

ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

DE ÁGUA BRUTA SUPERFICIAIS,

FIXAS E FLUTUANTES

INTRODUÇÃO

Uma das situações mais freqüentes, que o Engenheiro se depara, é ter que determinar, em seu projeto, o sistema de bombeamento de água para uma cota fixa, a partir de um nível variável (rio ou represa).

Se escolhermos uma bomba hidráulica colocada no nível superior, o nível de tomada poderá tornar-se muito baixo e causar problemas relacionados ao NPSH requerido da bomba. Se colocarmos a mesma junto ao nível inferior ou a meia altura, poderá ocorrer uma cheia que inunde a bomba e seu motor.

Há diversas soluções possíveis, cabendo ao profissional não somente a seleção da mais adequada, mas ainda, pesquisar se é a mais econômica. Muitas vezes, na nossa vida profissional, temos que optar pela segunda melhor solução técnica, por esta mostrar-se a mais adequada, quando o projeto tem que se adequar a um orçamento prévio.

A apostila a seguir apresentada é o resultado de anos de experiência de um grupo de Engenheiros que durante todo esse tempo dedicou-se a pesquisar, projetar, instalar e operar sistemas de bombeamento de água bruta (captações), nas mais diferentes situações geométricas, sempre buscando a melhor solução técnica e econômica.

Nosso intuito principal é demonstrar que a alternativa “captação flutuante”, muitas vezes, não é só economicamente vantajosa, como a única viável. Além da praticidade de instalação, operação e manutenção, sua confiabilidade é a toda prova, como temos a atestar dezenas de instalações operando desde 1977.

Esperamos que você, profissional da área, faça uso deste resumido trabalho, colocando-nos desde já à sua inteira disposição para colaborar com seu projeto ou esclarecer quaisquer dúvidas pertinentes.

1. CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA FIXA COM BOMBAS DE EIXO HORIZONTAL

A maioria dos problemas numa bomba tem sua origem na sucção.

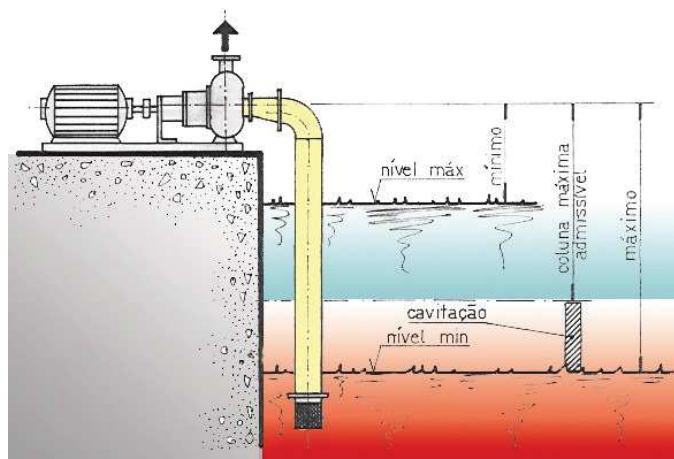
A bomba quando em operação, deverá ser instalada acima do nível máximo da superfície da água.

Nesse caso, quando o nível da água do açude, represa ou rio desce, a bomba deverá vencer a coluna de líquido da superfície da água até a entrada da bomba, provocando uma pressão negativa (vácuo).

Quando a pressão de sucção for muito grande, ela poderá superar o N.P.S.H. requerido da bomba, ocorrendo o fenômeno da cavitação, onde o líquido na temperatura ambiente se vaporiza em alguns pontos do rotor hidráulico e se liquefaz em outros pontos, criando uma vibração anormal e arrancando material do rotor e da carcaça, de maneira localizada. Dependendo da intensidade desse fenômeno, as partes internas da bomba poderão ser destruídas ou comprometidas em pouco tempo, afetando o rotor, os mancais, as gaxetas, retentores, selos mecânicos e voluta.

Para evitar o fenômeno da cavitação, é necessário que as bombas operem com cota de sucção dentro dos parâmetros indicados nas curvas de desempenho das bombas, levando-se em conta as perdas de carga na sucção e o ponto de N.P.S.H. requerido, definido pelo fabricante.

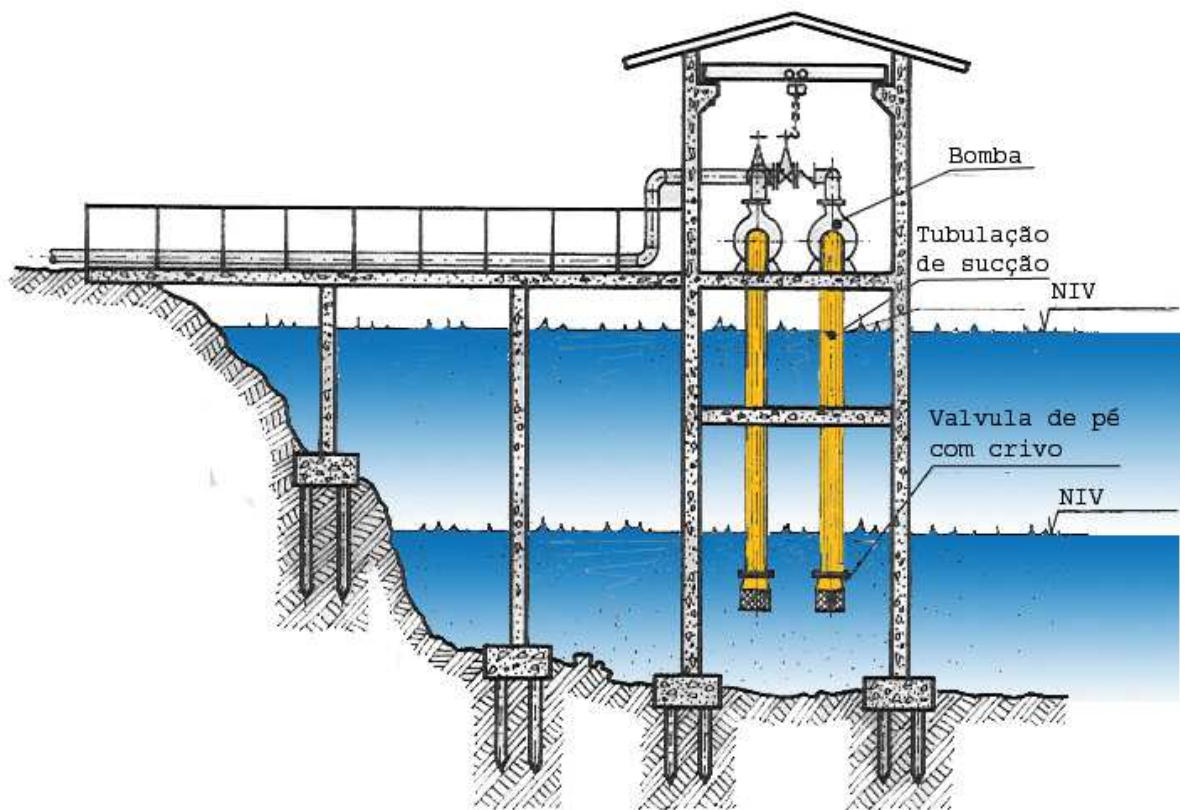
Note que para algumas bombas de grande vazão é necessário que estas operem afogadas.



1.1 - Elevatória sobre rio ou represa com bombas de eixo horizontal

Para sua construção, poderá haver a necessidade de se fazer uma ensecadeira na ocasião em que o rio ou represa estiver na sua cota mínima possível, o que poderá demandar algum tempo.

Após a construção da ensecadeira, esta deverá ser totalmente drenada e, a partir daí, serão executados os trabalhos de obras civis.



A elevatória assim construída deverá ter também uma ponte ligando-a a margem, para permitir o acesso à manutenção e por onde se encaminharão as tubulações de recalque.

Obs.: As bombas de eixo horizontal e os motores deverão ficar a uma cota segura acima do nível máximo de enchente e o crivo deverá estar abaixo do nível mínimo.

2. CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA FIXA COM BOMBAS DE EIXO VERTICAL

Quando por necessidade de projeto, a distância da superfície do líquido bombeado for muito abaixo do local de instalação do motor, para que não ocorra cavitação, poderemos usar uma bomba de eixo vertical.

O motor ficará instalado acima da cota máxima de enchente e a bomba abaixo do nível mínimo de água.

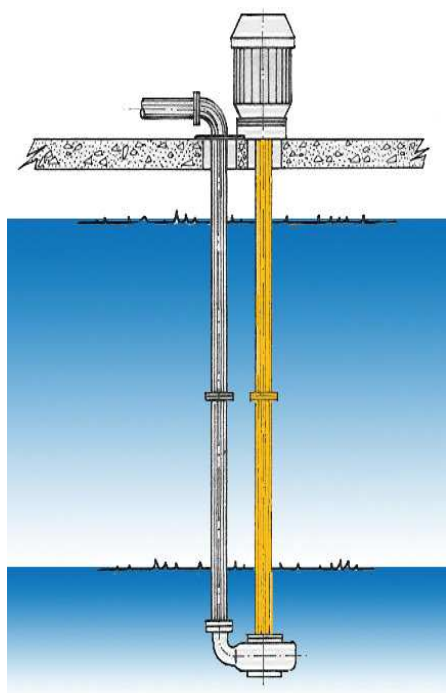
Muitas vezes isto significará uma moto bomba com eixo muito comprido, sendo que esta coluna necessitará, por facilidade de instalação, ser montada em partes, com mancais, semi-eixos, uniões e sistemas de lubrificação forçada.

Na operação, quando a bomba estiver em carga, este eixo poderá apresentar vibrações e problemas de lubrificação, ocasionando danos ao mesmo.

Além disto, a estrutura do grupo moto bomba deverá ser muito grande e pesada, para poder suportar uma ponte rolante a ser usada durante as manutenções das colunas e bombas.

Para colunas extensas, a retirada será sempre em partes. Primeiro o motor, que deverá ser deslocado, içando e desmontando cada segmento da coluna e do tubo de recalque, até chegar à bomba. Só então será executada a manutenção da mesma. A montagem se dará no sentido inverso.

São moto bombas de alto custo e de manutenção constante e dispendiosa.



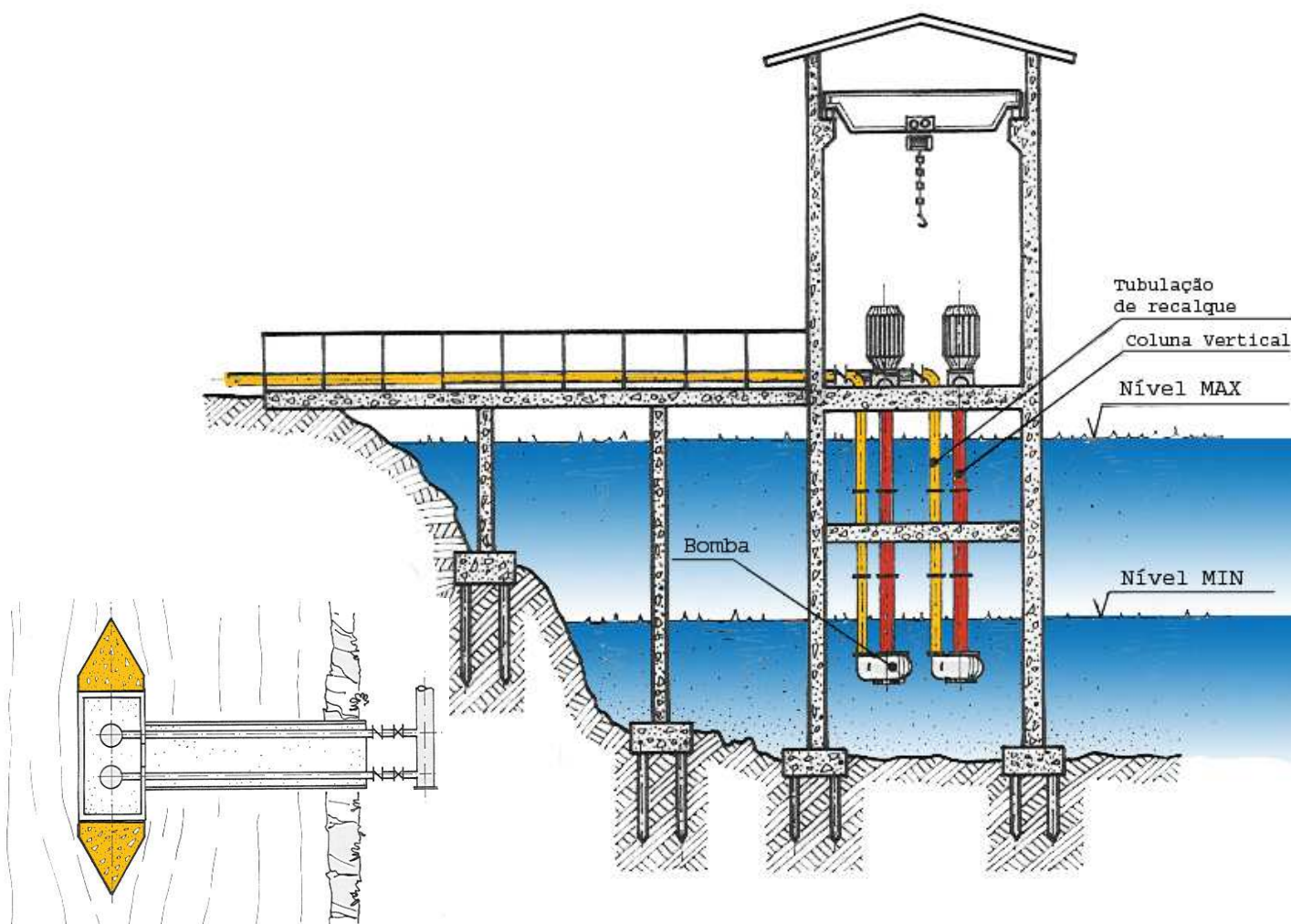
2.1 - Elevatória sobre rio ou represa com bombas de eixo vertical

Teremos os mesmos problemas de construção da elevatória com bombas horizontais, no tocante à utilização de ensacadeiras para obras civís, com o motor sobre a plataforma de apoio, acima do nível máximo de inundação e a bomba abaixo do nível mínimo.

Com isso, poderemos atingir colunas muito longas.

Nesta elevatória, será necessária a instalação de monovias ou ponte rolante e um pé direito bastante alto para permitir a retirada da coluna e da bomba por ocasião das manutenções.

Isto acarretará numa obra de grande porte, pesada e com fundações grandes e caras. Lembrar que, para este tipo de instalação, a elevatória deverá ter uma configuração hidrodinâmica para não reter sólidos sobrenadantes do rio.



3. CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA FIXA COM BOMBAS SUBMERSÍVEIS

A bomba submersível trabalhando diretamente no leito de um rio ou represa estará sujeita a assoreamento muito rapidamente, necessitando constante verificação.

A sucção se dará num nível, próximo ao fundo, em que a lâmina de água é muito suja, contendo areia, lama, argila, pedras, latas, etc.

A lâmina mínima necessária para o funcionamento normal de uma bomba submersível será maior do que as respectivas para outros tipos de bombas, para garantir a refrigeração do motor.

O investimento inicial de uma instalação de bomba submersível em câmara seca será mais elevado do que o mesmo de outros tipos de bomba.

3.1 - Elevatória sobre rio ou represa com bombas submersíveis

O acesso à bomba submersível será mais difícil, pois a mesma necessita ser retirada para inspeção.

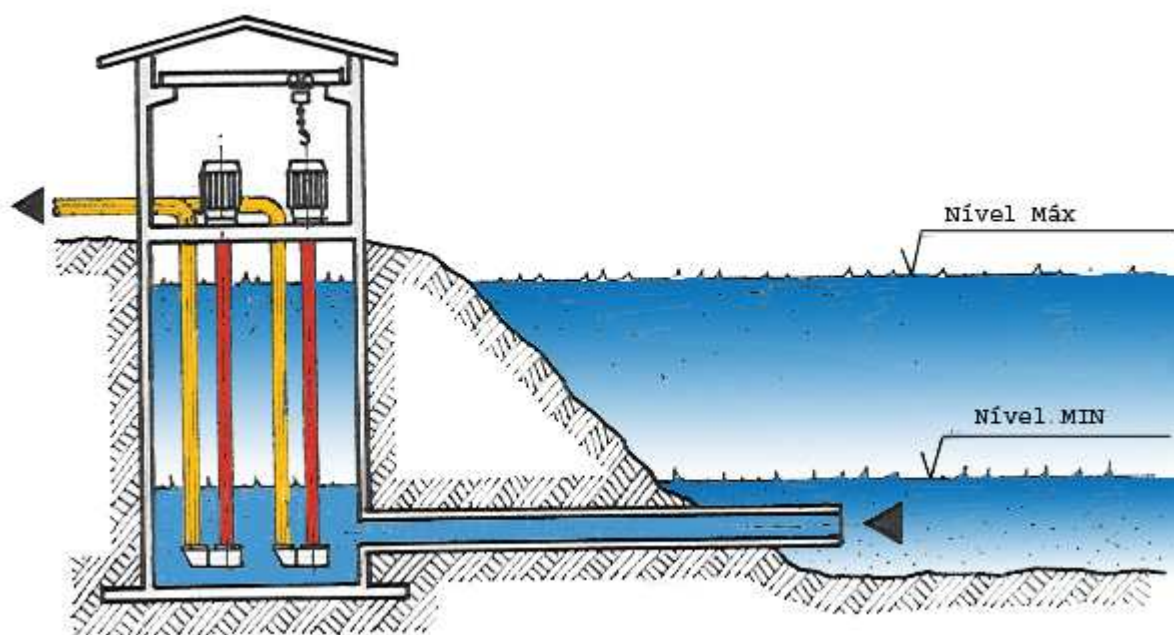
Acessórios especiais serão necessários para a instalação de bombas submersíveis, tais como conexões de descarga, tubos – guia, suporte de tubos – guia, etc.

A tubulação de descarga poderá apresentar vazamento que não será detectada visualmente.

A remoção de bomba submersível exigirá obrigatoriamente dispositivo de içamento e remoção, o que nem sempre será obrigatório para outros tipos de bomba.

4 – CONSTRUÇÃO DE ELEVATÓRIAS NAS MARGENS

Para se evitar a construção e drenagem de ensecadeiras, as elevatórias poderão ser construídas na margem do rio, sendo alimentada por uma tubulação ou por canal, conforme desenho abaixo:



Possíveis problemas

- Tipo de solo da margem instável, necessitando às vezes de grandes fundações.
- Margens que sofrem erosão, podendo com o tempo comprometer todas as fundações e obras civis.

Obs.: Esta erosão é acentuada durante as cheias, fazendo com que a estação seja implantada longe da margem.
- Entupimento do tubo de adução ou assoreamento do canal adutor.
- Quantidade muito grande de impurezas no líquido bombeado, tais como: lama, areia, argila, pedriscos, etc., o que acarretará abrasão e um desgaste acentuado nas partes girantes das bombas, nas válvulas, curvas e tubulações, podendo inclusive entupir todo o sistema de recalque.
- A água bombeada não será da melhor qualidade, sendo que, para algumas utilizações, tais como para estações de tratamento de água, elas deverão ser previamente decantadas.
- Necessidade de grandes decantadores nas entradas das estações de tratamento de água, com custos de implantação elevados, manutenção contínua, onerosa e possibilidade de problemas na operação.

5. CAPTAÇÃO FLUTUANTE DE ÁGUA BRUTA

5.1 – Conceito básico

Cada conjunto de estação elevatória flutuante será desenvolvido de acordo com as necessidades de projeto, adequando-se à instalação dos equipamentos e acessórios previamente definidos.

As tubulações de sucção e recalque, motores e bombas serão fixadas a uma plataforma de trabalho perfeitamente estável, onde são previstos locais para acesso, manutenção preventiva e corretiva, possibilitando ainda todas as facilidades de remoção dos equipamentos, caso haja necessidade.

A plataforma de trabalho será circundada por guarda-corpos e proteção com rodapés, o que aumenta a segurança. Ainda nesta plataforma, serão instalados pórticos que sustentarão uma monovia, situada sobre as bombas e motores, que são os equipamentos normalmente mais pesados.

Nesta monovia será instalada uma talha manual fixada a um trole, possibilitando, assim, o içamento e remoção de quaisquer equipamentos ou acessórios que estejam sobre a plataforma.

A proteção às intempéries poderá ser promovida por um teto sobre os pórticos, protegendo toda a plataforma, ou por coberturas localizadas sobre os motores.

NOTA: Para motores com proteção IPW-55 esta proteção não é necessária.

Todas as partes serão desmontáveis, sendo fixadas por parafusos, oferecendo maior facilidade no transporte e montagem no campo, além de possível desmontagem e remoção, ou deslocamento para outro ponto a ser instalado.

A estação elevatória flutuante servirá como base de fixação para grupos moto bombas como uma estação clássica, levando-se em conta as facilidades de espaço e acessórios de montagem, içamento e remoção dos equipamentos.

Numa estação elevatória flutuante corretamente projetada, o usuário irá encontrar todas as facilidades de operação e manuseio que se encontra numa captação convencional.

Além dos acessórios já mencionados, não poderemos fugir, no projeto das estações elevatórias, das prioridades técnicas, quais sejam:

- Uso dos equipamentos, motor e bomba, dentro dos parâmetros exigidos pelos fabricantes;
- Captação da água na zona de líquido mais puro possível (faixa intermediária);
- Especificações dos materiais construtivos da estação elevatória flutuante, com chapas e perfis metálicos em aço carbono, normalizados, com espessuras adequadas e estruturalmente dimensionados para os esforços críticos (totalmente montados e apoiados no seco sem que ocorram deformações);
- Os flutuadores deverão ser dimensionados quanto a flutuabilidade, levando-se em conta a montagem em vazio e em operação, com as cargas dos equipamentos, conjuntos moto bombas, tubos, válvulas, guarda-corpos, pórticos, monovia, acessórios elétricos, água nas tubulações, trações exercidas pelas ancoragens frontais e laterais, peso dos mangotes, passarelas, etc.;
- Os flutuadores deverão ter a estabilidade dimensionada para os pontos críticos, a saber:
 - 1 - Montagem em vazio;
 - 2 - Montagem com equipamentos;
 - 3 - Montagem com equipamentos em operação (bombas e tubulações cheias de água);
 - 4 - Com o equipamento sendo içado, nas extremidades da monovia (no caso mais crítico);
 - 5 - Levando em conta possíveis ondas no local de instalação, com a sua orientação no eixo mais crítico da captação (menor distância entre os eixos dos flutuadores);
 - 6 - Em operação com carga total e mais as tensões localizadas das ancoragens e mangotes.

5.2 – Vantagens técnicas sobre captações fixas

- Utilização de bombas centrífugas captando água bruta a nível constante, já que a plataforma que sustenta as bombas flutua sobre o líquido bombeado. Com isso, serão eliminados os problemas de cavitação, inundação de motores, etc, conforme descrito nos itens 1 e 2.
- Viabilidade de construção da estação elevatória flutuante em locais cujos terrenos tenham problemas de estabilização do solo (várzeas, pântanos, etc.) que impossibilitam qualquer construção civil.
- Possibilidade de mudança do local de captação pelo deslocamento da estação elevatória flutuante, no caso de mudança do canal do rio, garantindo a permanente alimentação da estação de tratamento de água.
- Possibilidade de utilização do sistema de captação flutuante em outro projeto ou local, já que ele é totalmente desmontável e factível de ser transportado.
- Num estudo das camadas de líquido que formam a lâmina de água de uma represa e principalmente nos rios, constatou-se que esta lâmina é constituída de três faixas distintas:

1ª Faixa - Camada inferior próxima ao fundo

Nesta faixa, a água se apresenta bastante contaminada com sólidos pesados, tais como: lama, argila, areia, pedras, resto de vegetação, latas, embalagens etc.

2ª Faixa - Camada superior do líquido

Nesta faixa, junto a superfície, a água poderá se apresentar com sólidos flutuantes, tais como: folhas, ramos, galhos, animais mortos, madeiras, plásticos, aguapés, algas, etc.

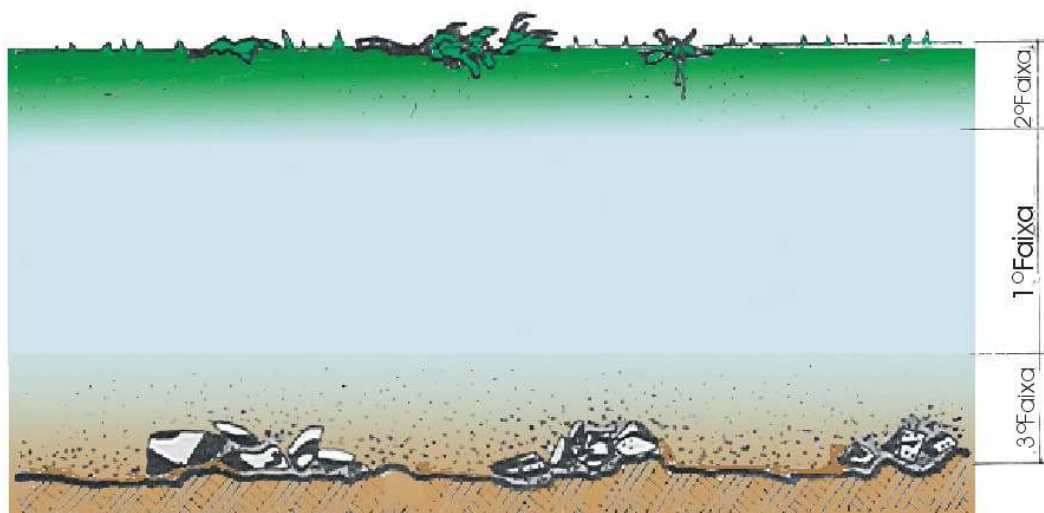
3ª Faixa - Camada intermediária

É a camada mais limpa, quase isenta de sólidos, pois os sólidos leves flutuam e os pesados descem ao fundo.

Por essa análise, será fácil perceber que a faixa mais interessante para ser aproveitada é a intermediária.

Para termos certeza de que a água bombeada será a dessa camada, independentemente do nível do rio ou represa, as moto bombas são fixadas em plataformas flutuantes e com suas sucções a um nível de captação previamente estabelecido em projeto.

Com isso eliminaremos os problemas de cavitação, vibração, entupimentos, desgastes prematuros das bombas, válvulas e canalizações.



5.3 - Vantagens econômicas

- A construção de um flutuante preparado para receber as bombas de captação de água bruta será quase sempre mais econômica que a construção civil de uma estação fixa convencional.
- O flutuador será construído distante da obra, sendo instalado no local depois de pronto, não havendo necessidade de construção civil, ensecadeiras, escavações e remoções de terra.
- Não haverá interferência com o canteiro de obras da estação de tratamento de água.
- Flexibilidade de escolha da época de construção e instalação, uma vez que a construção do flutuador sendo feita à distância, em nossa fábrica,

independerá de condições climáticas. Desta maneira, a construção da captação não interferirá no caminho crítico do cronograma de obras, mesmo porque o prazo da fabricação de um flutuador será mais reduzido que o de uma casa de bombas convencional.

- Possibilidade de remoção da captação para re-utilização em outro local, sem perda do investimento inicial, evitando o sucateamento de equipamento superado pelas modificações locais.
- A adoção de flutuantes modulares possibilitará a expansão ilimitada do sistema sem perda do investimento inicial.
- Será construído somente o flutuante para a etapa em questão, sendo que o investimento inicial será sempre o mínimo necessário.
- Menor impacto ambiental, necessitando somente a passagem da tubulação de recalque pela mata ciliar, sem destruição da vegetação existente.

5.4 – Tipos de captação flutuante

5.4.1 – Modularidade do flutuante

A) Flutuante modular

Para sistemas de bombeamento em que se esperam ampliações futuras, serão projetadas estações elevatórias flutuantes, em módulos, para suprir cada etapa no seu devido tempo, simplesmente unindo os módulos conforme as necessidades.

Com isso, se obterá um sistema de bombeamento com baixo custo, tendo como investimento inicial somente os equipamentos dimensionados para a primeira etapa, dispensando obras civis de grande porte que desde o início deveriam prever espaços para instalação de equipamentos futuros até a última fase do projeto.

Vantagens:

- Redução ou mesmo eliminação dos custos de projeto, para ampliação, do flutuante, restando tão somente a adaptação do recalque exigido em cada caso.
- Máximo aproveitamento do sistema de captação durante cada etapa.
- Facilidade de ampliação, bastando conectar os módulos necessários.
- Manutenção das bombas simplificada, pois será previsto que qualquer módulo poderá ser desconectado e levado à margem.
- Possibilidade de padronização de unidades de captação de água bruta.
- Os sistemas modulares poderão ser desenvolvidos para 1 grupo moto bomba, para 2 grupos moto bombas etc, tendo sempre como objetivo o menor custo.

B) Flutuante monobloco

A estação elevatória flutuante poderá ser executada em corpo único, principalmente quando for prevista uma única etapa com a utilização de várias bombas, ou com etapas de ampliação muito próximas, sendo que neste caso deverão ser previstas tubulações de sucção e recalque como também espaço para a instalação das moto bombas futuras.

Vantagens:

- Custo total menor.
- Plataforma de trabalho única, prevendo-se espaços entre moto bombas e local para manutenção embarcada.
- Equipamentos de içamento e remoção das moto bombas embarcado (monovia ou haste giratória, dependendo das características dimensionais e do peso dos grupos moto bombas).

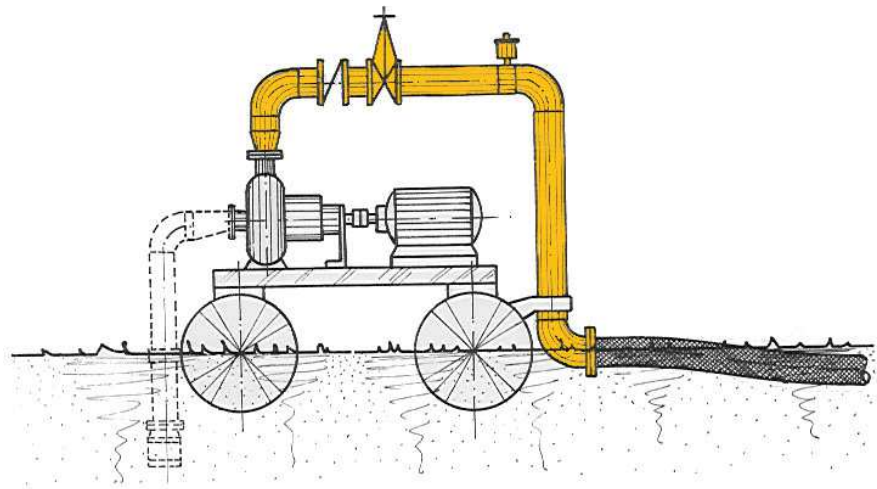
5.4.2 – Tipo de bomba centrífuga instalada

A) Bombas de eixo horizontal

sucção

Este item será comentado adiante.

Recalque

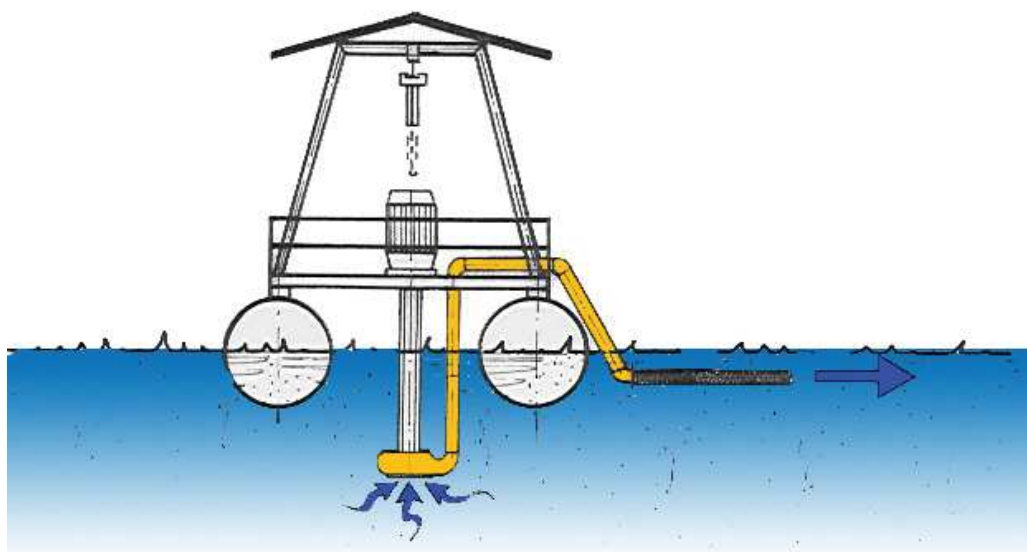


A tubulação de recalque deverá ser provida de válvulas de retenção, válvula borboleta ou registro gaveta e ventosa na parte mais alta da tubulação.

A extremidade da tubulação deverá ser provida de união para o mangote de recalque a ser conectado.

B) Bombas de eixo vertical

A estação elevatória flutuante, basicamente é a mesma descrita anteriormente, diferindo somente na parte de sucção do sistema. O recalque e demais componentes serão iguais.



Nesse caso, o motor da bomba ficará sobre a plataforma e será acoplado por meio de uma coluna à bomba hidráulica que estará posicionada abaixo do nível de água, eliminando a necessidade da coluna de sucção.

C) Bombas submersíveis

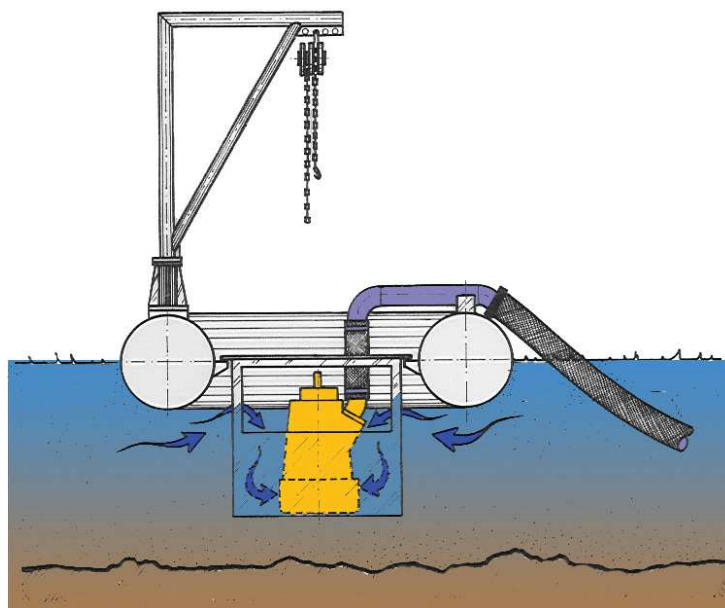
A estação elevatória flutuante projetada para o uso de bombas submersíveis, obedecerá basicamente aos mesmos parâmetros das estações elevatórias descritas anteriormente sendo, no entanto, mais simplificada, pois não necessitará de telhados ou coberturas dos motores e tubulação de sucção.

Normalmente o conjunto moto bomba submersível será fixado a uma gaiola suporte metálica, dimensionada para que a sucção da bomba fique posicionada num nível de submersão adequado, evitando-se a formação de vórtice e entradas de ar.

Este sub conjunto, gaiola suporte e moto bomba submersível, será fixado nas câmaras de flutuação e estabilização da captação.

Caso a moto bomba submersível seja de grandes dimensões e peso elevado, deveremos, como nos casos anteriores, prover a estação elevatória flutuante de pórticos e monovia ou haste giratória para içamento das bombas.

A tubulação de recalque será semelhante às já descritas.



Obs.:

- A gaiola suporte da bomba poderá ser protegida com chapas, impossibilitando que se bombeie líquido contaminado do leito do rio ou da represa, caso a lâmina de água seja muito suja.
- A gaiola suporte da bomba poderá ser protegida com telas, impedindo a entrada de sólidos sobrenadantes (folhas, ramos, sacos plásticos etc) que possam entupir o crivo da bomba.

5.5 – Construção típica

5.5.1 – Flutuadores

Todo o conjunto da estação elevatória flutuante e todos os equipamentos motrizes e hidráulicos deverão ser suportados por flutuadores dimensionados especificamente para cada projeto.

Normalmente usamos corpos de formato cilíndrico, sendo dois ou mais, dependendo dos cálculos e necessidades de cada projeto.

Estes flutuadores serão construídos a partir de chapas de aço carbono, reforçados internamente por anéis e longarinas e tamponados por flanges. Serão dimensionados para suportar, sem deformações, toda a carga do conjunto mesmo quando apoiados no seco.

Os flutuadores serão providos de berços em aço, nos quais serão fixados por parafusos, a plataforma de trabalho, os pórticos, as ancoragens, tubulações etc.

5.5.2 – Plataforma de trabalho

Fixada sobre os flutuadores, a plataforma de trabalho será constituída de um piso construído em chapa de aço antiderrapante reforçado por nervuras, sobre o qual serão instaladas as moto bombas, tubulações, pórticos e monovias, e demais acessórios. Será provida de guarda-corpos e rodapés.

Deverá prever espaço para circulação e manutenção a bordo.

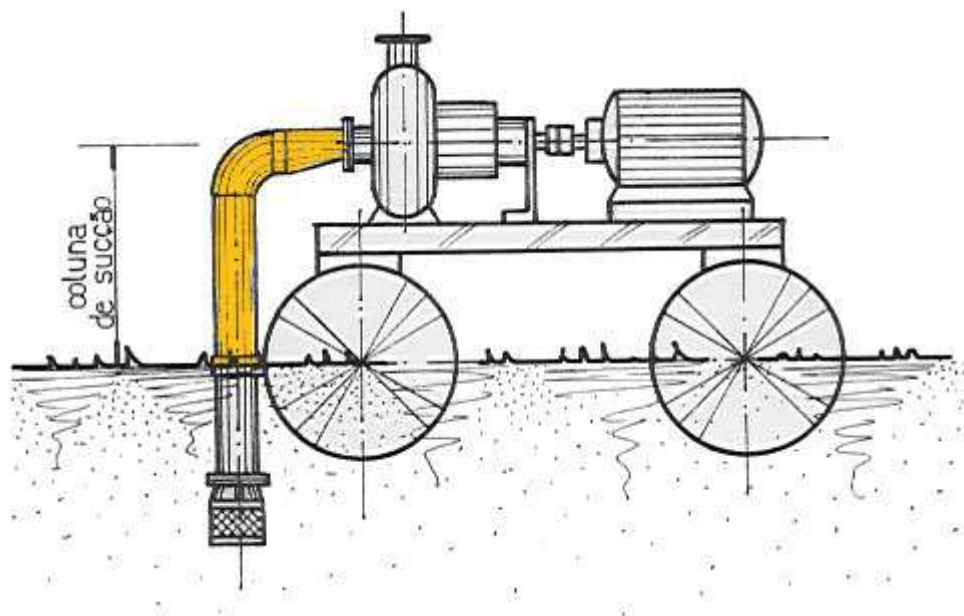
5.5.3 – Passarela

Quando houver necessidade de acesso direto da margem à captação flutuante, deverá ser utilizada uma passarela aérea, constituída de uma plataforma de passagem instalada sobre câmaras de flutuação específicas. Será provida de piso antiderrapante, guarda-corpos e será projetada para permitir a passagem e suporte de cabos elétricos e mangotes.

Importante observar que, no caso de instalações de captações flutuantes em rios, a passarela é indispensável.

5.5.4 – Tubulação de sucção

A bomba, sendo fixada sobre a plataforma de trabalho, ficará a uma certa cota fixa acima da água, formando uma coluna de sucção. Deverá ser observado se esta coluna é compatível com a curva de N.P.S.H. fornecido pelo fabricante.



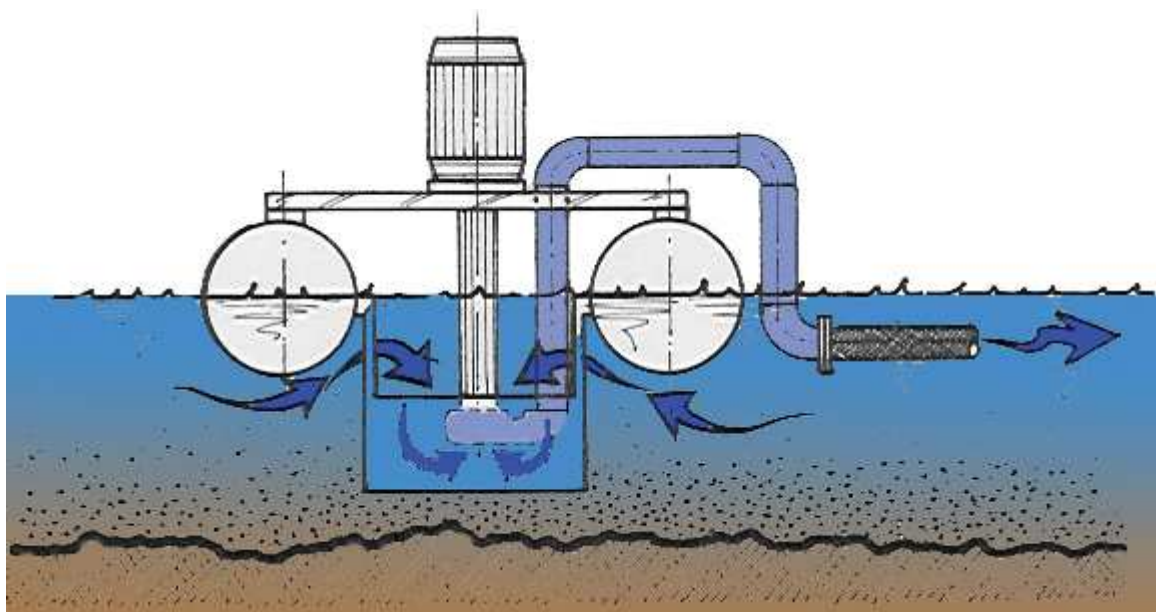
Verificar se a bomba tem escorva, se não, providenciar o escorvamento antes do início da 1ª operação.

Colocar na extremidade da tubulação de sucção válvulas de pé com crivo.

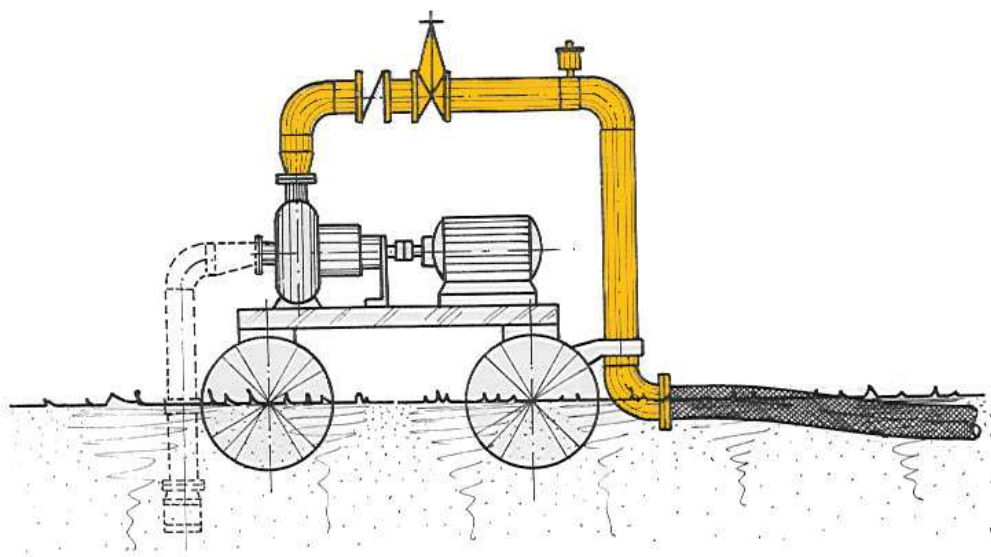
Poderá ser adicionado um sistema de escorva auxiliar utilizando-se um sistema de “by pass” na válvula de retenção da tubulação de recalque, ou com uma pequena bomba submersível, tubulações e válvulas de retenção, que será automaticamente acionado em sistema no quadro elétrico, antes do acionamento de cada bomba, garantindo assim que a escorva seja sempre executada com as tubulações de sucção completamente cheias.

Observação importante:

Deveremos proteger a sucção das bombas, caso elas, nos níveis mínimos de operação (lâmina de água pequena) fiquem com a sua sucção muito próxima do leito do rio, pois poderão succionar impurezas, tais como: lama, areia, pedriscos etc, que com o tempo provocarão entupimentos na canalização ou na bomba ou, por atrito, um desgaste acentuado das válvulas e tubos. Neste caso, a bomba será envolvida por uma caixa, permitindo a sua alimentação somente pela parte superior.



5.5.5 – Tubulação de recalque



A tubulação de recalque deverá ser provida de válvulas de retenção, válvula borboleta ou registro gaveta e ventosa na parte mais alta da tubulação.

A extremidade da tubulação deverá ser provida de união para o mangote de recalque a ser conectado.

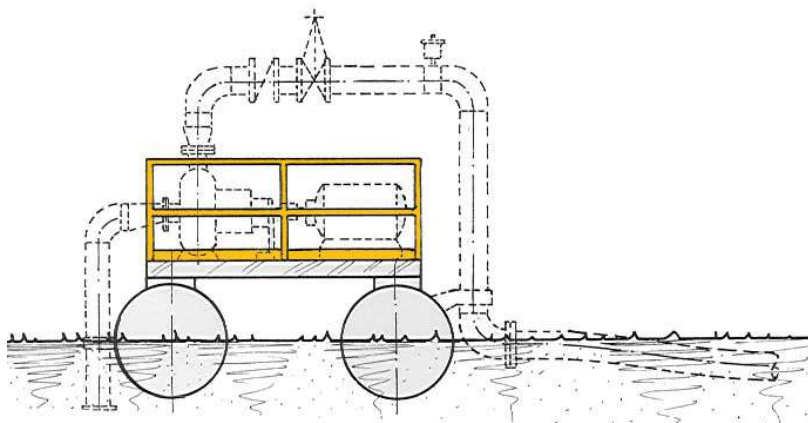
Quando, na estação elevatória flutuante, forem fixados dois ou mais grupos moto bombas, poderá ser construído um colar de manobras sobre o mesmo, tendo como recalque um único mangote.

Nesse caso, este colar de manobras deverá ser detalhado e verificada a sua influência quanto ao centro de gravidade, para que o flutuante permaneça estável, tanto com a tubulação em vazio quanto cheia de água.

A tubulação deverá ser provida de bases e ancorada na captação, para suportar os transientes hidráulicos que ocorrem nas partidas e paradas das bombas.

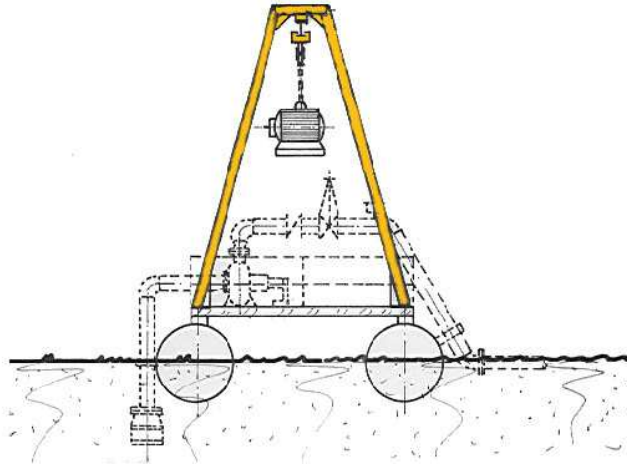
Recomenda-se que esta tubulação seja construída em aço carbono.

5.5.6 – Guarda corpo e rodapés



Por uma questão de proteção ao operador, todo o piso deverá ser circundado por rodapés e guarda corpo, evitando a perda de ferramentas e peças que poderiam escorregar para fora do piso e agindo como uma contenção segura ao operador.

5.5.7 – Pórticos e monovias



Quando, na estação elevatória flutuante, forem instalados acessórios e equipamentos pesados, haverá a necessidade de se prever a construção de pórticos com monovia(s), onde trabalhará uma talha de comando manual, acoplada a um trole, de tal maneira que possa ser utilizada para içamento e remoção dos equipamentos.

Obs.:

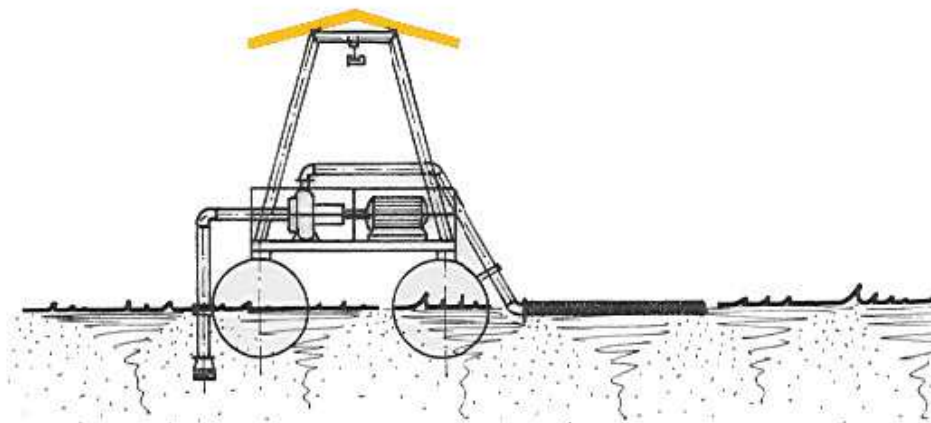
Caso o equipamento eventualmente a ser removido for muito pesado, deverá ser calculada a estabilidade do conjunto na posição mais crítica, ou seja, quando a carga estiver suspensa na extremidade da monovia, criando o maior momento.

5.5.8 - Cobertura

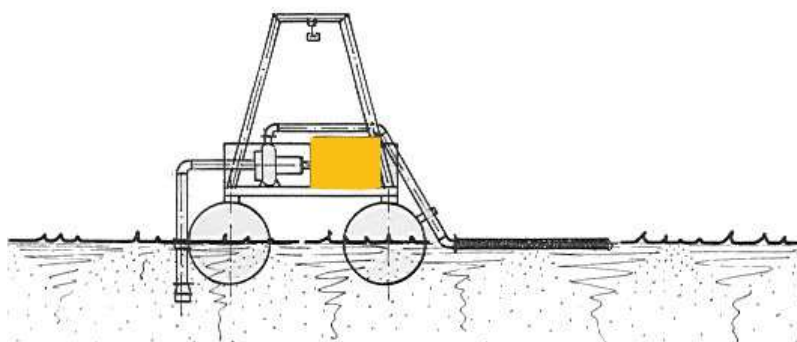
O equipamento motriz geralmente deverá ser protegido contra intempéries (motor elétrico, diesel etc).

Neste caso, temos dois tipos de soluções:

- a) cobertura total, sobre os pórticos, aproveitando-se estas peças estruturais



b) cobertura somente sobre os motores, prevendo a ventilação necessária



c) Estas proteções poderão ser dispensadas adquirindo-se motores elétricos com grau de proteção apropriada (IPW 55)

5.5.9 - Proteções e revestimentos

Uso em água salgada

As estações elevatórias flutuantes construídas para uso em água salgada, ou salobra, deverão ter proteções contra abrasão, oxidação e correntes galvânicas.

As chapas, tubos e perfis em aço carbono, deverão sofrer jateamento e a seguir revestimento em tinta epóxi, em processo específico.

Proteção catódica

Todas as partes metálicas não revestidas, tais com: bombas, pedestais, tubulações etc, deverão ser protegidas por anodos de zinco.

Obs.:

Na entrada da tubulação de sucção para bombas de eixo horizontal ou na bomba, deverão ser fixados anodos de zinco, para evitar corrosão.

Estes anodos deverão sofrer corrosão acentuada, o que implicará em inspeções a intervalos curtos e substituições antes de se consumirem.

A vida útil das bombas, válvulas e tubulações metálicas dependem, em grande parte, de neutralização iônica do líquido, promovida pelos anodos de zinco (anodos de sacrifício),

Uso em água doce

As estações elevatórias flutuantes construídas para uso em água doce, deverão ter proteções contra abrasão e oxidação.

As chapas, tubos e perfis em aço carbono, deverão sofrer jateamento e a seguir revestimento em tinta à base de epóxi alcatrão de hulha.

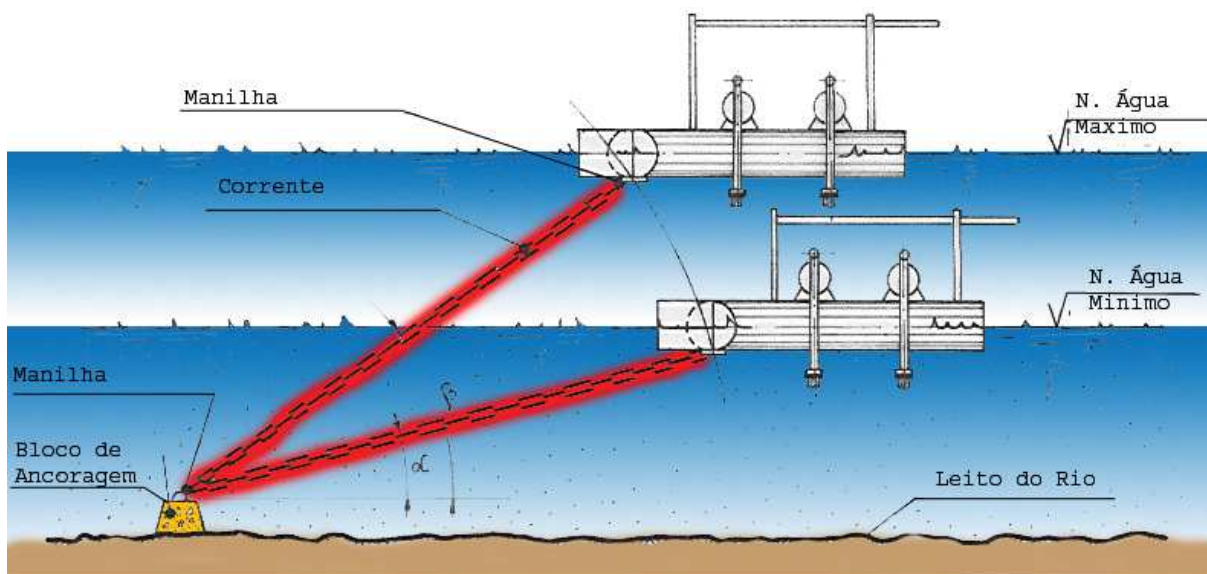
5.5.10 - Ancoragens

Sistemas de ancoragem para conjuntos de estações elevatórias flutuantes

a) Ancoragens frontais:

A Ancoragem frontal será sempre dupla, fixada na proa, sendo uma do lado esquerdo e outra do lado direito, posicionadas com um certo ângulo ($\pm 15^\circ$) em relação ao eixo longitudinal do flutuador.

Este tipo de ancoragem é utilizada para rios (águas corrente)



A ancoragem será constituída por correntes em aço carbono, galvanizada, com diâmetros de elos dimensionados para a tração exercida no flutuante quando na velocidade máxima do rio (nível de cheia), levando-se em conta, sobre material para possível oxidações.

As correntes serão unidas ao flutuante por meio de olhais e manilhas de aço forjado e galvanizado, fixando os olhais do flutuante à corrente.

Na outra extremidade, a corrente será ligada a um ou mais blocos de concreto armado, também por meio de manilhas.

A utilização de 2 ancoragens frontais têm como objetivo:

1ª Função: Posicionamento

Manter o conjunto flutuante sempre perfeitamente posicionado, não permitindo que derive por ocasião de mudanças de sentido e velocidade das águas correntes.

2ª Função: Confiabilidade

Aumentar a confiabilidade do sistema.

Cada corrente será dimensionada para suportar a estação elevatória flutuante. Estatisticamente, a possibilidade de se romper as duas ancoragens simultaneamente é inviável, ou remota.

3ª Função: Absorção do desnível

As ancoragens frontais serão dimensionadas em seu comprimento da maneira que se possa absorver o desnível que ocorra no rio (diferença de cota entre o nível mínimo e máximo).

b) Ancoragem lateral:

A ancoragem lateral é o conjunto de corrente em aço carbono galvanizado ligado ao flutuante por meio de olhais e manilhas em aço carbono forjado e galvanizado e, na outra extremidade, ligada à margem através de estacas, blocos de ancoragem ou mesmo à estrutura do colar de manobras (manifold), também por meio de olhais e manilhas em aço forjado.

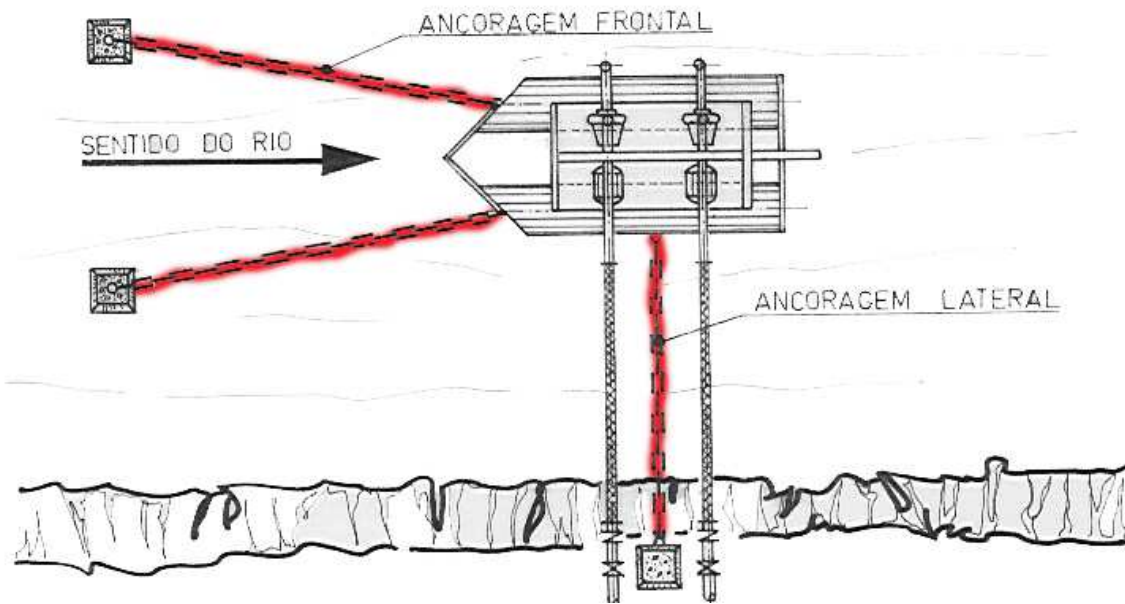
Este tipo de ancoragem só será utilizada em captações instaladas próximas da margem e em rios que não tenha sólidos sobrenadantes e poderá ser substituída pela utilização de passarela.

1ª Função: Proteção das mangueiras

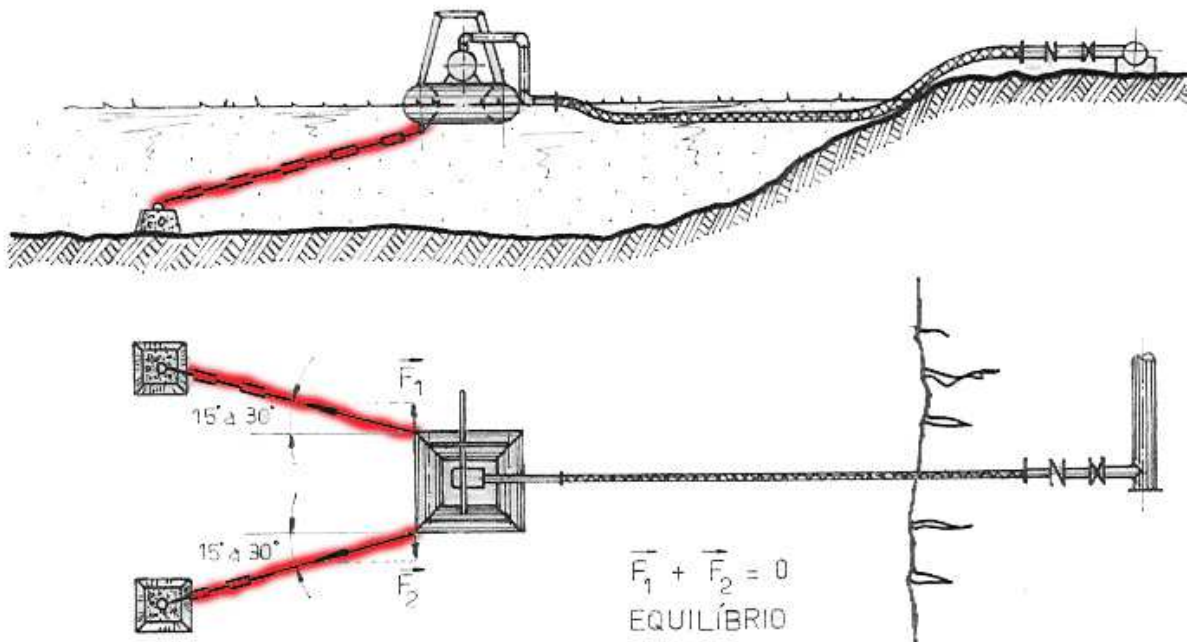
A ancoragem lateral deverá ser um pouco mais curta que o comprimento total das mangueiras ou mangotes de recalque, de tal modo que se evite quaisquer esforços de tração dos mangotes.

2ª Função: Aumentar a confiabilidade do sistema de ancoragem frontal

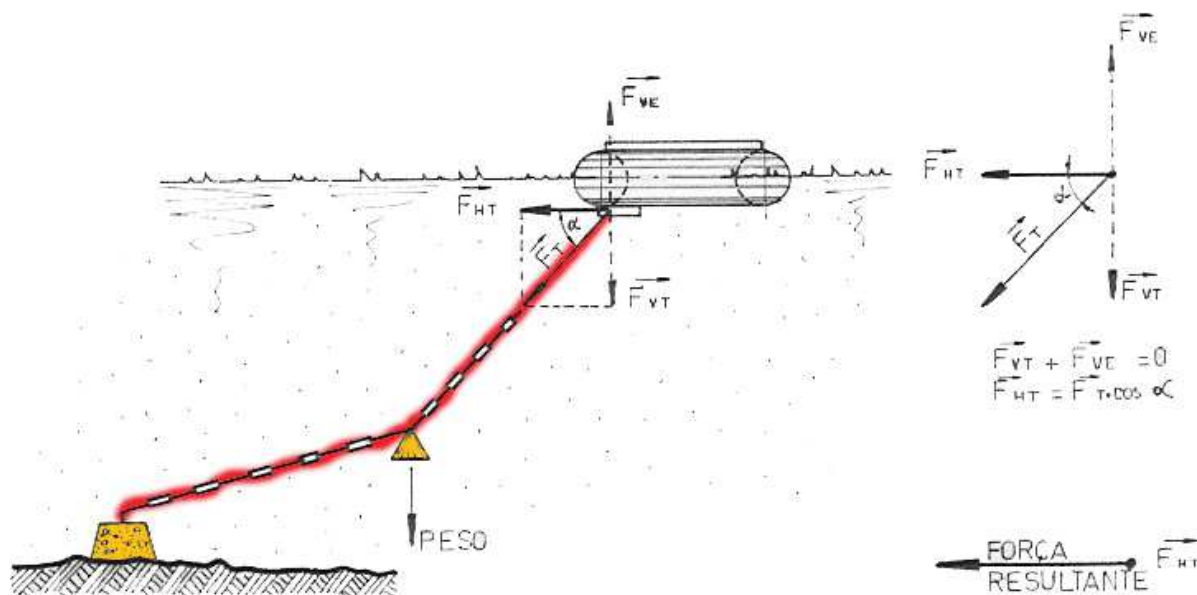
A ancoragem lateral terá como uma função complementar, aumentar ainda mais a confiabilidade de operação do sistema de ancoragem.



Sistema de ancoragem típica para rio (água corrente).



Sistema de ancoragem típica para lagos e barragens (água parada).

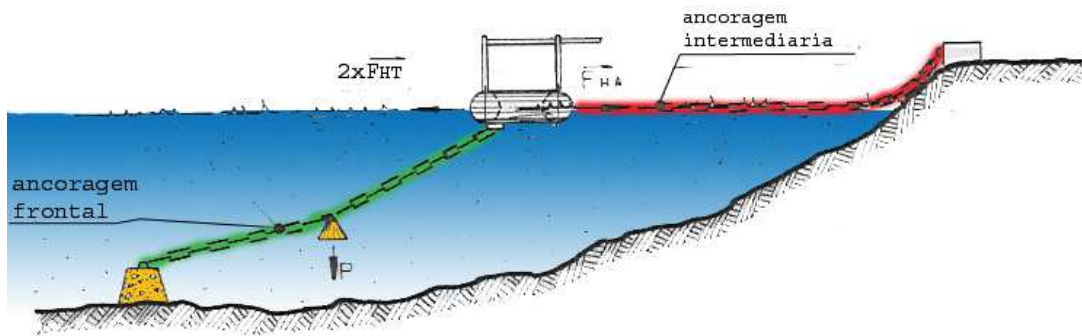


c) Ancoragem intermediária:

A ancoragem intermediária é um conjunto formado por correntes em aço carbono galvanizado, ligado ao flutuante por meio de manilhas em aço carbono forjado e galvanizado e na outra extremidade à margem por meio de estaca, bloco de ancoragem ou na própria base do colar de manobras (manifold).

O comprimento do lance dessa ancoragem deverá ser menor do que o lance de mangote usado, para que, de modo análogo ao item “ancoragem lateral” do 1º grupo tenha por função básica proteger os mangotes e, como 2ª função estabilizar a posição de ancoragem da estação elevatória flutuante, impedindo que pela tração dos blocos intermediários das ancoragens frontais, o flutuante se desloque para uma posição mais afastada da margem até o bloco de ancoragem se apoie no fundo ou fique numa posição perpendicular ao olhal de fixação (pendurado).

A tração exercida pelos blocos intermediários será neutralizada pela tração exercida na ancoragem intermediária, de tal modo que a estação elevatória fique estabilizada e tensionada constantemente.

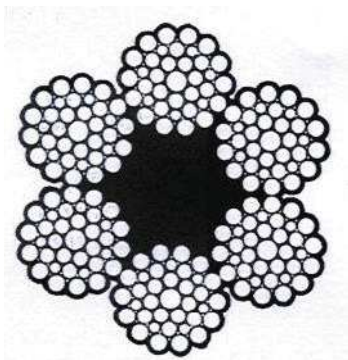


A fixação das estações elevatórias flutuantes aos blocos de ancoragem deverá ser feita sempre por corrente, não recomendamos a utilização de cabo de aço carbono.

O cabo de aço carbono é formado por fios de aço (arames) galvanizados que são torcidos formando pernas.

Estas pernas são, por sua vez, torcidas num grupo, formando o cabo de aço no seu diâmetro final.

Estes cabos de aço são armazenados em bobinas, exemplo:

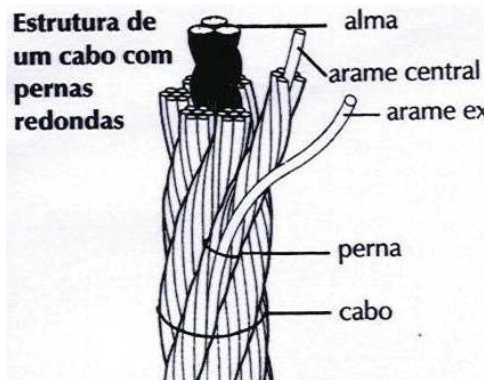


Cabo de aço 6x19 indica que é composto por 6 pernas contendo 19 arames em cada perna, ou seja, formado no total por 114 arames.

O aumento dos arames nas pernas de um cabo o torna mais flexível, porém os arames passam a ter diâmetros cada vez menores.

Os arames são recobertos por galvanização, e a seguir entram no processo de produção dos cabos onde sofrem várias torções e flexões.

Nas torções e flexões poderão ocorrer micro fissuras na capa de proteção.



Na ancoragem, em contato permanente com a água e o oxigênio dissolvido, haverá um processo de oxidação em cada micro fissura.

Como todos os arames poderão apresentar esta falha, o cabo de aço poderá sofrer oxidação em todos os arames ao mesmo tempo.

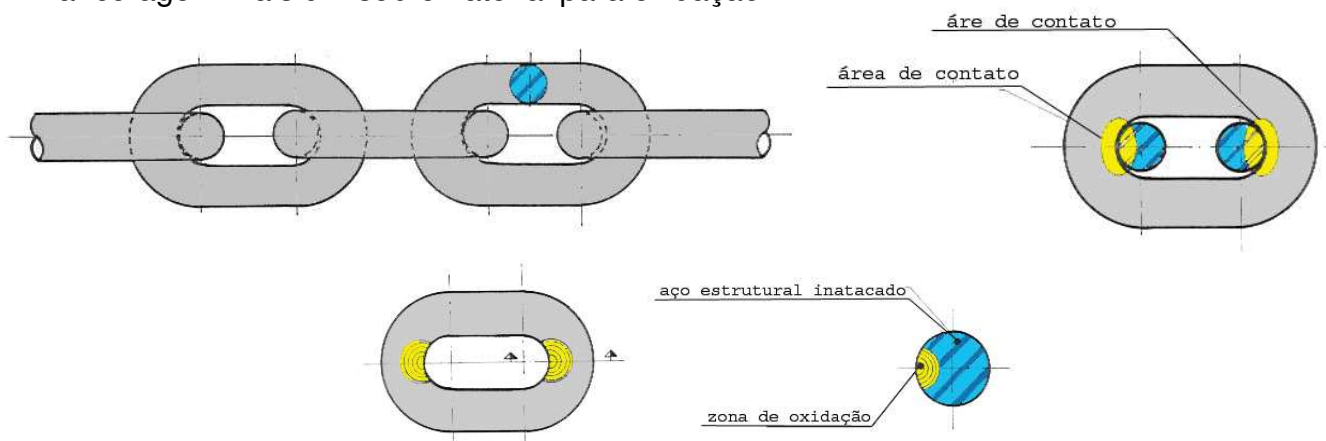
Por ter um diâmetro muito pequeno e uma área de contato muito grande, o arame terá o seu núcleo corroído e afetado seriamente em sua função estrutural (carga de tração) diminuindo de modo constante e acelerado a sua vida útil.

Dependendo do grau de acidez da água, em questão de meses um cabo poderá romper.

É muito difícil, visualmente, verificarmos em que estado se encontra um cabo de aço, pois não temos acesso aos arames internos que compõem o cabo.

Diante disto, não recomendamos a utilização de cabos de aço para ancoragens permanentes.

Para se evitar esta oxidação rápida, utilizamos correntes de aço carbono, com diâmetro de elo super dimensionado, levando-se em conta a tração exercida na ancoragem mais um sobrematerial para oxidação.



A corrente, construída em aço carbono e galvanizado não sofrerá processo de torção ou flexão no seu armazenamento.

Tem um corpo de aço de grande diâmetro em relação ao diâmetro dos arames do cabo de aço, e uma pequena área de contato entre um elo e outro.

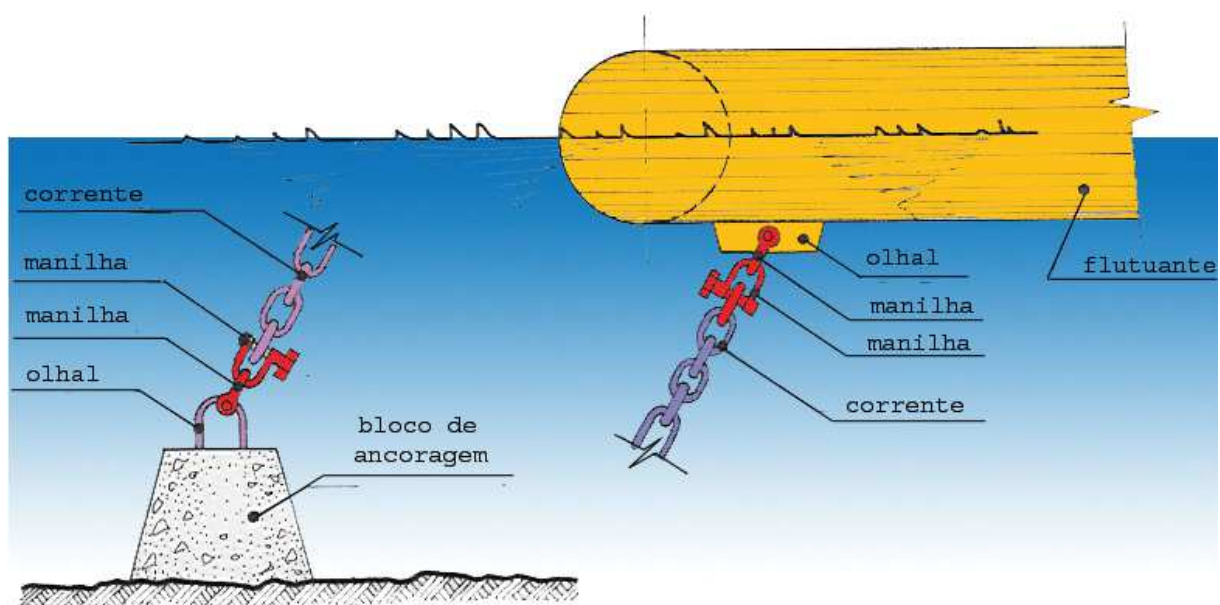
Como a corrente está toda submersa, o pouco oxigênio dissolvido na água irá oxidar os pontos de contato numa velocidade muito menor do que se estivesse em contato com o ar e numa zona úmida.

Além disto, será possível verificar, visualmente, nos pontos de contato se existe oxidação e quantificá-la.

A seguir, mostramos um croquis das fixações entre o flutuador e o bloco de ancoragem por meio de corrente.

As correntes serão unidas aos olhais do flutuador e do bloco de ancoragem por meio de manilhas. Caso haja necessidade, dois segmentos de correntes também poderão ser unidos da mesma maneira.

As manilhas serão construídas em aço carbono forjado e galvanizado no mesmo diâmetro dos elos da corrente, garantindo assim a todo o sistema de ancoragem a mesma vida útil.



5.5.11 - Equipamentos Elétricos

Caso a bomba centrífuga seja movida por motor elétrico, será necessária a sua alimentação por cabos elétricos submersíveis que ligarão o quadro de comando na margem ao motor na estação elevatória flutuante, tendo o seu encaminhamento paralelo à ancoragem lateral e fixado à ela.

É de suma importância que todo o equipamento elétrico seja aterrado.

Neste caso deverão ser utilizados 3 fios para as 3 fases do motor e um fio para o aterramento.

Poderemos utilizar três alternativas:

a) cabos tetrapolares (3 fases mais terra)

b) cabos singelos (4 cabos)

c) 1 cabo tripolar (para alimentação das 3 fases) e 1 cabo singelo específico para o aterramento.

Lembrar que deverá ser construído um sistema de aterramento junto ao quadro e interligado ao mesmo.

O aterramento é necessário a quaisquer equipamentos elétricos, independente de onde sejam usados.

5.5.12 - Iluminação

Quando a estação elevatória flutuante for instalada em locais navegáveis, para proteção do próprio sistema de embarcações, o flutuante deverá ser provido de sinalização luminosa.

Obs.: Caso a tubulação de recalque seja longa, permitindo que embarcações possam passar entre a estação elevatória flutuante e a margem, deveremos incluir sinalização luminosa sobre os suportes das margens. O mesmo se aplica a passarelas que interligam o flutuante às margens.

5.5.13 - Componentes

Acessórios tais como: válvulas, mangotes, cabos elétricos, quadros de comando e ancoragem, apesar de padronizados pelos fabricantes, deverão ser selecionados para cada aplicação específica, pois dependem de fatores locais e especificações de projeto.

- *Mangotes*: sua seleção dependerá da vazão e da pressão de trabalho; a pressão de trabalho da mangueira deverá ser a pressão máxima de trabalho mais a pressão gerada pelo golpe de aríete.
Poderá ser fabricação em borracha ou em PEAD
- *Cabos elétricos*: dependerão da potência e tensão do motor e da distância do motor ao quadro de comando, para uso submersível.
- *Quadro de comando*: dependerá da potência e tensão do motor, controles desejados, tipo de partida e proteções.
- *Ancoragem*: dependerá do desnível máximo do local, velocidade da água e tipo de solo do leito.
- *Fixação das ancoragens*: a fixação das estações elevatórias flutuantes aos blocos de ancoragem deverá ser feita sempre por corrente e nunca por cabo de aço.
- *Tratamento das chapas*: as chapas deverão ter um tratamento adequado ao seu uso permanente em água, umidade e calor, tais como:
 - Jateamento ao metal quase branco
- *Revestimento*: com tintas à base epóxi, específica para esta finalidade.