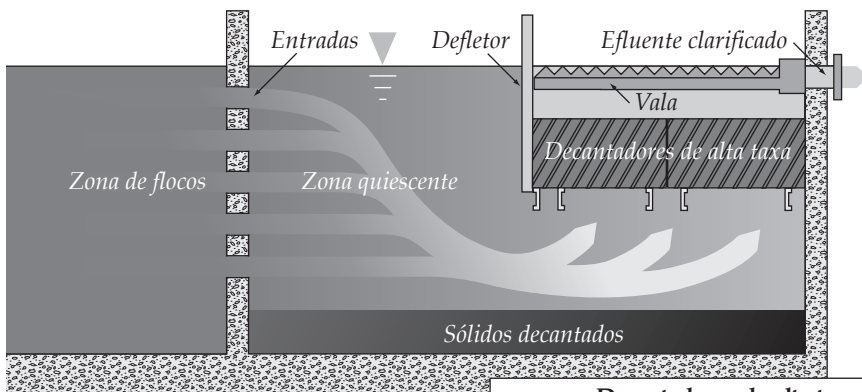


Decantadores de alta taxa

Os decantadores de alta taxa aumentam a capacidade de decantação dos clarificadores circulares e/ou bacias de sedimentação retangulares reduzindo a distância vertical que uma partícula de floco deve se decantar antes de se aglomerar para formar partículas maiores.



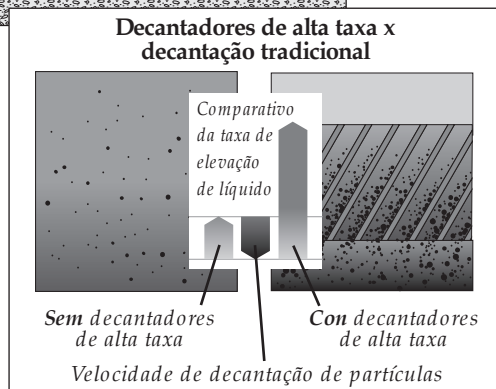
Os decantadores de alta taxa utilizam vários canais tubulares inclinados em um ângulo de 60° e adjacentes entre si, que se combinam para formar uma maior área efetiva de decantação. Isso possibilita uma profundidade de decantação de partículas significativamente menor que a profundidade de decantação de um clarificador convencional, reduzindo os tempos de decantação.

Os decantadores de alta taxa capturam os flocos finos decantáveis que escapam da zona de clarificação embaixo dos decantadores e permitem que os flocos maiores se desloquem para o fundo do tanque de forma mais decantável. O canal do decantador de alta taxa coleta os sólidos em uma massa compacta que faz com os sólidos deslizarem para baixo pelo canal do tubo.

POR QUE DECANTADORES DE ALTA TAXA?

Os decantadores de alta taxa oferecem um método de baixo custo para atualizar clarificadores e bacias de sedimentação de estações de tratamento de água existentes a fim de aumentar o desempenho. Eles também podem reduzir a tancagem/área necessárias para novas instalações ou melhorar o desempenho de bacias de decantação existentes reduzindo a carga de sólidos nos filtros descendentes.

Fabricados com PVC leve, os decantadores de alta taxa podem ser facilmente sustentados com estruturas mínimas que normalmente incorporam os suportes de vala de efluentes. Eles estão disponíveis diversos tamanhos de módulos e comprimentos de tubos para adaptarem-se a qualquer geometria de tanque, com

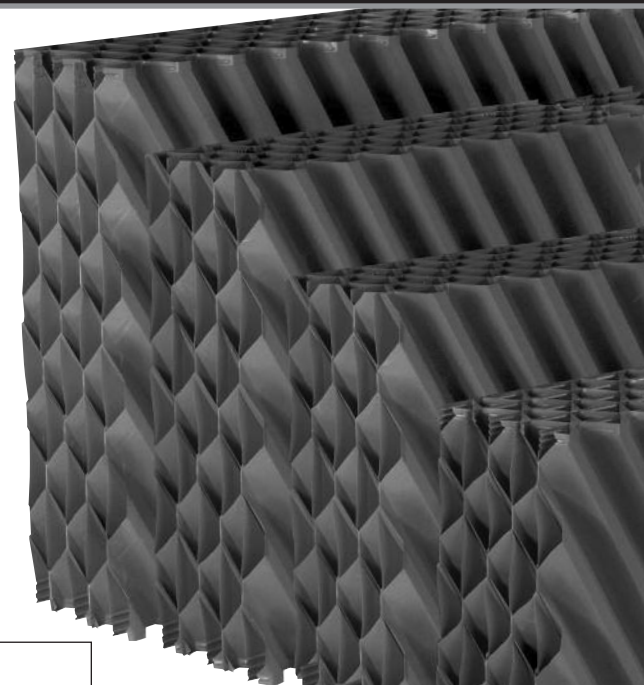


engenharia e projeto personalizados oferecidos pelo fabricante.

VANTAGENS DOS DECANTADORES DE ALTA TAXA

As vantagens dos decantadores de alta taxa podem ser aplicadas a clarificadores/bacias novas ou existentes, de qualquer tamanho:

- Clarificadores/bacias equipados com decantadores de alta taxa podem operar a taxas 2 a 4 vezes maiores que a taxa normal de clarificadores/bacias sem decantadores de alta taxa.
- É possível diminuir a dosagem de coagulante até à metade, mas mantendo uma menor turbidez influente para os filtros da estação de tratamento.
- Menos retrolavagem dos filtros resulta em significativas economias de custos operacionais com água e eletricidade.
- Novas instalações que utilizam decantadores de alta taxa podem ser projetadas com tamanho menor devido à maior capacidade de vazão.
- A vazão de estações de tratamento de água existentes pode ser aumentada com a adição de decantadores de alta taxa.



“Clarificadores equipados com decantadores de alta taxa podem operar a taxas 2 a 4 vezes maiores que a taxa normal de clarificadores sem decantadores de alta taxa.”

- Os decantadores de alta taxa aumentam a capacidade de vazão permitida expandindo a capacidade de decantação e aumentando a taxa de remoção de sólidos nos tanques de decantação.

“A cidade de Westminster, Colorado, EUA usava alume como floculante em sua estação de tratamento de água. Após a instalação dos decantadores de alta taxa, eles reduziram a dosagem de alume de 30 ppm para 16 ppm e a turbidez influente no filtro ainda caiu em 25%. Como a turbidez influente no filtro caiu, isso permitiu uma economia de mais de 27% na água utilizada para a retrolavagem do filtro¹.”

¹ Operações inovadoras em estações geram bonificação, Opflow, Vol. 6 N° 10 (Out. 1980)

CRITÉRIOS DE PROJETO DO SISTEMA

De acordo com a análise técnica intitulada *Tubular Settlers*², escrita por Roderick M. Willis em 1978, há três requisitos básicos essenciais para o bom desempenho de decantadores de alta taxa.

1. Deve haver condições de vazão laminar (ou viscosa) dentro dos tubos na vazão máxima necessária. A vazão laminar é essencial para que cada partícula de floco com alto tempo de decantação dentro do tubo mantenha uma descida constante até a superfície coletora do tubo e não seja intermitentemente sugada para cima por correntes turbulentas dentro do tubo.
2. O tempo de residência em cada tubo deve ser amplo para que a partícula de floco que entra na borda externa superior do tubo tenha tempo suficiente para se decantar até a superfície coletora numa distância vertical abaixo. (Após a partícula atingir a superfície coletora, a tendência de coalescência entre as partículas cria uma formação de lodo estável).
3. A velocidade de vazão através dos tubos não deve exceder o máximo crítico que causaria a perda de estabilidade e eliminação do lodo decantado para fora do tubo na direção da vazão normal. Como regra, o volume do tubo deve ser amplo para permitir o acúmulo ou a descarga contínua reversa de todo o lodo, sem alterar criticamente a vazão normal através do tubo.

Tamanho, formato e configuração

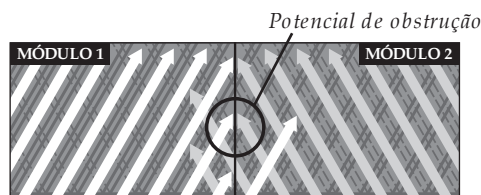
Além dos critérios de projeto do sistema, o tamanho, formato e configuração devem ser avaliados ao selecionar um projeto de módulo de decantador de alta taxa. A altura vertical de decantação dentro de um tubo deve ser mantida a menor possível, dentro das restrições de custo e potencial de obstrução, para minimizar a distância de decantação das partículas. Uma base com ranhuras em V deve ser providenciada para possibilitar a rápida acumulação de sólidos em uma massa compacta que desliza continuamente para baixo pelo tubo.

Ao selecionar um decantador de alta taxa, também deve ser considerada com atenção a altura vertical dos módulos. Há vários tipos diferentes de decantadores de alta taxa, cada um apresentando uma taxa de aplicação específica. (Consulte a tabela em Projeto do sistema para obter mais informações).

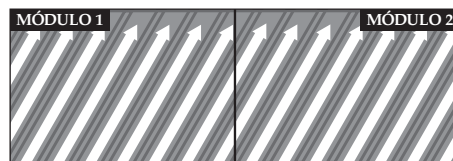
“A estação de tratamento de águas de Paducah aumentou sua capacidade total em 4,0 MGD (12,0 MGD para 16,0 MGD) substituindo seus tubos de 50 cm existentes por novos decantadores de alta taxa estendidos com altura vertical de 91 cm. Isso permitiu que a estação atendesse à crescente demanda sem ter que construir uma nova bacia, o que fez a cidade de Paducah economizar centenas de milhares de dólares.”

Decantadores de alta taxa com uma altura vertical de 61 cm e comprimento de tubo de 71 cm são os mais utilizados. Alturas de tubo de 91 e 121 cm, devido ao maior tempo de residência, também são vantajosas em muitas aplicações, como as de alta vazão/alta turbidez e onde as bacias existentes necessitam de maiores capacidades de decantação para melhorar a capacidade total da estação.

Os decantadores de alta taxa fabricados com tubos alinhados na mesma direção evitam a formação de pontos de cruzamento que os tubos de vazão cruzada promovem. Muitos fabricantes comprometem a vazão direta de decantadores de alta taxa com tubos em “zigue-zague” para obter rigidez modular. Os pontos de cruzamento podem suspender novamente as partículas de flocos, afetando o desempenho do processo. Os módulos de tubos que possuem vazão em apenas uma direção são mais fáceis de limpar e têm menos chance de ficarem obstruídos, particularmente onde as extremidades dos módulos se encontram.



TUBOS EM ZIGUE-ZAGUE



TUBOS UNIDIRECIONAIS

O projeto do módulo do tubo também deve incorporar recursos que evitem folgas ao longo dos módulos instalados. Essas folgas possibilitam a passagem direta de água não clarificada em volta dos decantadores de alta taxa. O projeto de módulo que possibilite o aninhamento com módulos adjacentes é o ideal porque maximiza a área disponível e aumenta a resistência do módulo total.

Decantadores de alta taxa x decantadores de placa

Os decantadores de placa (placas lamelares) são frequentemente comparados aos decantadores de alta taxa na avaliação de opções para atualização de estações. Eles são mais caros que decantadores de alta taxa porque o material com que são construídos e as largas placas em operação tendem a ser hidráulicamente

instáveis. Os decantadores de alta taxa eliminam as vazões cruzadas e correntes parasitas e permitem o uso do PVC leve e resistente à corrosão, resultando em economia de custos de 50%. Os decantadores de alta taxa são uma alternativa/solução comum e economicamente viável às placas paralelas (decantadores de placa).

Material de construção

Os módulos de decantadores de alta taxa devem ser fabricados com chapas de PVC igualmente espaçadas, que são soldadas com solvente para formar uma adesão durável entre as chapas e os canais. O material de PVC é inerte e resistente à deterioração dos constituintes que existem naturalmente na água ou na água residual.

O material e os módulos acabados que serão usados em uma estação de tratamento de água potável devem ser certificados pela Norma ANSI/NSF-61 para essa classificação de água.



Qualquer material utilizado para água ou água residual deve incluir um inibidor de radiação ultravioleta.

Alguns módulos de decantadores de alta taxa são fabricados com ABS, que é um material altamente inflamável. Uma fagulha de soldagem, furação ou um cigarro, etc., pode incendiar os decantadores de alta taxa feitos de ABS, provocando lesões e danos aos decantadores e estruturas em volta.

Os módulos de PVC (diferentemente do ABS e de outros materiais) possuem uma gravidade específica consideravelmente maior que a água e não flutuarão. Os módulos de ABS possuem uma gravidade específica apenas ligeiramente maior que o da água e necessitam de um sistema de amarração. Isso resulta em maiores custos de material e de instalação. Um módulo de decantadores de alta taxa feito de PVC não necessita de sistemas de amarração ou retentores.

As propriedades mecânicas do PVC excedem às do ABS, resultando em uma instalação estruturalmente mais sólida. A mais importante propriedade mecânica do PVC, o módulo de flexão, é 30% maior que o do ABS. O PVC é mais denso, possui maior resistência tensiva, maior resistência a impactos e é muito menos inflamável que o ABS.

Comparação das propriedades físicas e mecânicas do PVC e do ABS

PROPRIEDADE	MÉTODO DE TESTE	PVC	ABS
Gravidade específica	D792	1,45 grama/cm ³ máx.	1,06 grama/cm ³ máx.
Resistência tensiva	D638/D882	6000 psi mín.	5100 psi mín.
Módulo de flexão	D790	425000 psi mín.	300000 psi mín.
Resistência à flexão	D790	11000 psi mín.	8500 psi mín.
Resistência a impactos	D256	10,0 ft-lbs/in mín.	6,3 ft-lbs/in mín.
Deflexão térmica	D648	158 °F a 264 psi mín.	180 °F a 264 psi mín.
Inflamabilidade	UL94	Grau de classificação = 22 (autoextinguível)	Grau de classificação = 135 (altamente inflamável)

² Willis, R.M. *Tubular Settlers-A Technical Review*, Journal AWWA, 331:335 (Junho de 1978)

PROJETO DE SISTEMA DE DECANTADORES DE ALTA TAXA

O projeto de um sistema de decantadores de alta taxa se baseia nestes três critérios:

Vazão (gpm): Capacidade de vazão hidráulica necessária através da bacia

Área (m²): Área planejada do tanque para os decantadores de alta taxa.

Taxa de aplicação do projeto:
Vazão/área (1,5 a 3,5 gpm/ft²)

Os decantadores de alta taxa manipulam taxas de aplicação de 2,5 a 4,5 gpm/ft². A taxa de aplicação recomendada para fins de projeto é de 1,5 a 3,5 gpm/ft². Deve ser verificado se essa taxa de aplicação projetada está em conformidade com as normas locais de projeto para as vazões permitidas, taxas de aplicação, etc. Devem ser considerados também fatores como a composição química da água influente, decantabilidade e características hidráulicas da bacia na seleção da taxa de aplicação apropriada.

DECANTADOR DE ALTA TAXA	ALTURA VERTICAL	COMPRIMENTO DO TUBO**	TAXA DE APLICAÇÃO TÍPICA DO PROJETO
20"	20,00"	23,09"	1,50 gpm/ft²
IFR-6024*	24,00"	27,71"	2,00 gpm/ft²
IFR-6030*	30,00"	34,64"	2,50 gpm/ft²
IFR-6036*	36,00"	41,57"	3,00 gpm/ft²
IFR-6041*	41,00"	47,34"	3,50 gpm/ft²

* Decantadores de alta taxa da Brentwood

** Comprimento do tubo se baseia num ângulo de 60°

A parte superior dos módulos de decantadores de alta taxa deve ficar submersa de 45,7 a 76,2 cm abaixo da superfície da água. Para evitar altas velocidades e não passagem pelos tubos, as velocidades através da bacia de sedimentação devem ser verificadas. Isso pode ser calculado dividindo a vazão através do tanque (ft³/s) pela área da seção transversal (altura x largura) perpendicular à vazão sob a área do decantador de alta taxa, onde a altura é a distância entre a parte inferior dos decantadores e o fundo da bacia.

$$\text{Velocidade Bacia} = \text{Vazão (ft}^3/\text{s)} / \text{Área (ft}^2) \leq 0,05 \text{ fps}$$

As velocidades sob a área de decantadores de alta taxa em geral não devem ser superiores a 0,05 fps. Para evitar problemas com a velocidade longitudinal, a largura ou a altura do tanque deve ser modificada. Se isso não for viável, a diminuição da vazão é uma opção. Observe que esse número é uma diretriz geral e, se a velocidade for uma preocupação, deve ser feita uma análise hidráulica mais detalhada. Ao projetar o layout de decantadores de alta taxa em uma bacia, deve se tomar cuidado para evitar a instalação perto de áreas de entrada onde a turbulência pode afetar o desempenho dos tubos. Em uma bacia horizontal, recomenda-se que aproximadamente um terço do comprimento da bacia permaneça sem tubos para atuar como uma zona quiescente. Em geral, isso é fácil de implementar porque a área necessária de cobertura dos decantadores de alta taxa ocupará uma parte menor da bacia.

Projeto do sistema de suporte

Os sistemas de suporte dos módulos de decantadores de alta taxa devem possuir uma área de contato de aproximadamente 5 cm. Superfícies de contato com mais de 5 cm provocarão o bloqueio dos tubos que estão em contato com os membros estruturais. Suportes com largura inferior a 5 cm podem criar forças de carga que poderiam esmagar os módulos e reduzir sua eficiência. Estruturas de suporte tubulares não são recomendadas porque podem criar pontos de carga, que, por sua vez, podem danificar seriamente os decantadores de alta taxa.

O sistema de suporte pode ser feito de aço inoxidável, HDG, aço-carbono pintado, alumínio ou FRP.

Os suportes dos módulos devem ser posicionados no mínimo a 30 cm da extremidade de cada módulo, para módulos com comprimento inferior a 2,4 m, e a 45 cm para módulos com comprimento superior a 2,4 m.

O sistema de suporte deve ser projetado levando em consideração as cargas vivas (tráfego humano) e cargas mortas (que incluem o peso dos decantadores de alta taxa de PVC, o acúmulo de flocos, valas, defletores, grades com superfície protetora, etc.). O peso seco de decantadores de alta taxa de PVC é de aproximadamente 1,75 a 2,00 lb/ft².

O sistema de suporte deve ser projetado levando em consideração um vão livre máximo de 2,4 m em relação ao decantador de alta taxa. Esse projeto sustentará tanto cargas vivas quanto mortas com um fator de segurança adequado. Alguns fabricantes fazem o projeto considerando um vão livre de 3 m que limita o acesso do operador e pode ser potencialmente perigoso.

Em tanques retangulares, os suportes devem abranger toda a largura do tanque. Se isso não for possível, podem ser utilizadas colunas de sustentação intermediárias. Entretanto, o sistema de suporte não deve afetar as operações de dispositivos de coleta de lodo ou outras operações da bacia. Normalmente estão disponíveis colunas centrais de concreto para uso na conexão do sistema de suporte de decantadores de alta taxa.

Clarificadores circulares podem utilizar suportes que se estendam do diâmetro externo até o poço central, criando áreas de decantadores com formato de fatias de torta. Se não for necessária uma cobertura completa para os clarificadores circulares, estruturas de suporte em balanço podem ser fixadas à parede externa para proporcionar a área de cobertura necessária.

Projeto da vala

Devem ser projetadas valas e barragens para o sistema de decantadores de alta taxa a fim de absorver as vazões de pico e atender às exigências de regulamentos locais. Geralmente, uma vazão 20000 gpd por pé linear de barragem (padrão de 10 estados) é suficiente. O material de construção das valas e barragens normalmente é fibra de vidro ou aço inoxidável, com inibição de UV e

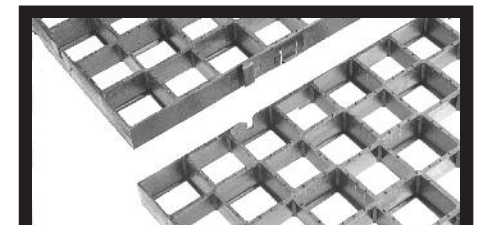
certificado NSF. O layout das valas deve ser espaçado igualmente para que a distribuição da vazão seja feita através da área dos decantadores de alta taxa. O espaçamento típico das valas é de aproximadamente quatro vezes a submersão do tubo.

Projeto do defletor

São necessários defletores localizados na interface entre os decantadores de alta taxa/zona quiescente para direcionar a água através da área dos decantadores. Eles devem ser construídos de fibra de vidro, PVC ou aço inoxidável com inibição de UV. O projeto do sistema de defletores deve ser integrado ao sistema de suporte.

Acesso aos decantadores de alta taxa

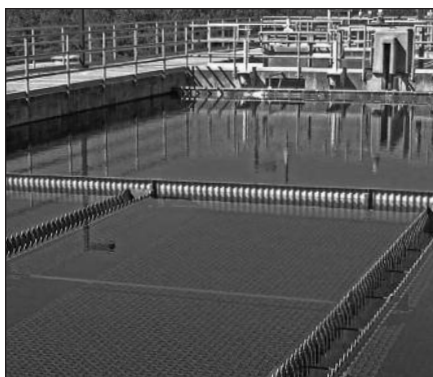
Durante o projeto da bacia, deve ser levado em consideração o acesso do operador para limpeza e manutenção das valas/barragens de efluente, conforme necessário, dentro da área dos decantadores de alta taxa. Como qualquer tipo de equipamento, os decantadores de alta taxa precisarão de limpeza e manutenção periódicas, não sendo razoável impedir o acesso dos operadores da estação. Deve ser previsto no projeto da bacia uma passarela e/ou cobertura protetora sobre os decantadores de alta taxa para propiciar uma superfície segura para tráfego de pedestres. Grades plásticas ou de fibra de vidro são ideais, não só porque permitem o acesso aos tubos, valas e barragens, mas também por adicionarem uma camada protetora aos decantadores de alta taxa. Qualquer tipo de grade deve ser especificamente projetado para não prejudicar o desempenho dos decantadores de alta taxa e ser estruturalmente suficiente sem causar danos aos decantadores.



GRADES COM SUPERFÍCIE PROTETORA ACCUGRID® DA BRENTWOOD

A Brentwood desenvolveu uma forma exclusiva e econômica de proporcionar proteção adicional a um sistema de decantadores de alta taxa. Nossa grade AccuGrid, aprovada para água potável e certificada pela NSF, fornece uma camada protetora para o tráfego de pedestres e os impactos hidráulicos repetidos que ocorrem durante as lavagens rotineiras. Os painéis autotraváveis de peça única são resistentes, leves, econômicos e fáceis de instalar. As grades com superfície protetora AccuGrid aumentarão a vida útil dos decantadores de alta taxa em 2 a 3 vezes.

POR QUE DECANTADORES DE ALTA TAXA DA BRENTWOOD?



A Brentwood fornece sistemas projetados completos incluindo decantadores de alta taxa, suportes, defletores, valas e barragens, e grades com superfícies protetoras. As vantagens de uma instalação da Brentwood são:

- **Responsabilidade única.** Evite problemas com a coordenação de engenharia, instalação e precificação de diferentes componentes.
- **Economize dinheiro** comprando um sistema econômico, em pacote fechado.
- **Produtos e recursos exclusivos,** como grades com superfície protetora AccuGrid e nervuras estruturais integradas oferecem benefícios exclusivos ao sistema de decantadores de alta taxa.

- **A ampla experiência em engenharia** no projeto de plásticos e em tecnologia de tratamento de água é utilizada em todos os sistemas que projetamos.

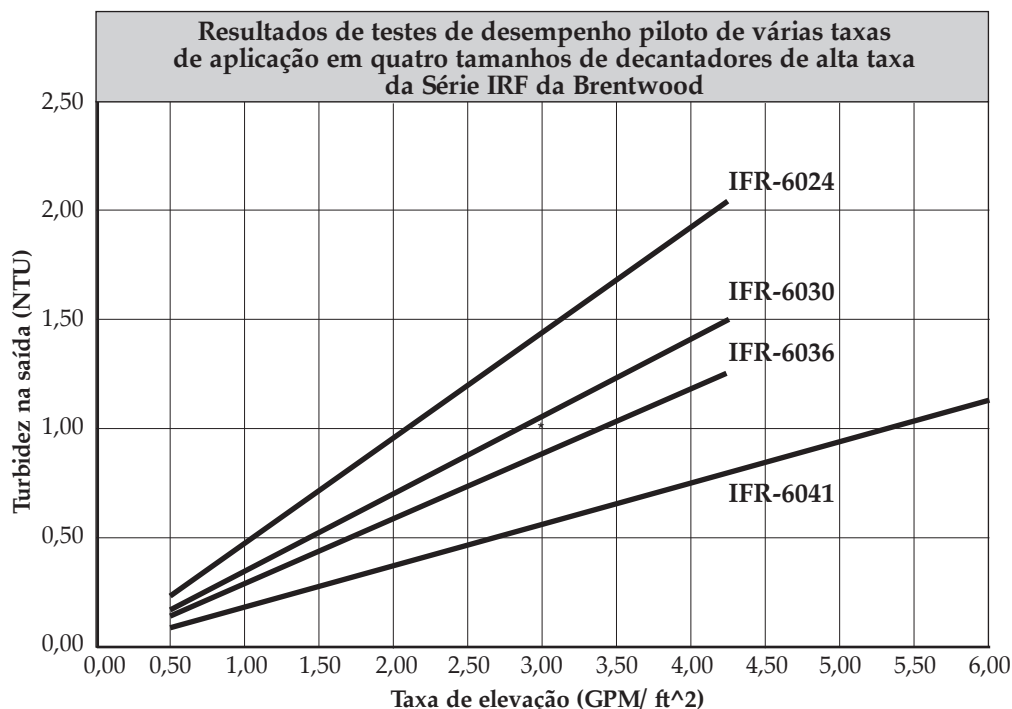
Personalização do projeto

Os módulos de decantadores de alta taxa podem ser "feitos sob medida" para tanques retangulares ou circulares. Os comprimentos padrão são 1,8, 2,4, 3 ou 3,6 m, com larguras padrão de 0,3 ou 0,6 m. Outros tamanhos disponíveis mediante solicitação.

Cada sistema de decantadores de alta taxa é diferente devido aos requisitos do projeto, à configuração do tanque, etc. Entre em contato conosco para que forneçamos um orçamento detalhado, layouts esquemáticos do sistema e especificações para seu projeto específico de sistema.

Aplicações para decantadores de alta taxa da Brentwood

- Clarificação de água potável
- Flocculação com lastro
- Pré-tratamento com membrana
- Pré-tratamento por dessalinização
- Recuperação por retrolavagem
- Recuperação com resina
- Água residual secundária/ terciária clarificação
- Remoção fosforosa
- Outras aplicações proprietárias



Teste piloto de decantadores de alta taxa da Brentwood

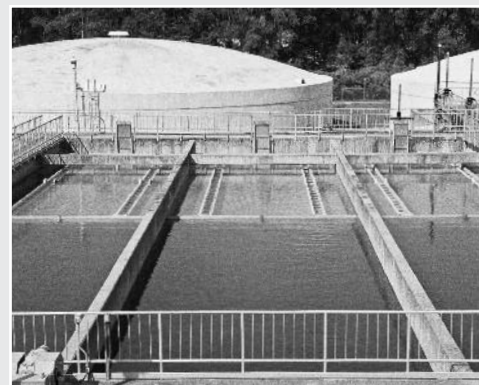
Foram realizados testes de desempenho em decantadores de alta taxa de 61, 76, 91 e 104 cm da Brentwood. Cada decantador foi testado em várias vazões para determinar a influência das taxas de aplicação no desempenho. Os principais fatores que afetam o desempenho do decantador de alta taxa são: tamanhos e densidades das partículas, velocidades sub-vazão, taxas de sobre-vazão e temperatura da água.

Os dados coletados dos testes foram plotados como turbidez de saída x taxa de elevação. Uma turbidez influente no modo normal de operação (25 NTU) foi estabelecida para cada teste.

A estação de tratamento de água superficial da Cidade de Myrtle Beach

possui 5 tanques de decantação, cada um com uma capacidade de vazão projetada original de 5 MGD. Cada tanque possui uma largura de 18,3 m x 36,6 m de comprimento e profundidade de 4,7 m, dividida em três passagens de 6 m.

O processo de sedimentação foi o principal componente que necessitava de atualização ou expansão para aumentar a capacidade nominal da estação e atender as atuais e futuras estimativas de vazão. A melhoria da decantação era necessária porque o tempo de retenção de 4 horas não estava sendo atendido a 30 MGD. Após avaliar todas as opções disponíveis, a Força Tarefa de Gerenciamento e Redução de Resíduos Sólidos (SWTF) da Cidade de Myrtle Beach decidiu adquirir e instalar os decantadores de alta taxa IFR-6024 da Brentwood em cada uma das cinco bacias de decantação.



"Após menos de um ano em operação, nosso sistema de decantadores de alta taxa da Brentwood:

- *Aumentou nossa capacidade de vazão (capacidade aprovada da estação) de 30 para 40 MGD*
- *Contribuiu significativamente para a turbidez da água sedimentada historicamente baixa*
- *Reduziu o uso de coagulantes químicos*
- *Melhorou o desempenho geral dos filtros*
- *Permitiu reduzir os tempos de retenção das bacias exigidos pelo Departamento Estadual de Saúde e Controle Ambiental de 4 horas para aproximadamente 2,5 horas*
- *Permitiu mais flexibilidade operacional para a equipe da estação"*

Sam Scialdone
Superintendente da estação

BRENTWOOD
INDUSTRIES

610 Morgantown Road, Reading, PA 19611, EUA
Telefone 610.236.1100
Fax 610.736.1280
E-mail wwsales@brentw.com
Site BrentwoodProcess.com