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO
CREA - 0608598216

Deverá ser instalado, na parte externa, ponto 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.

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA
CREA - 0608598216

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, horímetro 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

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216

10.0 - MEMORIAL DE CALCULOS

10.1 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA E ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

MEMORIAL DE CÁLCULOS

DEMANDAS DE VAZÃO DE PROJETO

Estudo de População

P= População calculada

1º unid. Número de ligações 166

Tx= número de ocupantes por ligação 4,0

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

$$P = \frac{166 \times 4}{\text{início projeto}} = 664$$

Ou seja, população atual multiplicado pela taxa de ocupação que em situação é de 04 pessoas por ligação totalizando 2128 hab.

Já a demanda de crescimento será utilizada de acordo com o a taxa crescimento de cada SISAR, como mensura a tabela do edital.

Pp=População de projeto hab

P=População atual 664

ic=Taxa de crescimento Sisar em % de acordo com credenciamento 22/2015 2,00

Projeção de Atendimento em anos 20

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

$$Pp = 664 \times (1 + 0,02)^{20} = 987$$

987 Habitantes

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

DEMANDA DE CONSUMO

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA
CREA - 0606598216

VAZÃO MEDIA DE CONSUMO

Qm=Vazão média l/s 987
Pp=População de projeto 100
Consumo per capita em l/hab/dia 86400
Tempo em segundos dia

$$Qm = (Pp \times \text{consumo per capita}) / 86400 = \frac{987 \times 100}{86400}$$

| | | |
|-----|------|--------|
| Qm= | 1,14 | L/ S |
| Qm= | 4,11 | m³ / h |

VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO

Qmd=Vazão média diária l/s 1,14
Qm=Vazão média 1,2
K1= coeficiente adotado para DIMENSIONAMENTO

$$Qmd = Qm * K1 = 1,14 \times 1,2$$

| | | |
|------|-------|------|
| Qmd= | 1,37 | L/s |
| Qmd= | 4,933 | m³/h |

VAZÃO DA HORA DE MAIOR CONSUMO

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

$$Qmh = Qmd * K2 = 1,37 \times 1,5$$

| | | |
|-------|-------|------|
| Qmh = | 2,06 | L/s |
| Qmh = | 7,400 | m³/h |

DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (TRECHO CAPTAÇÃO A ETA)

DADOS PARA DIMENSIONAMENTO

| | | |
|--|--------|-------|
| Tempo de funcionamento da bomba (t) | 16 | horas |
| Comprimento Tubulação em PVC (L') adutora agua bruta | 55,00 | m |
| Comprimento Tubulação em PEAD (L") tubo usado captação | 50 | m |
| Coefficiente do tipo de material (C) | 140 | m |
| Nível mínimo de captação do manancial (Nmc) | 332,18 | m |

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216

| | | |
|---|--------|------------------|
| Nível máximo de recalque do manancial (Nmr) | 346,16 | m |
| Altura do Camara de Carga | 5,5 | m |
| Constante em função do material PVC (K) | 18 | |
| Aceleração da gravidade (G) | 9,81 | m/s ² |

VAZÃO DE ADUÇÃO

Qa=Vazão de adução l/s

Qmd=Vazão do dia de maior consumo 1,37

T= horas de funcionamento indicação edital 16

$$Qa = (Qmd \times 24) / t \quad 1,37 \times 24 / 16$$

| | | |
|-----|-------|-------------------|
| Qa= | 2,056 | L/s |
| Qa= | 7,400 | m ³ /h |

No caso é preciso acrescentar 5% de acréscimo para usar na lavagem do filtro

Qau=Vazão de adução usada l/s

Qa=Vazão de adução

$$Qau = Qa \times (1+0,5) \quad 2,056 \times (1,05)$$

| | | |
|------|-------|-------------------|
| Qau= | 2,158 | L/s |
| Qau= | 7,770 | m ³ /h |

DIAMÊTRO DA TUBULAÇÃO

D=diâmetro metros calculado

\sqrt{Qa} = raiz da vazão de adução usada no caso em m³/s 0,002

Para esse DIMENSIONAMENTO utiliza-se formula de Bresser

$$D = 1,2 \times \sqrt{Qa} \quad D = 1,2 \times \sqrt{0,002}$$

| | | |
|----|--------|----|
| D= | 0,0557 | m |
| D= | 55,750 | mm |

| | | |
|------------------|-------|----|
| DIAMÊTRO adotado | 75 | mm |
| DIAMÊTRO adotado | 0,075 | m |

Fco. Laura Lima Falcão
ENGEH. CIVIL
CREA - 0600598216

ÁREA DA TUBULAÇÃO

A=Área da tubulação m²

¶ 3,14
D=Diâmetro ao quadrado metros 0,075

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,075^2}{4} = 0,004 \text{ m}^2$$

VELOCIDADE NA TUBULAÇÃO

V=Velocidade no tubo m/s

A=Área do tubo em m²

Qa=Vazão usado com acréscimo de 5% em m³/h

0,004

7,770

$$V = \frac{Qa}{A} = \frac{7,770}{0,004}$$

V= 1759,66 m/h

V= 0,489 m/s

CÁLCULO DA SOBRE PRESSÃO

PERDA DE CARGA UNITARIA

J=Perda de carga unitária m/m

Qa=Vazão usado com acréscimo de 5% l/s

C=Coefficiente do material

D=Diâmetro da tubulação em m

2,158

140

0,075

$$J = 10,643 \times Qa^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$$

$$J = \frac{10,643 \times 2,158 \times 140 \times 75}{1000} = 0,004011 \text{ mm}$$

J= 0,004011 mm

PERDA DE CARGA LOCALIZADA

SUCÇÃO TABELA COM CONEXÕES E SUAS RESPECTIVAS PERDAS DE CARGA INDIVIDUAIS

| | QUANTIDADE | k | TOTAL |
|-----------------------|------------|------|-------|
| Sucção | 1 | 0,75 | 0,75 |
| Crivo (ou filtro) | 1 | 1,75 | 1,75 |
| Válvula de pé | 1 | 0,15 | 0,15 |
| Redução | 1 | 0,03 | 0,03 |
| Canalização de sucção | | | |

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216

| | | | |
|--------------------------------------|---|-------------|-------------|
| Curva de 90o | 1 | 0,4 | 0,4 |
| Redução excêntrica | 2 | 0,15 | 0,3 |
| Σ k - Comprimento equivalente | | 3,23 | 3,38 |

RECALQUE

TABELA COM CONEXÕES E SUAS RESPECTIVAS PERDAS DE CARGA INDIVIDUAIS

| | QUANTIDADE | k | TOTAL |
|--------------------------------------|------------|--------------|-------------|
| Barrilete | 1 | 0,15 | 0,15 |
| Redução | 1 | 2,5 | 2,5 |
| Válvula de Retenção | 3 | 0,2 | 0,6 |
| Válvula de gaveta (registro) | 5 | 1,2 | 6 |
| Curvas(3) de 90o | | | |
| Σ k - Comprimento equivalente | | TOTAL | 9,25 |

Σk = equivalente à soma de perda de carga materiais em metros

v = Velocidade na tubulação em m/s

G = Gravidade m/s²

12,63

0,489

9,81

$$HI = \sum k \times \frac{v^2}{2g} \quad 9,96 \times \frac{0,489}{2 \times 9,81}$$

HI = 0,1538 m

OBS: A válvula de retenção deve ser colocada entre a válvula de gaveta e a bomba, permitindo assim, inspecioná-la quando necessário. O diâmetro da tubulação de recalque será sempre conveniente ao DIÂMETRO que for calculado a adutora, interessante instalar a válvula de retenção e sucção com folga ao redor para permitir a manutenção.

PERDA DE CARGA TOTAL REFERENTE AOS ITENS NECESSARIO INCLUSO TUBOS E TODAS AS CONEXÕES

| | |
|--|----------|
| Hf=perda de carga total em metros | 0,004011 |
| J=Perda de carga unitária - mm | 55 |
| L'=Comprimento da tubulação em PVC - m | 50 |
| L''=Comprimento da tubulação Pead - m | 0,1538 |
| HI= Perda de carga localizada - m | |

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216

$$H_f = (J \times (L' + L'')) + H_i$$

$$H_f = \frac{(0,004011 \times (55 + 50)) + 0,1538}{0,575} \text{ m}$$



DESNÍVEL GEOMÉTRICO

DIFERENÇA ENTRE COTA DE CAPTAÇÃO A COTA MÁXIMA DE RECALQUE, NO CASO COTA DA ETA SOMADA ALTURA DO DECANTADOR

| | |
|---|--------|
| Hg=Desnível geométrico em metros | 332,18 |
| Nmr=Nível mínimo de recalque manancial em m | 346,16 |
| Nmc=Nível máximo de recalque manancial em m | 5,5 |
| Atn= Altura do Camara de carga em m | |

$$H_g = Nmr - Nmc + Atn$$

$$H_g = \frac{346,16 - 332,18 + 5,5}{19,48} \text{ m}$$

ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL

OU SEJA PRESSÃO QUE A BOMBA PRECISARÁ PARA ATENDER CURVA DE FUNCIONAMENTO

Hmt=Altura manométrica total em MCA

| | | | |
|------------------------------|-------|---|-------|
| Hg=Desnível geométrico em m | 19,48 | | |
| Hf=perda de carga total em m | 0,575 | | |
| Hmt = Hg + Hf | 19,48 | + | 0,575 |

$$Hmt = 20,06 \text{ mca}$$

GOLPE DA CELERIDADE

| D | ESPESSURA DOS TUBOS PVC (MM) | | |
|-----|------------------------------|-----|-----|
| | CLASSES | | |
| | 12 | 15 | 20 |
| 50 | 2,7 | 3 | 4,3 |
| 75 | 3,9 | 5 | 6,1 |
| 100 | 5 | 6,1 | 7,8 |
| 150 | 6,8 | | |

Para tubo de 150 mm Defofo utiliza-se a espessura supracitada

TABELA: ESPECIFICAÇÕES TIGRE

Fco. Laura Lima Falcão
ENGRª CIVIL
CREA - 0608598216



C=Golpe da celeridade m/s 18
K= Constante do material 75
D=Diâmetro do tubo em mm 3,9
E= espessura do tubo conforme tabela em mm

$$C = 9.900 / [48,3 + K (D / E)]^{0,50} = 9.900 / [48,3 + 18 / 0,075] = 498,47 \text{ m/s}$$

Com relação às espessuras e respectivas classes dos tubos PVC, utiliza-se uma tabela muito conhecida e atestada por engenheiros e projetistas no caso a tabela da tigre descrita abaixo:

GOLPE DE SOBRE PRESSÃO MÁXIMA EM EXTREMIDADE A LINHA

SOBRE PRESSÃO (Sobre Pressão no Tubo)

Há=Golpe da sobre pressão máxima em MCA. 498,47
C=Golpe da celeridade m/s 0,489
V=velocidade no tubo l/s 9,81
G= velocidade gravidade m/s²

$$H_a = C \times V / G = 498,47 \times 0,89 / 9,81$$

$$H_a = 24,837 \text{ mca}$$

GOLPE SOBRE PRESSÃO MÁXIMA INSTALADA

P = golpe sobre pressão maxima instalada em mca 24,837
Há= Golpe de Sobre Pres. Máx. em Cima da Linha 19,48
Hg= Desnível geométrico

$$P = H_a + H_g = 24,84 + 19,48 = 44,32 \text{ mca}$$

tubo adotado classe 12

Golpe de sobre pressão máxima instalada

| Classe | Pressão de Serviço (MCA) |
|--------|--------------------------|
| | |

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0606598216

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 12 | 60 |
| 15 | 75 |
| 20 | 100 |
| TABELA DO AUTOR AZEVEDO NETO | |

CÁLCULO DA BOMBA CAPTAÇÃO

| | | |
|--------------------------------------|-------|-------|
| Dados de dimensionamento | | |
| Rendimento do motor (η) | 65 | % |
| Vazão de adução (Qa) | 2,158 | l/s |
| Altura manométrica total (Hmt) | 20,06 | m.c.a |

OBS: O fator de rendimento depende da potência do motor descrito separadamente na tabela abaixo.

| Potência do Motor | 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% |
| TABELA DO AUTOR AZEVEDO NETO | |

CÁLCULO DA POTÊNCIA DA BOMBA

| | |
|--|-------|
| P=Potencia da bomba CV | |
| Qa=Vazão de adução | 2,158 |
| Hmt=Altura manométrica total | 20,06 |
| η = Fator de rendimento adotado conforme ind. % | 65 |

$$P = Qa \times Hmt / 75 \times \eta \quad 2,158 \times 20,06 / 75 \times 0,65$$

$$P = \boxed{0,89 \quad CV}$$

Potência de acordo com fator de rendimento usado em tabela no caso 50 %

Para se obter bomba com folga de funcionamento adota-se uma folga conforme tabela, desta forma.

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598218



Pr=Potência real em CV 0,89
P=potência calculada 50%
F=Fator de correção adotado em tabela de correção %

$$Pr = P \times f \quad Pr = 0,89 \times (1 + 0,5)$$

Pr=

ADOPTA-SE POTÊNCIA COMERCIAL DE

Fca. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE FILTRAÇÃO E SEUS COMPONENTES

FILTRAÇÃO ASCENDENTE CÁLCULO DIÂMETRO E ÁREA DO FILTRO

VAZÃO DA ETA (Qf)

$$Q_f = 7,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

TAXA DE APLICAÇÃO SUPERFICIAL (Tas)

$$T_{as} = 150 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$$

ÁREA DO FILTRO (Af)

$$A_f = 1,18 \text{ m}^2$$

Segundo Di Bernardo (2003)

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

$$A_f = \frac{9,65 \times 24}{150} = 1,18 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A_f}{\pi}}$$

| | | |
|---------------------|------|---|
| D = | 1,23 | m |
| D _{adot} = | 1,50 | m |

$$D = \text{RAIZ} \frac{4 \times 1,50}{3,1416}$$

$$D = 1,23$$

Dessa forma adota-se o diametro comercial de 2,0 metros, tambem havendo vantagens do ponto de vista operacional e de crescimento.

ÁREA DO FILTRO RECALCULADA (A)

$$A = \frac{\pi \cdot D_{adot}^2}{4}$$

Fco. Leoro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216

$$A = \frac{3,1416 \times (1,5)^2}{4}$$

$$A = \boxed{1,767 \text{ m}^2}$$

TAXA DE APLICAÇÃO SUPERFICIAL CORRIGIDA (Tas corr.)

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

$$Tas = \frac{7,40 \times 24}{4}$$

$$Tas = \boxed{100,501 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}}$$

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).

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216

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 media geométrica dos valores extremos dos diâmetros

$$Deq = \text{RAIZ} \frac{0,6 \times 2,0}{1000}$$

$$D_{eq} = 0,001086278 \text{ m}$$

| | | | |
|-------------------------|------------|-----------|-------------------|
| TEMPERATURA DA ÁGUA | $T =$ | 30 | °C |
| PESO ESPECÍFICO | $\gamma =$ | 9765 | N/m ³ |
| MASSA ESPECÍFICA | $\rho_a =$ | 995,7 | Kg/m ³ |
| VISCOSIDADE CINEMÁTICA | $\nu =$ | 0,0000008 | m ² /s |
| VISCOSIDADE ABSOLUTA | $\mu =$ | 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

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

Fca. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216



Ga = 32525,88

VELOCIDADE MINIMA DE FLUIDIZAÇÃO

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

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

$V_{mf} = \frac{0,000798}{995,5 \times 0,001086} \times \text{RAIZ } (33,7)^2 + 0,0408 \times 32525,88 - 33,7$

$V_{mf} = \span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,01 \text{ m/s}$

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

$V_{mf} = \span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,71 \text{ m/min}$

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

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

VELOCIDADE ASCENCIONAL DA ÁGUA ➔

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

EXPANSÃO DO MEIO FILTRANTE DURANTE A LAVAGEM

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

OBS.: Equações usadas na planilha abaixo.

DADOS:

Pro. Laura Lima Falcão
 ENGENHEIRA CIVIL
 CREA - 0608598216

VELOCIDADE INTERTICIAL

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

FÓRMULAS UTILIZADAS NA TABELA ABAIXO

| | |
|---|---|
| Diâmetro Equivalente (d_{eq}) | $d_{eq} = \sqrt{d_{sup} \cdot d_{inf}}$ |
| 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) | $Ga = \frac{Deq^3 \cdot \gamma \cdot (\rho_s - \rho_a)}{\mu^2}$ |
| Reynolds Modificado (Rem) | $Rem = \frac{C_e \cdot d_{eq} \cdot V_i}{6 \cdot \nu \cdot (1 - Pe)}$ |
| Velocidade mínima de fluidização (V_{mf}) | $V_{mf} = \left(\frac{\mu}{\rho_a \cdot Deq} \right) \cdot \left[\sqrt{(33,7)^2 + 0,0408 \cdot Ga} - 33,7 \right]$ |
| Equação modelo * | $A = \frac{Pe^3}{(1 - Pe)^2} \cdot \left(\frac{\gamma \cdot (\rho_s - \rho) \cdot Ce^3 \cdot d_{eq}^3}{216 \cdot \mu^2} \right)$ |

*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 $Rem > 100$:

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

TABELA 1. Iterações para cálculo de expansão durante a lavagem

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608596216

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

DETERMINAÇÃO PE (POROSIDADE DO MEIO FILTRANTE EXPANDIDO)

$$P_e = 1 - \frac{\sum \frac{x_i}{(1 - P_{ai})} \cdot 2,01}{\sum \frac{x_i}{(1 - P_{ai})}}$$

resultado visto em tabela

$$P_e = \frac{1}{2,01} - 1$$

$$P_e = 0,50$$

EXPANSÃO DO MEIO FILTRANTE (E)

$$P_e = 0,50$$

$$P_{fo} = 0,4$$

conforme tabela caracterisitica
leito filtrante

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA CIVIL
CREA - 0608598216

[Handwritten signature]

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

$$E\% = \frac{0,50 - 0,40}{1 - 0,40} \times 100$$

$$E = 20,82 \%$$

ALTURA DO MEIO FILTRANTE EXPANDIDO (Le)

| | | |
|------|-----|---|
| Lfo= | 1,6 | total soma subcamadas leito conforme tabela caracterisitica |
| Po= | 0,4 | leito filtrante conforme calculado anteriormente |
| Pe= | 0,5 | |

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

$$L_{fe} = L \times \frac{(1 - 0,40)}{(1 - 0,5)}$$

$$L_e = 1,93 \text{ m}$$

META*: Artifício 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 (Qif)

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA
CREA - 0608598216

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

$$Q = Va \times A$$

$$0,0167 \quad \times \quad 1,18$$

$$Q_{lf} = \boxed{0,0295 \quad m^3/s}$$
 multiplica-se por 3600 e tem o valor em M³/h

$$Q_{lf} = \boxed{106,03 \quad m^3/h}$$

DIMENSIONAMENTO DA CALHA DO FILTRO

LARGURA ÚTIL (b)

$$b = \boxed{0,30 \quad m}$$
 Adotado

ALTURA MÁXIMA DA ÁGUA (H)

$$Q = 0,0295 \quad m^3/s$$

0,3 metros adotado para largura b = calha

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

$$H = \frac{\text{RAIZ CUBICA } 0,0295^2}{(1,3 \times 0,3)^2}$$

$$H = \boxed{0,01 \quad m}$$

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

Dessa maneira a calha coletora terá 0,3 de altura e 0,2 metros de largura

Fco. Laura Lima Falcão
ENGENHEIRA
CREA - 0608598216

CÁLCULO DA PERDA DE CARGA DURANTE A LAVAGEM

PERDA DE CARGA NO LEITO (AREIA)

H= 0,7 Coeficient e de esfericida de (Ce)
L= 1,6
Po= 0,45
 2650
Ps= kg/m³
 995,7
Pa= Kg/m³

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

$$h_f = \frac{0,7}{1,6}$$

$$h_f = \boxed{1,59 \text{ m}}$$

PERDA DE CARGA NA CAMADA SUPORTE

Usa-se a mesma formula, do Viana (2012) usada anteriormente para o mesmo calculo

Coeficiente de esfericidad e (Ce)
Soma das subcamad as leito espessura da camada
Massa especifica
H= 0,7
L= 0,55
Po= 0,45

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGENHEIRO CIVIL
CREA - 0608598216



Ps= 2650
kg/m³
995,7
Pa= Kg/m³

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

$$\frac{(1 - 0,45) \times (2650 - 995,7)}{995,7}$$

$$h_f = \frac{0,7}{0,55} =$$

$$h_f = \boxed{0,50 \text{ m}}$$

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 |
| Coefficiente de descarga C_d | 0,61 |

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

$$\frac{(4 \text{ E} - 04)^2}{(0,61 \times 3\text{E} - 04)^2}$$

$$2 \times 9,81$$

$$H_f = \boxed{0,2876}$$

PERDA DE CARGA NAS PEÇAS E TUBULAÇÕES

Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

Dimensionamento das tubulações

Pro. Laura Lima Falcão
ENGR. CIVIL
CREA - 0608598216

| Velocidades máximas | Diâmetros | Velocidades |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| $V_{la,máx} = 3,60 \text{ m/s}$ | $D_{l,a} = 100 \text{ mm}$ | $V_{la} = 3,75 \text{ m/s}$ |
| $V_{le,máx} = 1,80 \text{ m/s}$ | $D_{l,e} = 100 \text{ mm}$ | $V_{le} = 3,75 \text{ m/s}$ |

Para calcular a V_{le} usa-se os mesmos dados mudando apenas o diâmetro no caso de 150 mm

$$V_{la} = \frac{V_{la} = Q_a}{3,1416 \times \frac{(150)^2}{(1500)^2}} = \boxed{3,75 \text{ m/s}}$$

A velocidade calculada encontra-se na faixa do autor, restando assim adotar o tubo com diâmetro nominal de 150 mm.

Diâmetro Adot. $d_{adot} = 0,1 \text{ m}$

| Sucção | | Comprimento equivalente (m) | |
|-----------------------|--------|-----------------------------|---|
| Acessório | | | |
| Válvula de pé e crivo | 265 D | 26,5 | m |
| Curva 90° R/D = 1,5 | 12,8 D | 1,28 | m |
| Entrada | 14,7D | 1,47 | m |
| Tê de passagem direta | 21,8D | 2,18 | m |
| Comp. Real | 3 | 3 | m |
| Comp. Total (L_s) | | 34,43 | m |

O Comprimento é de acordo com o diâmetro

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 ($D = 0,1 \text{ m}$) e o coeficiente de rugosidade ($\epsilon = 0,1 \text{ mm}$), a carga unitária na sucção (J_s) pode ser calculada pela equação a seguir.

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

Fco. Lauro Lima Falcão
ENGR. CIVIL
CREA - 0608598216