TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA POTÁVEL E ESGOTO

FENASAN

SÃO PAULO - OUTUBRO 2017

Eng. Francisco Gross - www.seinco.com.uy

ESCOPO DA APRESENTAÇÃO

I. Apresentação FAST SEINCO

I. Fatores relevantes para uma gestão eficiente de abastecimento de água.

I. Novas tecnologias de tratamento de água potável: fundamentos, exemplos e análise CAPEX/OPEX.

I. Novas tecnologias de tratamento de esgotos: fundamentos, exemplos e análise CAPEX/OPEX.

I. Conclusões

I - APRESENTAÇÃO FAST SEINCO

Áreas de atuação da FAST SEINCO

- Engenharia de tratamento de água potável e esgotos compreendendo pre-engenharia, desenho, fabricação e comercialização de soluções pré-industrializadas e/ou construídas in-situ, montagem e pré-operação.
- Gestão de Sistemas de Abastecimento de Água Potável e Saneamento, incluindo desde projetos RANC (Redução de Água Não Contabilizada) até a gestão integral em modalidade Concessão, BOT, contrato de serviços.

FAST SEINCO focam sua intervenção para projetos do sector água potável e saneamento, com forte incorporação de tecnologias de alto valor agregado e competitividade.

Nossas soluções:

- **Plantas pré-fabricadas de tratamento de água potável e de esgotos/efluentes industriais.**
- **Ampliação de ETAs e ETEs de grande porte.**
- **Gestão eficiente de empresas prestadoras de servicios de água**

*Somos a **primeira empresa** em aplicar o **processo de clarificação DAF na América Latina,** tecnologia usada para a nova ETA de New York inaugurada em março 2014*

*Somos **líderes em América Latina** na implantação de processos de **tratamento fisicoquímico e de biofilme sobre médio suporte sintético** em águas residuais (ETE Punta del Este 2,1 m3/s dezembro 2011)*

Liderança no setor água e esgoto na América Latina e no Mundo

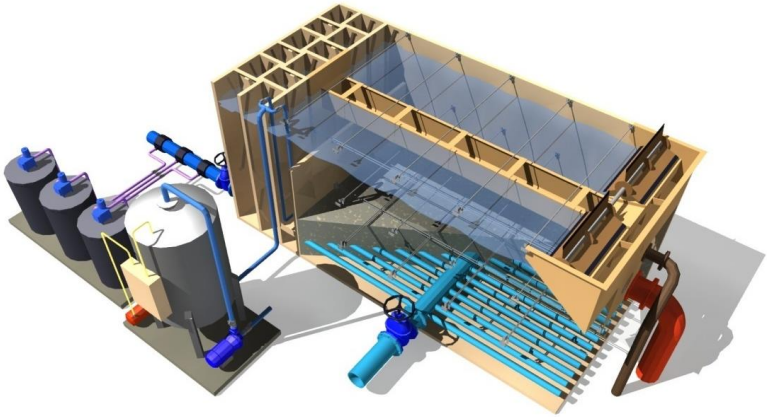
Paises de atuação

Argentina
Brasil
Chile
Costa Rica
Ecuador
Guatemala
México
Nicaragua
Paraguay
Perú
Uruguay
Venezuela

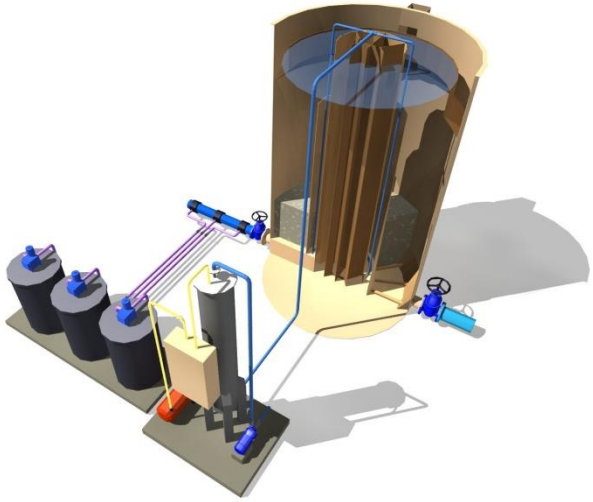
Principais Clientes

ETAs pré-fabricadas para cidades de até 200.000 habitantes.

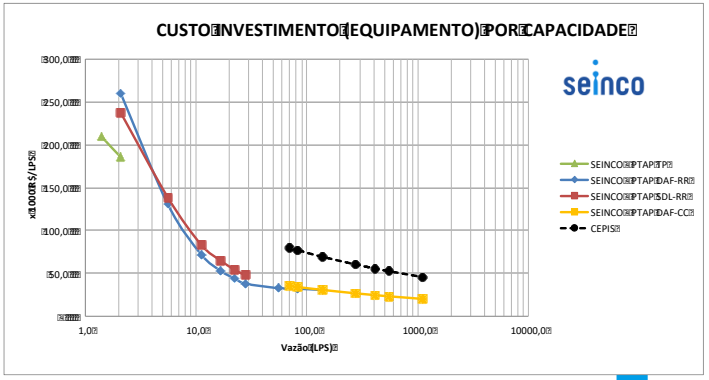
Estações de Tratamento de Água pré-fabricadas



Módulos ETA-FFR: 50 a 200 m3/h
(100 m3/h = 20.000 habitantes)



Módulos ETA-FFC: 10 a 2000 m3/h

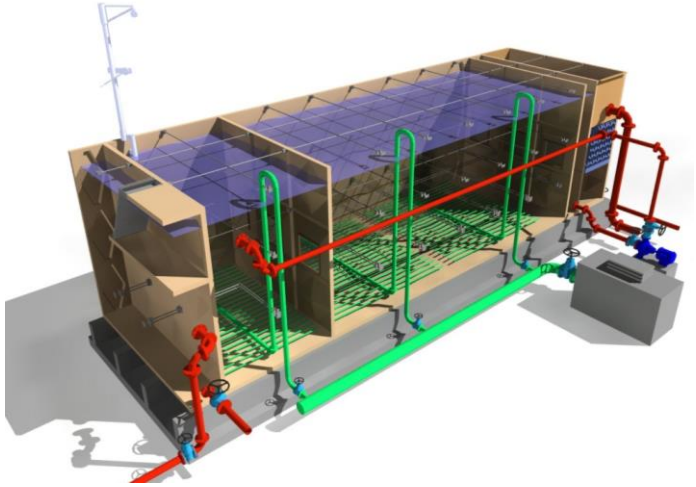


Custo de investimento (equip.) ETA (R$/l/s)

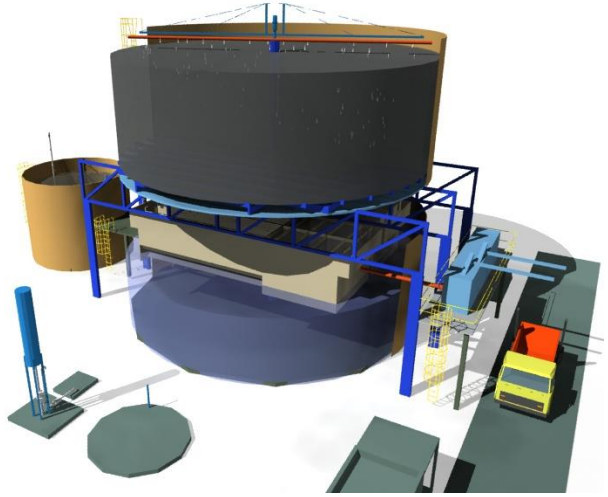
ETEs pré-fabricadas para cidades até 1.000.000 habitantes.

Estações de Tratamento de Esgotos pré-fabricadas

(módulos unitários 10 a 500 m3/h – 2000 a 100.000 habiantes)

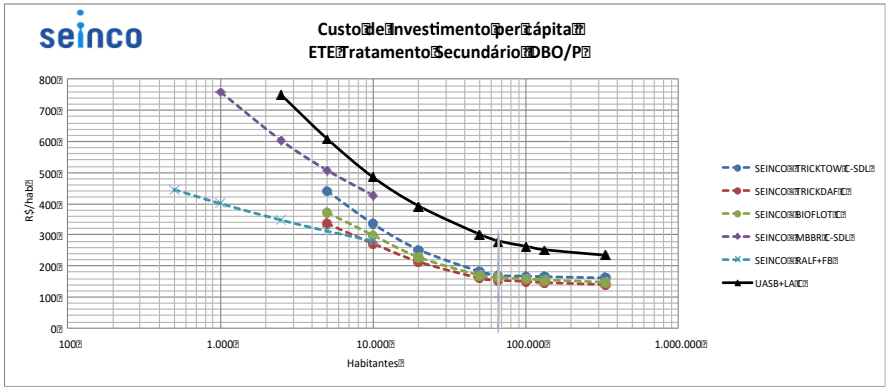


ETE BIOFLOT® (FQ + MBBR DN/N + DAF)



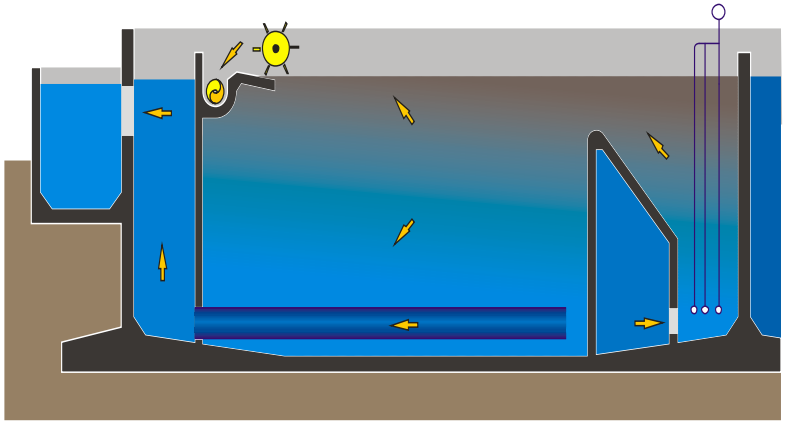
ETE TRICKTOW® (FQ + FBN+ MBBR DN + SDL)

ETE TRICKDAF® (FQ + FBN + MBBR DN + DAF)



CUSTO DE INVESTIMENTO ETE (R$/hab)

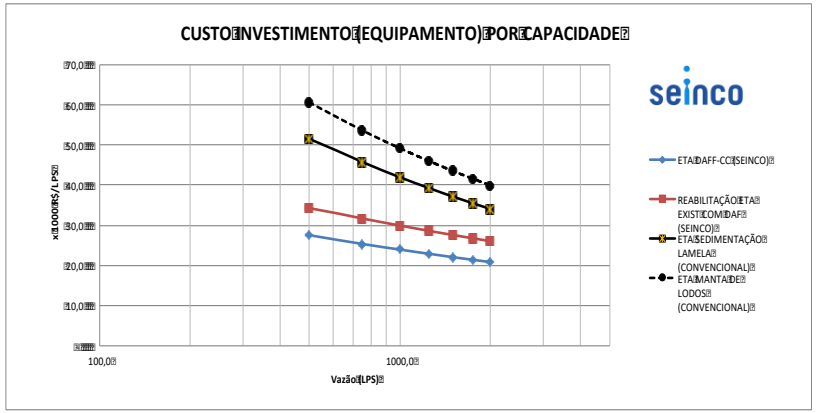
Ampliaçaõ de ETAS de Gran Porte (x 2 a 3)



Transformação em células de flotação com tecnologia DAF

PTAP Rio Grande – San Pablo - Brasil DAF 8 m3/s

ETA Punta del Este – Uruguay DAF 2 m3/s



Soluções escaláveis, competitivas e de rápida implantação

Nossas vantagens comparativas

Métrica		Plantas Convencionais	ETA/ETE FAST SEINCO
Custos de investimento e O&M	>	Altos e sujeitos a economia de escala	30 a 50% menor (1/3 volume)
Tempo de execução	>	1,5 a 3 anos	4 a 12 messes
Materiais	>	Tradicionais (concreto ou tijolo)	Pré-fabricados com PRFV, PEAD ou Aço Inox
Modelo de negócio	>	Burocrático e reativo	Pragmático, proativo e escalável

Comprometidos com a melhoria na qualidade de vida de nossa sociedade e nosso meio ambiente

- **30%** de economia nos custos de investimento
- **50%** menos de tempo de implantação
- **Água potável** suficiente e segura para todos.
- **Esgotos tratados aptos** para reuso e preservação do meio ambiente**.**

Bases do modelo de negócio:

- Foco em **atividades estratégicas de alto valor agregado:** tecnologia, comercial, gerenciamento e integração.
- **Alianças estratégicas** com sócios locais de capacidades complementáres: obras civis, comercial, financeira.
- **Outsourcing** de actividades não estratégicas.
- **Compromisso social e responsabilidade ambiental.**

Ampliação ETA Río Grande (2002)
SABESP – Sao Paulo - Brasil

Capacidade anterior 4 m3/s - Nova capacidade 8 m^3/s (rehabilitação com DAF)

Vista geral

Célula DAF

Ampliação ETA Laguna del Sauce (1999)

Sistema DAF – Nova capacidade 2 m^3/s (cap. original 1 m3/s)

Células de flotação

Barredores de lodo flotado

Sala de bombas

Vista geral

55 ETAs Pré-fabricadas - Hidroven – Venezuela

Capacidades entre 25 e 200 m^3/h

Vista da planta

Kit de saturação

Quadro elétrico

ETE El Jagüel (Maldonado – Punta del Este)

Vazão de desenho 2,1 m3/s (máximo diário) – Tecnologia CEPT+UV+DAN

Planta de tratamento projetada

Vista da obra da Planta de Tratamento

Vista da obra da Estação Elevatória San Rafael

Vista façada Estação Elevatória Parada 8

Vista façada Estação Elevatória Terminal

II – Fatores tecnológicos relevantes para uma gestão eficiente, eficaz e de alto impacto:

1. > QUALIDADE DE PRODUTOS E DOS EQUIPAMENTOS
2. < CUSTOS DE INVESTIMENTO E OPERAÇÃO
3. < TEMPO DE IMPLANTAÇÃO

II – Respostas tecnológicas para una estratégia de gestão eficiente, eficaz e de alto impacto:

1. TECNOLOGIAS APROPIADAS: PROCESSOS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS
2. MODELOS DE GESTÃO PRAGMÁTICOS

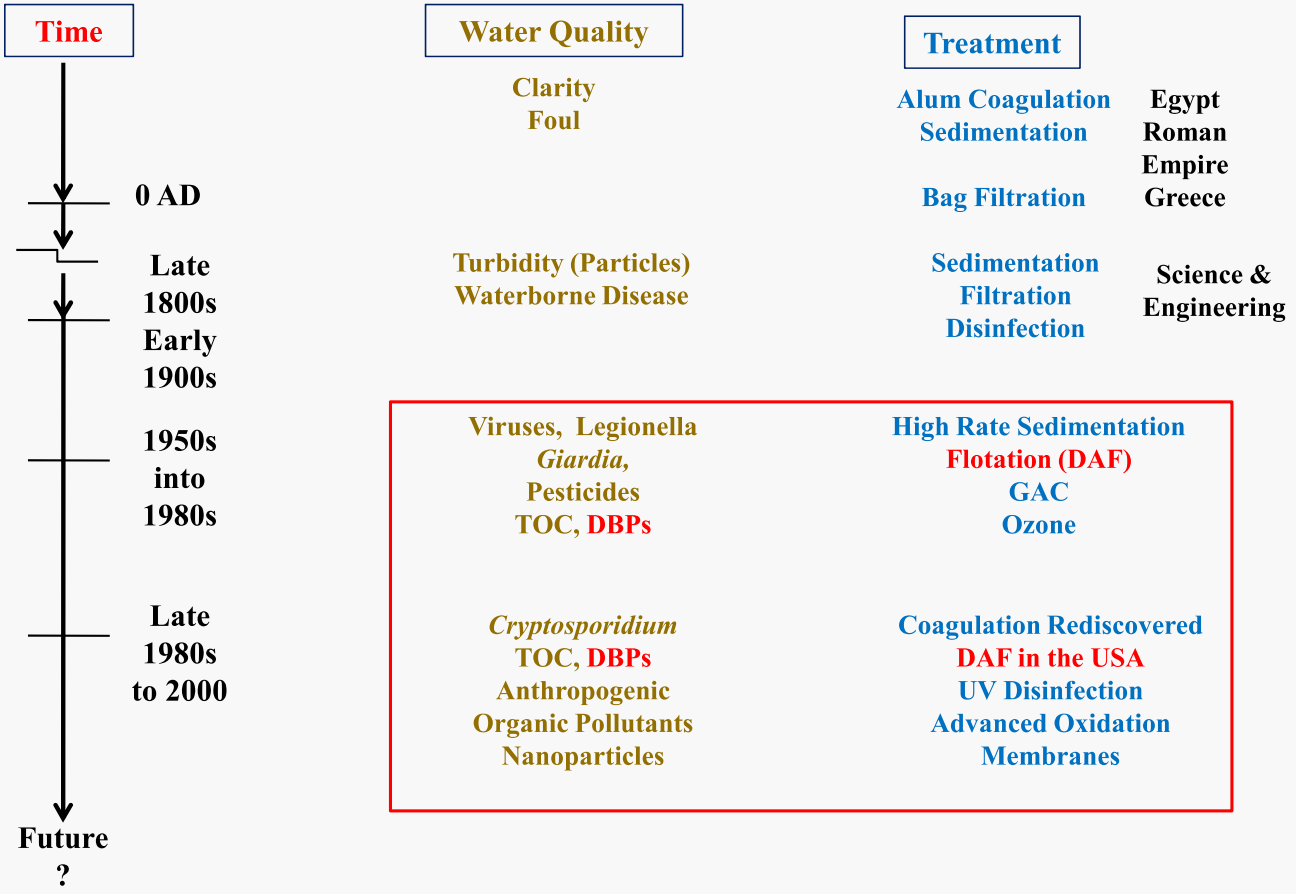
III – TECNOLOGIAS APROPRIADAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

I. Evolução das normas de qualidade da água para consumo humano e condicionamento tecnológico do nível de tratamento.

I NOVO CONTEXTO NORMATIVO A NÍVEL NACIONAL E MUNDIAL: MAIORES EXIGÊNCIAS DE QUALIDADE

PARÂMETROS TECNOLÓGICAMENTE CRÍTICOS	BRASIL (PORT. 2914-2011)	EPA (USA)	COMENTÁRIO
TURBIDEZ	<1 (0,5) NTU	<1 (0,3) NTU	MÁXIMA EFICIÊNCIA CLARIFICAÇÃO(MEC)
COR	<15 UC	<15 UC	MEC
THMs	<0,100 mg/l	<0,080 mg/l	MÁXIMA EFICIÊNCIA REMOÇÃO TOC + ADS/OXID SEM PRECLORAÇÃO
GIARDIA y CRYPTO	0	0 (99,9% rem)	MEC
Microcistina	<0,001 mg/l	<0,001 mg/l	MÁXIMA EFICIÊNCIA REMOÇÃO ALGAS + ADSORÇÃO

I.2 EVOLUÇÃO DOS REQUERIMENTOS DE QUALIDADE E TECNOLOGIAS APROPRIADAS



I.3 PARÁSITOS E TECNOLOGIAS APROPRIADAS

Giardia lambia

- 1970s and 1980s
  - Waterborne Outbreaks
    - Rome, NY (1974)
    - Pittsfield, MA (1986)
  - Protozoa – Cyst Stage
    - Carried by many warm blooded animals
    - Backpacker's Disease
    - Size: 8-15 μm

- Surface Water Treatment Rule (SWTR): 1989
  - EPA Requirement: 3 log Removal/Inactivation (99.9%)
  - For Sedimentation Plants EPA credits removals:
    - Settling: ½ log (68% Eff)
    - Filtration: 2 log
    - Need at least ½ log by disinfection
  - Research done Edzwald *et al.* showed 2-3 log removal by DAF compared to ½ to 1 log removal by Sedimentation

Jour AWWA, Vol. 92, Dec 2000

I.6 CONCLUSÃO: QUALIDADE VS TECNOLOGIA

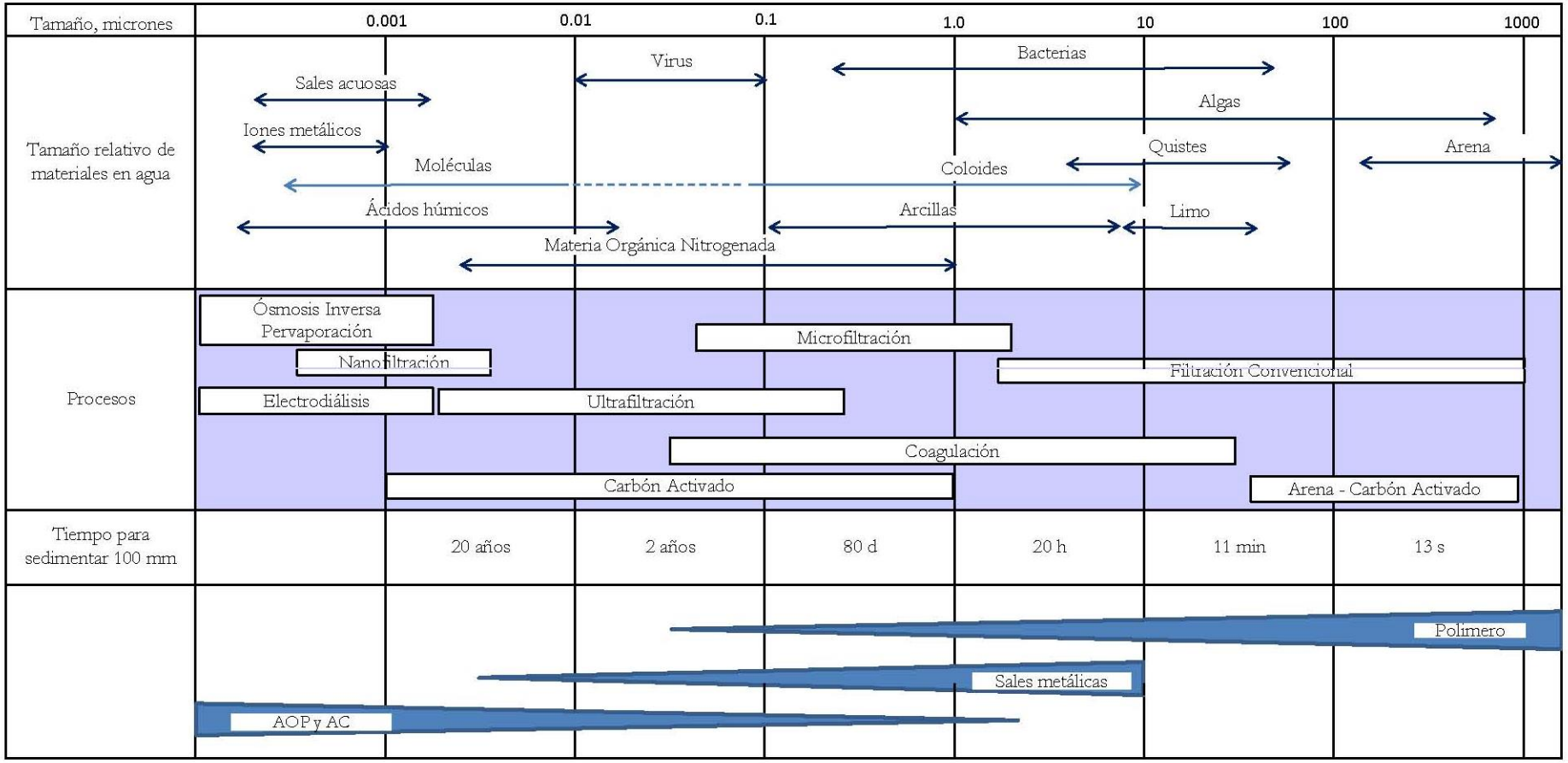
• Maiores requerimentos de qualidade determinam necessidade de atualização tecnológica e uso de processos mais eficientes.

• Tecnologias apropriadas disponíveis:

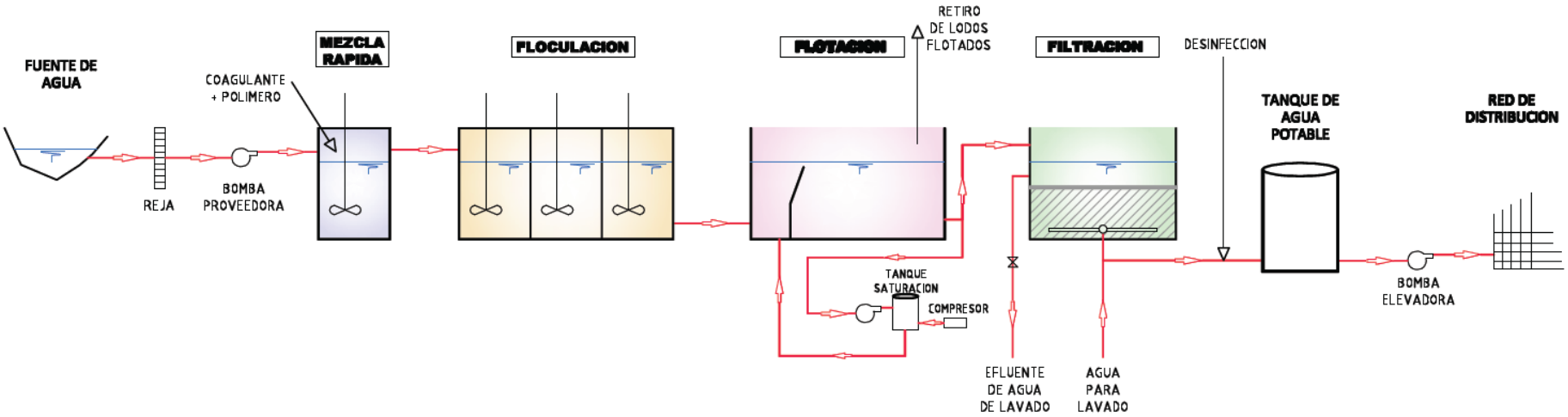
- Flotação DAF: maior eficiência na remoção de oocystos de Gyardia/Chripto, Algas, TOC e Material Suspendido.
- Filtração rápida: novos critérios de desenho de médios filtrantes para maior penetração do floc.
- Outras técnicas ou processos apropriados: remoção complementar de TOC com PAC, GAC e/ou ClO2.
- Lodos de ETAs: preferência por processos de clarificação que gerem lodos de alta concentração de sólidos.

II Novas tecnologias de clarificação:
Flotação por Ar Dissolvido (DAF) (versão atualizada)

II.1 Análise dimensional das partículas presentes na água bruta



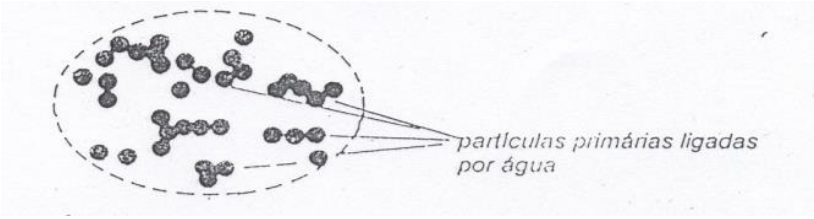
II.2 Leiaute funcional do processo de tratamento (ETA por flotação)



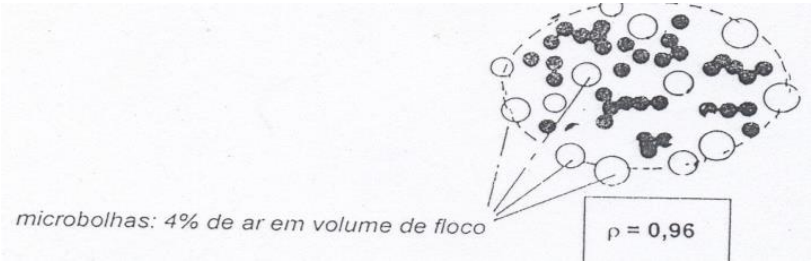
II. 3 Fundamento I da flotação DAF

Incorporação do ar aos flóculos para gerar um conglomerado floc

- floc + microbolhas (densidade << que a da água)



Flocs primários ligados por água. Densidade < 1.001



Flocs com microbolhas de ar (4% do volume dos flocs). Densidade = 0.96

II.4 Lei de Stokes (segue fundamento I)

$$V_s = \frac{g}{18\nu} \times \left(\frac{\rho_f}{\rho_a} - 1 \right) \times d^2 = K \times d^2 \left| \rho_f - \rho_a \right|$$

Aonde:

Vs: velocidade de queda ou flotação das partículas
g: aceleração da gravidade
ρf: densidade do floc
ρa: densidade da água
ν: viscosidade da água
d: diâmetro do floc

Para um floc de 0.5 mm de diâmetro e 1.002 de densidade resulta:

Vs = 25 $m^3/m^2.d$ (1 m/h)

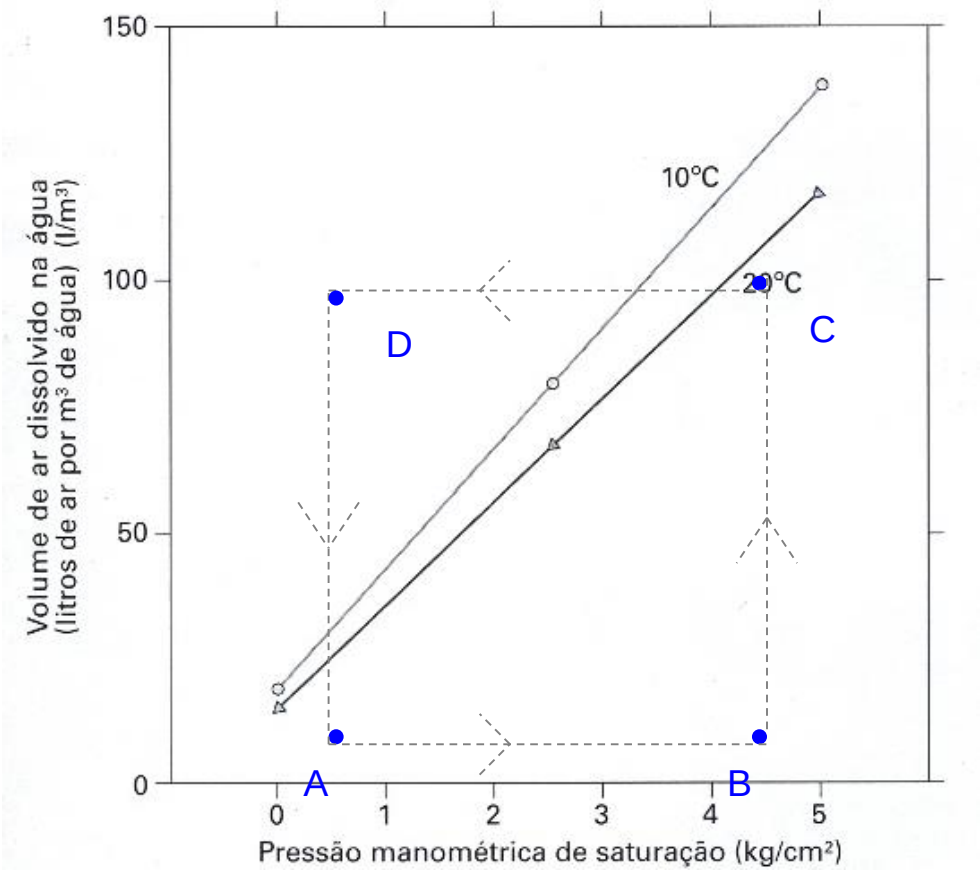
Ao agregar microbolhas de ar se tem uma densidade de 0.96 e fica:

Vf = 500 $m^3/m^2.d$ (21 m/h)

Mediante flotação DAF entã é possível obter velocidades de ordem 20 vezes maiores às velocidades de sedimentação.

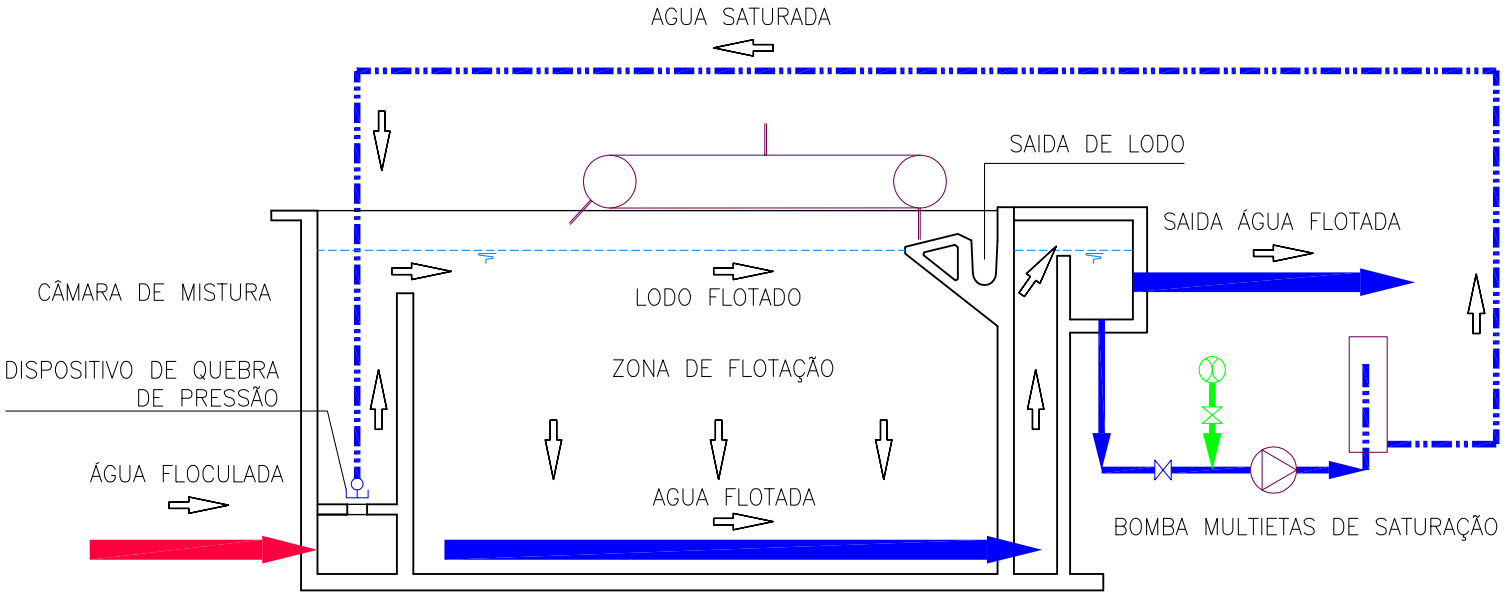
II.5 Fundamento II do processo (médio de transporte do ar): Lei de Henry

A concentração de saturação de um gás num líquido é proporcional à pressão do líquido.



II.6b Ensaio jar-teste de flotação DAF

II.6a Esquema funcional da célula de flotação DAF



II.7 Principais Componentes do DAF

Sistema de geração de água saturada e microbolhas mediante os seguintes componentes:

- Recirculação e pressurização de aprox 10% de água clarificada a 5 kg/cm2.
- Saturação da água pressurizada com ar (aplica Lei de Henry) incorporando aprox 80 litros de ar/m3 de agua pressurizada. Feito com bomba de saturação multietapas e acessórios de controle de mistura do ar.
- Descompressão brusca da água saturada mediante orifícios calibrados na zona de mistura água floculada (fluxo principal) + microbolhas (fluxo recirculado)
- Ocorre a liberação de aprox 100.000 a 200.000 microbolhas de aprox 20 a 50 µm de diâmetro/ ml de água saturada descomprimida.

II.8 Critérios de desenho de células de flotação DAF

- Taxa superficial de aplicação: 10 a 14 $m^3/m^2/h$
- Velocidade ascensional na zona de mistura: 60 a 100 m/h
- Taxa de recirculação de desenho: 8 a 12 %
- Comprimento máximo recomendado das células: 14 m
- Largura máxima de células: determinado pelo comprimento dos eixos dos dispositivos de barrido (ordem 5 a 6 m)
- Altura útil de agua das células de flotação: 2 a 3 m
- Forma de células: alta flexibilidade e capacidade para desenhos em formatos cilíndricos ou prismáticos.

II. 9 Novos avanços no desenho do DAF

- Coagulação: melhores condições de hidrofobicidade para obter máximas condições de aderência floc-floc e floc-microbolhas.

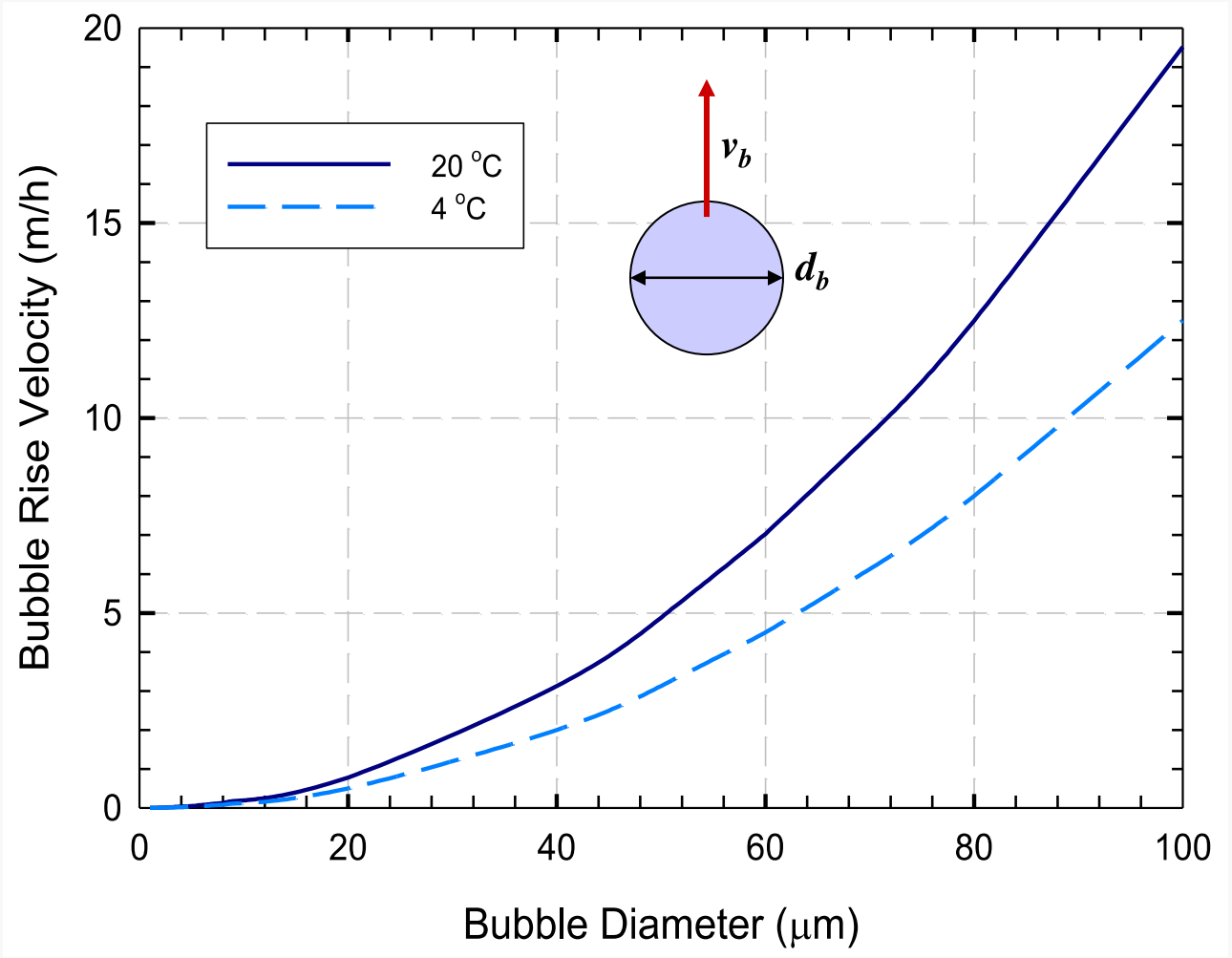
- Dispositivos de descompressão: tamanho ótimo de microbolhas para conciliar (máxima velocidade de flotação com mínimo arrastre de microbolhas) (orifícios calibrados versus válvulas agulha).

- Zona de mistura: Melhores condições de desenho do setor de contato e mistura floc-microbolhas.

- Zona de flotação: patrão de fluxo estratificado + colchão superior de microbolhas (geometria + dispositivos de uniformização de fluxo no fundo).

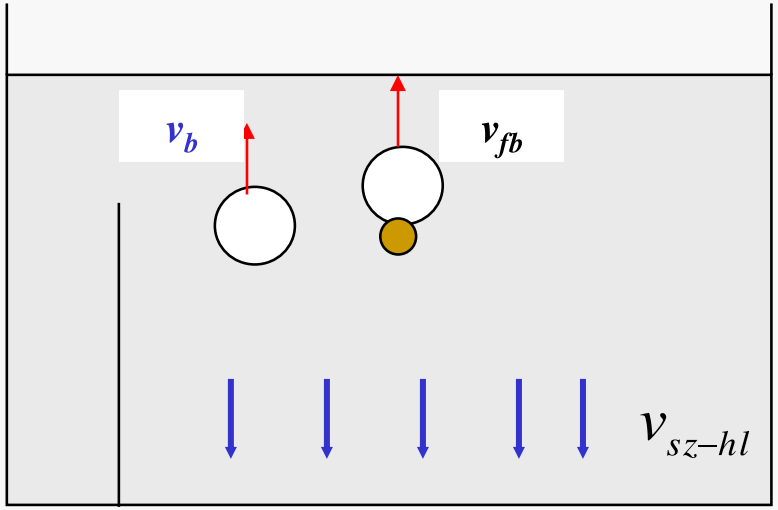
BUBBLE RISE VELOCITY

$$v_b = \frac{g(\rho_w - \rho_b)d_b^2}{18\mu_w}$$



- **Bubbles of about 100 μm have been observed in the Separation Zone.**
  - **✓For 100 μm bubbles, rise velocities are ~ 10 to 20 m/h**
- **Next, consider rise velocity of floc-bubble aggregates**

DAF TANK SEPARATION ZONE PERFORMANCE



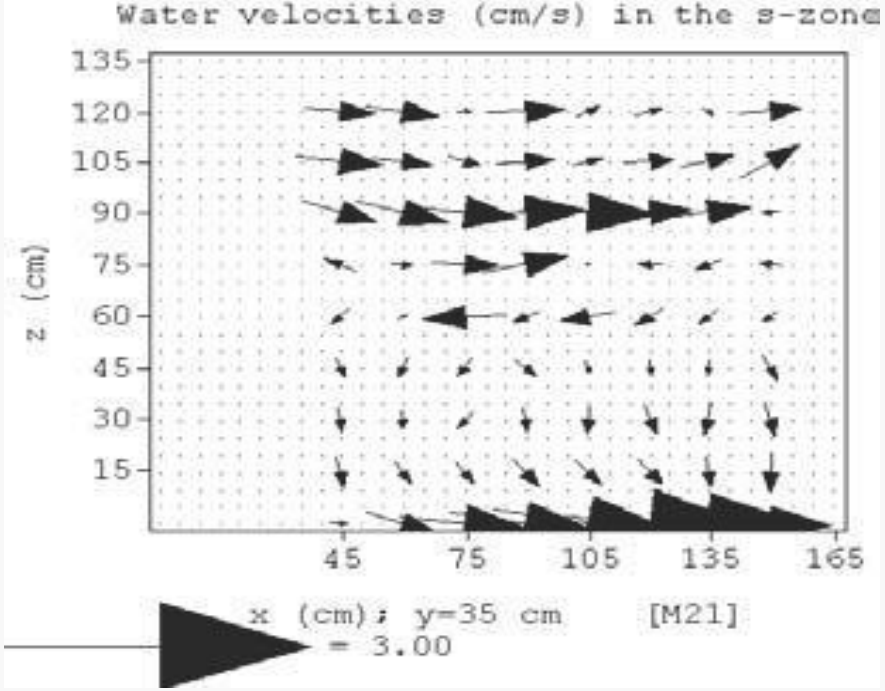
- **Removal of Bubbles and Floc-Bubble Aggregates**

$$v_b \geq v_{sz-hl} = \frac{Q + Q_r}{A_{sz}}$$

$$v_{fb} \geq v_{sz-hl} = \frac{Q + Q_r}{A_{sz}}$$

- **Bubble and aggregate rise velocity calculations (prior slides) of 20 m/h or less**
  - **Early designs at 5-10 m/hr**
  - **Increasing to 15 m/hr in the 1990s**
- **Practice: Has been found can design at higher hydraulic loadings without air bubble carryover**
- **Must consider hydraulic flow pattern through the separation zone – will revisit**

10% R,
Loading (16.5 m/h)

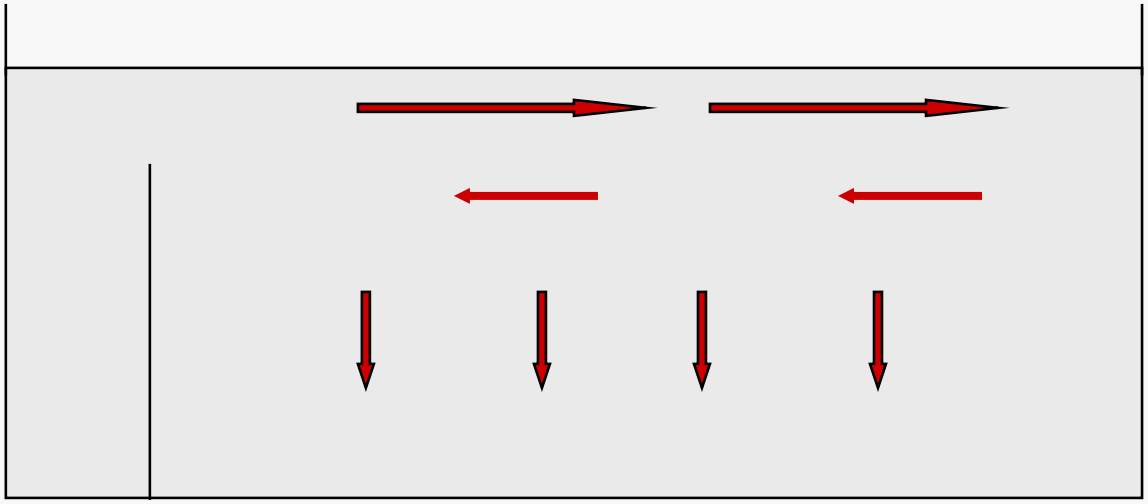


Lundh et al., IWA, Berlin, 2001

Inter.

MODIFICATION OF SEPARATION ZONE THEORY

$$v_{fb} \geq v_{sz-hl} = \frac{Q + Q_r}{A_{sz}} \Rightarrow v_{fb} \geq v_{clar-sz} = \frac{Q + Q_r}{3(A_{sz})}$$



- **For example:**
  - **If the hydraulic loading (based on footprint) is 40 m/h**
  - **What we want is the clarification loading that considers the increased separation area from stratified flow. Here, for example, it would be 3 times the footprint area. This yields a clarification loading of 13.3 m/h.**
  - **Thus, can separate free bubbles and floc-bubble aggregates with rise velocities of 13.3 m/h or greater.**
- **Analogous to plates in sedimentation tanks**

II.10 Aplicações e performance do processo DAF

- A tecnologia DAF aplica com sucesso para todo tipo de qualidades de água bruta superficiais ou subterrâneas.

- Especialmente vantajosa para tratamento de águas de mananciais com alto conteúdo de matéria orgânica (TOC, cor, algas), qualidade muito variável, baixa alcalinidade, conteúdo de Fe, Mn, As, etc.

- Eficiências típicas:

  - Turbidez de água flotada: < 1,5 NTU (normalmente < 1,0 NTU)
  - Remoção de algas e oocystos GeC: > 99,90 a 99,99 %
  - Turbidez de água filtrada: < 0,5 NTU (normalmente < 0,2 NTU)
  - Duração de carreiras de filtração: > 24 hs.

II.11 Vantagens do processo de flotação DAF respeito da sedimentação

- Menor requerimento de superfície de clarificação desde que TAXA DE FLOTAÇÃO (APROX. 12 m/h) = 12 x TAXA DE SEDIMENTAÇÃO (APROX. 1 m/h)

- Menor requerimento de volume de floculação: TRH Flotação (5 a 10 minutos) = 1/3 TRH Sedimentação (15 a 30 minutos)

- Melhor qualidade da água clarificada: (turbidez flotada < 1,0 NTU e turbidez filtrada < 0,2 NTU). Valores típicos com sedimentação: 2 a 3 NTU na sedimentada e 0,5 a 1,0 NTU na filtrada.

- Economia de coagulantes de hasta 30%

- Melhor eficiência para remover matéria orgânica particulada (algas y oocystos > 99,99%), frente a 99,0% da sedimentação.

- Melhor eficiência para remover cor

II.12 Vantagens do processo de flotação DAF respeito da sedimentação

- Alta concentração de sólidos no lodo flotado (2 - 6 %) em comparação à dos lodos retirados de decantadores/sedimentadores (0,3 - 1 %), resultando um volume de lodos a desidratar 6 vezes menor.

- Automatização completa do processo.

- Menores investimentos e complexidade nas obras civis por compacidade e pre-industrialização.

- Uso de materiais nobres de alta durabilidade: aço inox AISI 304, aço vitrificado ou PRFV-Prensado

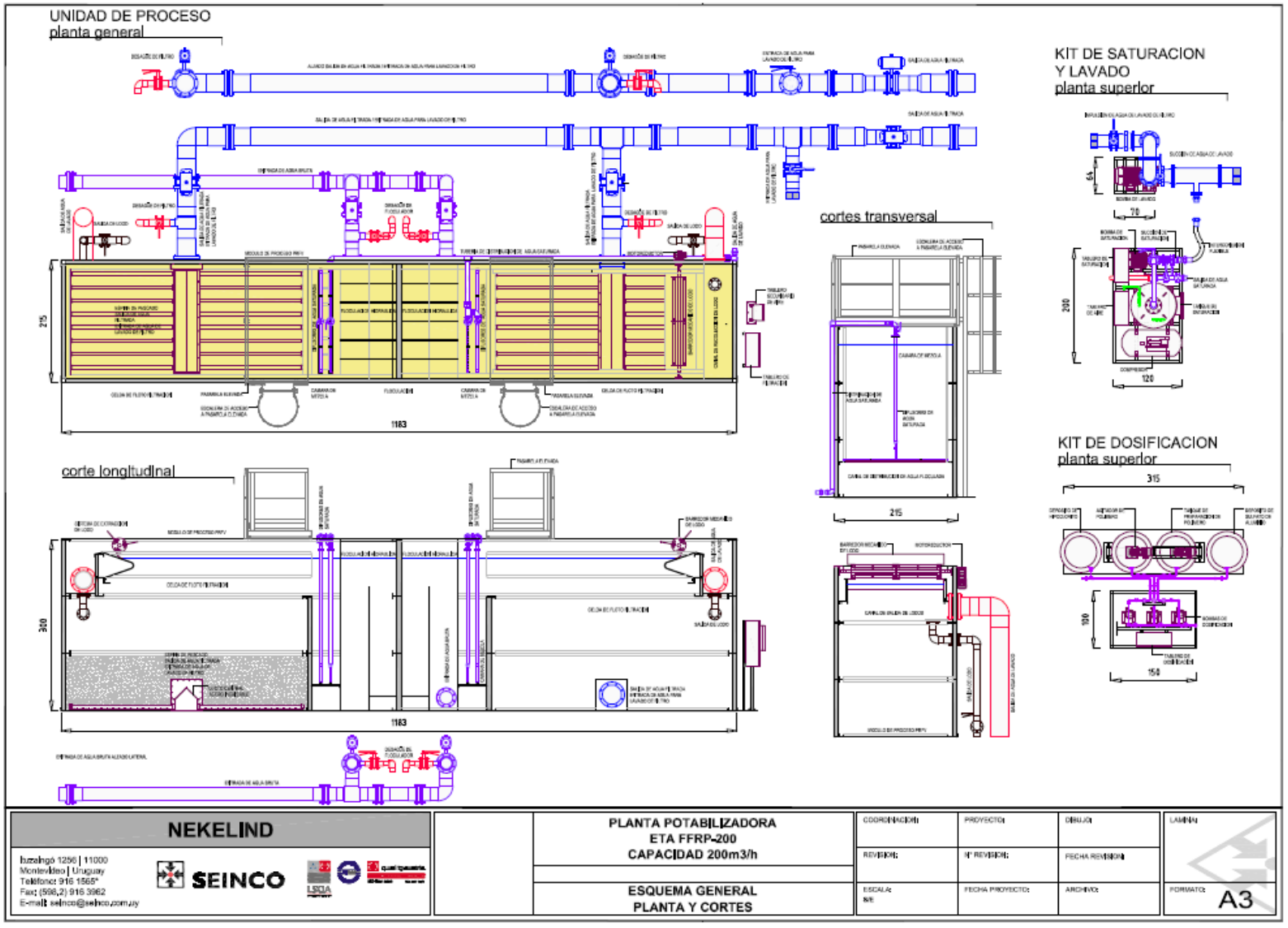
- Grande flexibilidade para implantar o processo em unidades existentes permitindo aumentar significativamente a capacidade de produção e melhora de qualidade ainda em operação.

- Possibilidade de implantar o sistema DAF na parte superior das células de filtração.

IV Exemplos e aplicações da tecnologia DAF para ETAS de pequeno, médio e grande porte

IV.A ETAS PREFABRICADAS MODULARES (CASO ETA FF200- 60 l/s)II

IV.A ETAS PREFABRICADAS MODULARES
(CASO ETA FF200- 60 l/s)



IV.A ETAS PREFABRICADAS MODULARES
(CASO ETA FF200- 60 l/s)

Unidad ETA 200

IV.A ETAS PREFABRICADAS MODULARES (CASO ETA FF200- 60 l/s)

Kit de dosificación de PPQQ

Kit de Saturación

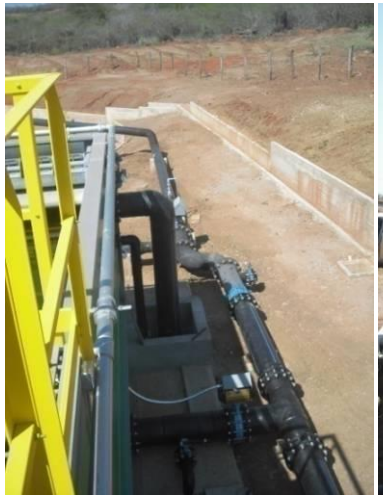
IV.A ETAS PREFABRICADAS MODULARES
(CASO ETA FF200- 60 l/s)

Salida de Agua Filtrada – Entrada de Agua Lavado Filtros

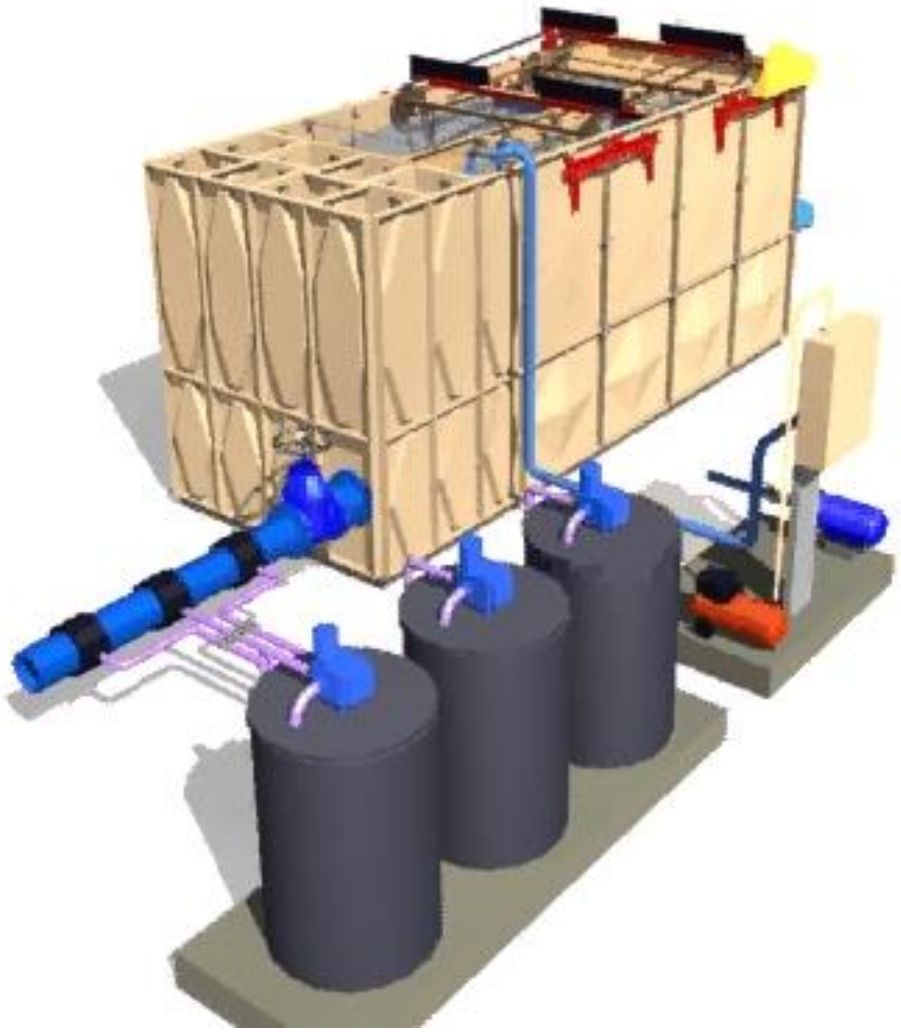
Bomba de Lavado

IV.A EXEMPLO DE APLICAÇÃO ETAS PREFABRICADAS MODULARES (CASO ETA FF200- 60 l/s)

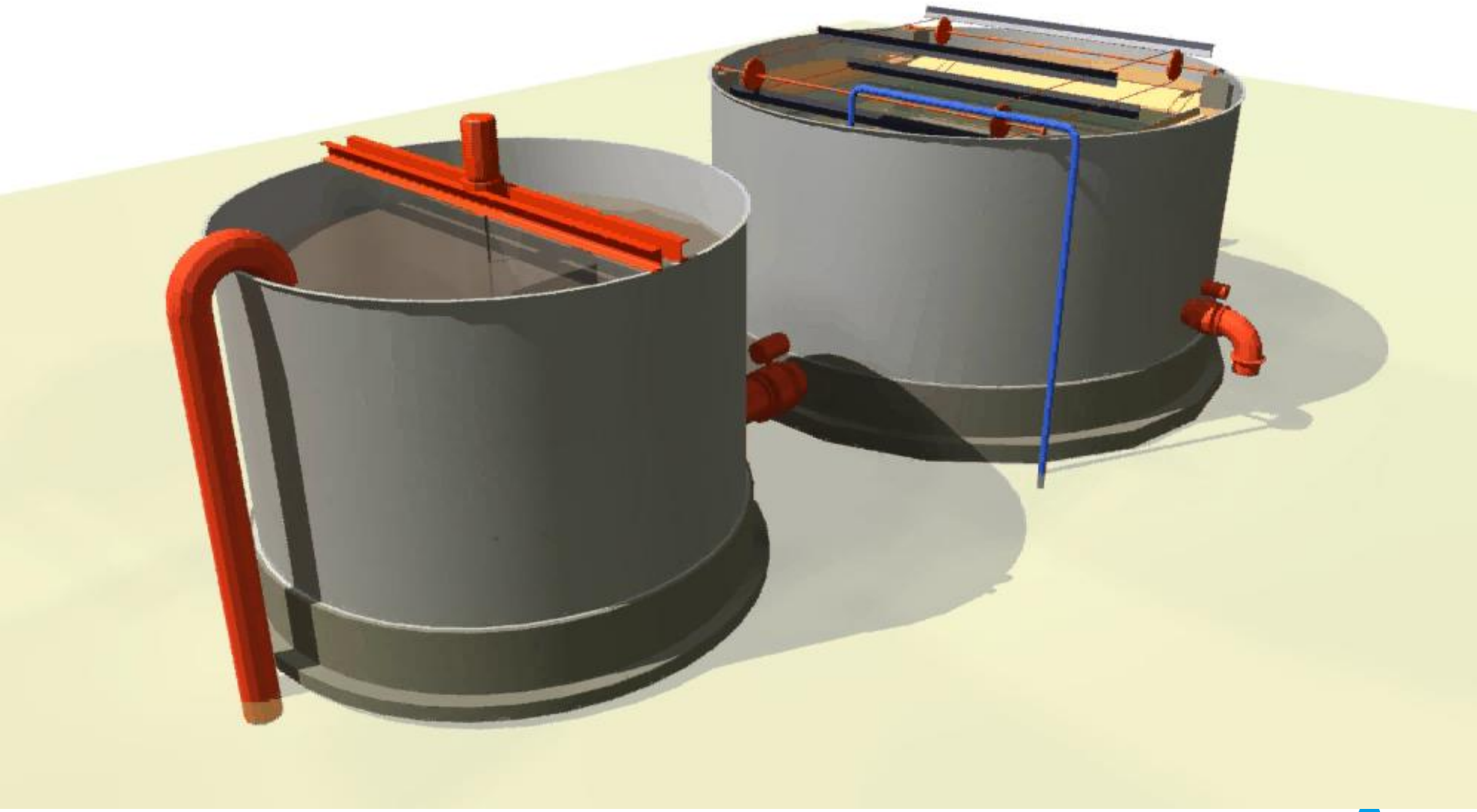
ETA GUARIBE



ETAS MODULARES FFRP



ETAS MODULARES FFCC (módulos 10 a 300 l/s)



IV.B ETA Rio Grande (2001)

Capacidade original 4,5 m³/s – Nova capacidade 8 m³/s

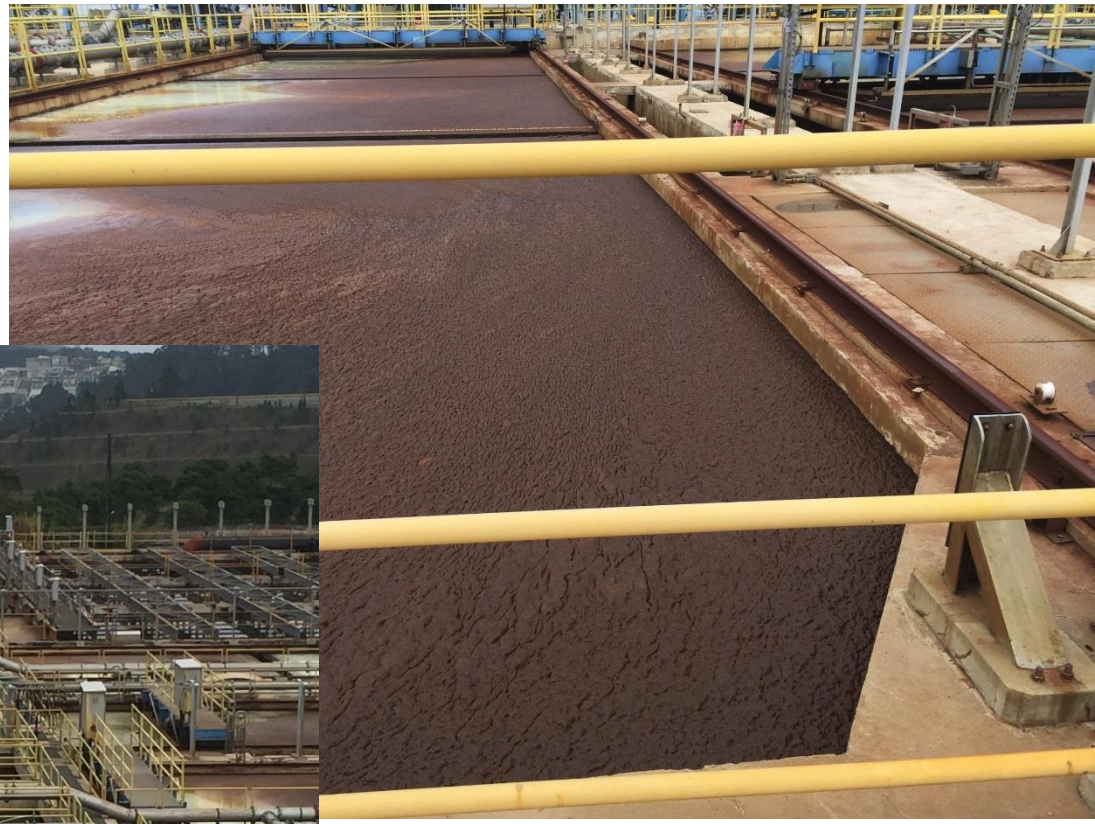
planta general

IV-B FOTOGRAFIAS CÉLULAS DAF – ETA RIO GRANDE SÃO PAULO – SABESP

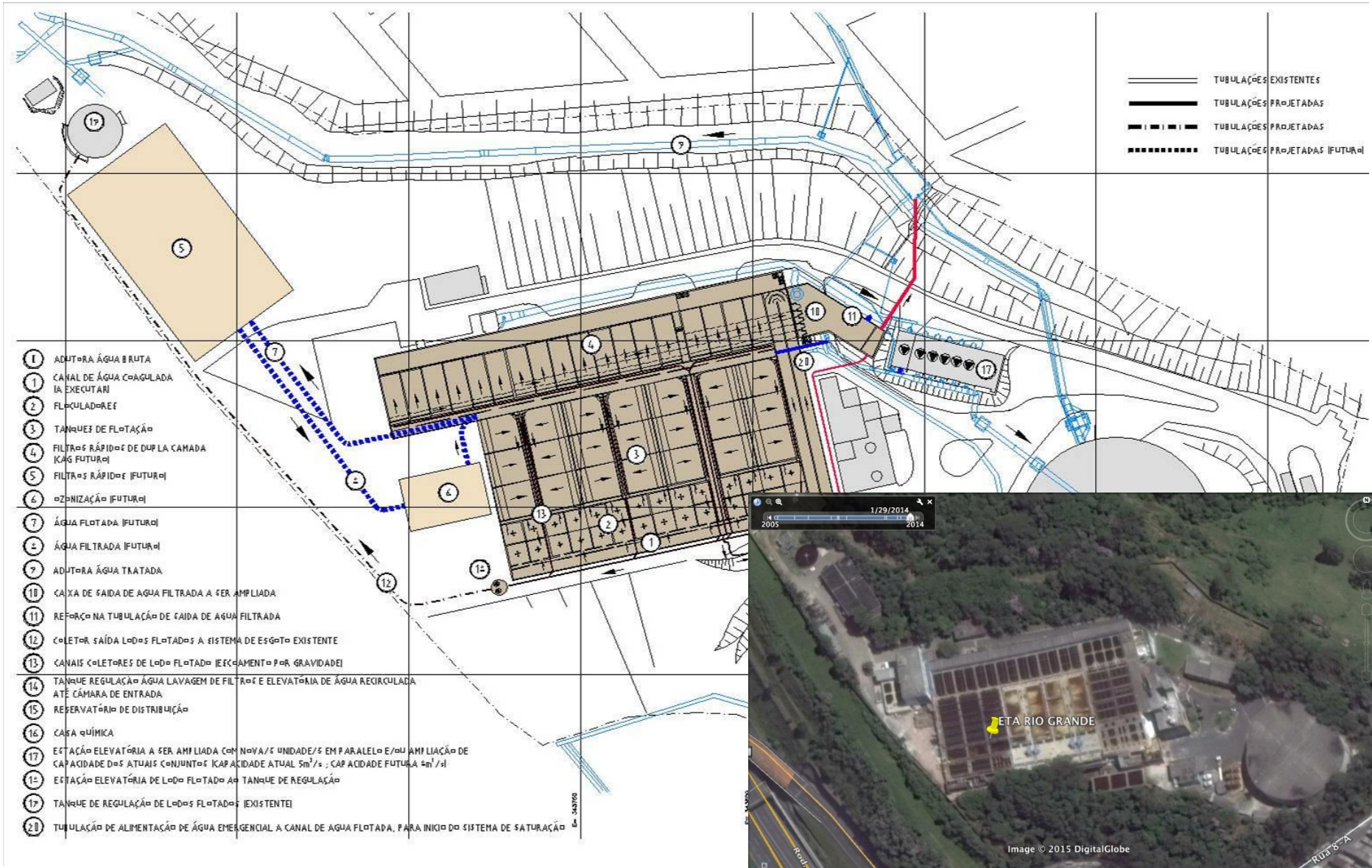
IV.B - ETA RIO GRANDE SÃO PAULO – SABESP

IV.B - ETA RIO GRANDE SÃO PAULO – SABESP

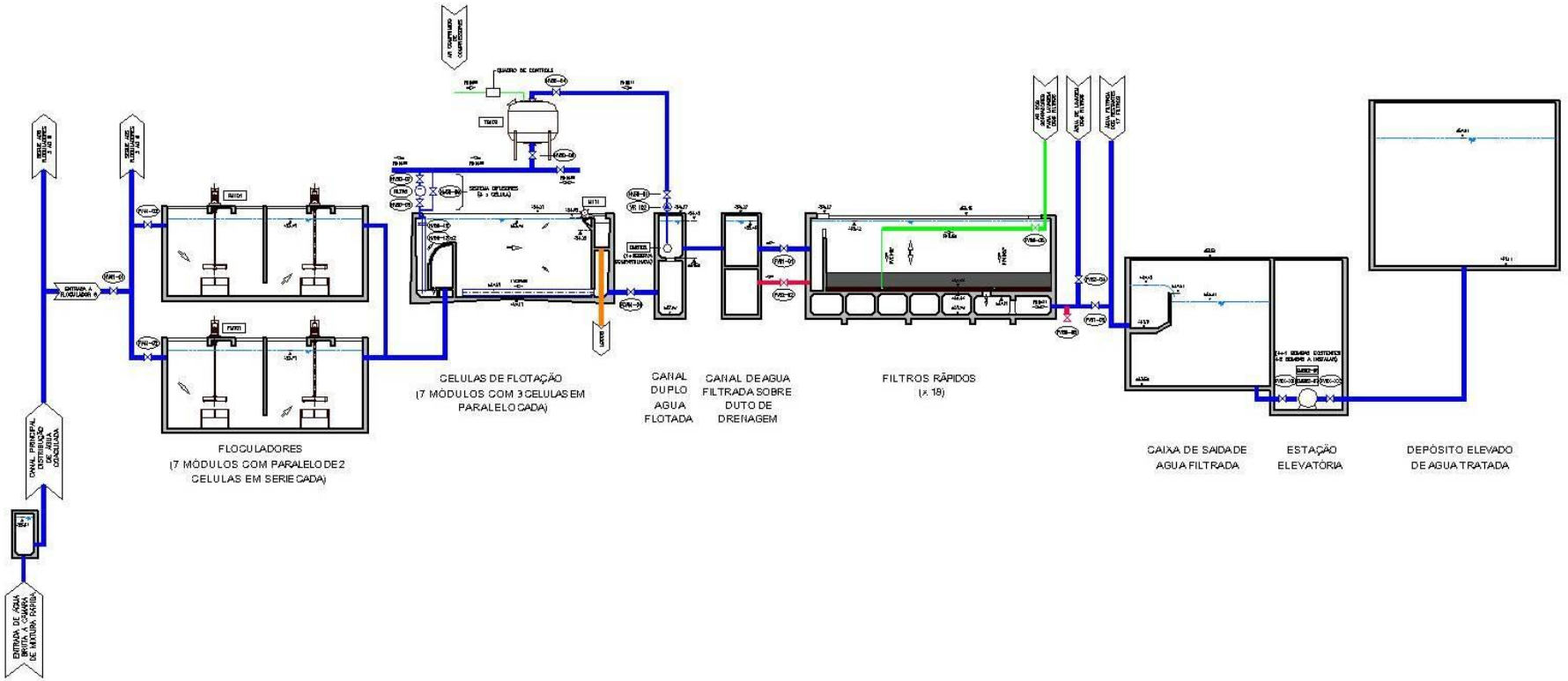
IV.B - ETA RIO GRANDE SÃO PAULO – SABESP



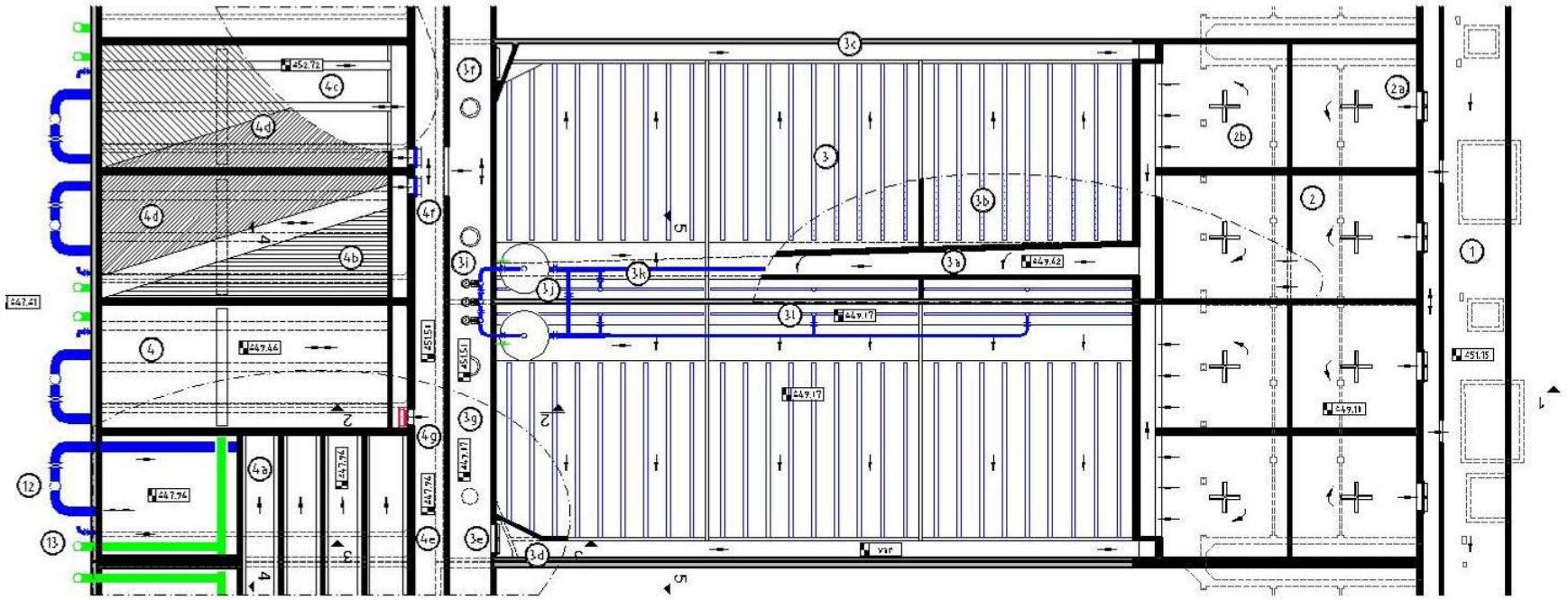
IV.B PLANTA GERAL



IV.B ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO



IV.B PLANTA UNIDAD MODIFICADA



1. CANAL DE ÁGUA COAGULADA
2. FLOCULADORES
2a. COMPORTA DE SUPERFICIE (741x1411mm)
2b. FLOCULADORES TIPO TURBINA DE EIXO VERTICAL
3. TANQUES DE FLOTAÇÃO
3a. CANAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FLOCULADA
3b. TUBOS DE COLETA DE ÁGUA CLARIFICADA
3c. CANAL DE COLETA DE LODO FLOTADO
3d. CANAL DE ÁGUA CLARIFICADA
3e. COMPORTA PARA CONTROLE DE NÍVEL
3f. CANAL DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA CLARIFICADA AOS FILTROS (FUTURO: CANAL DE ÁGUA FILTRADA)
3g. CANAL DE ÁGUA CLARIFICADA PARA FILTROS FUTUROS (ORIFÍCIOS COM FLANGES (ABERTOS NA 1ª ETAPA, FECHADOS NA 2ª ETAPA)
3h. TUBULAÇÃO DE COLETA DE LODO FLOTADO (EVACUADO POR GRAVIDADE ATÉ A ESTAÇÃO ELEVATÓRIA)
3i. BOMBA DE RECIRCULAÇÃO: PRESURIZAÇÃO DE ÁGUA SATURADA
3j. TANQUE DE SATURAÇÃO
3k. CANALIZAÇÃO DE ÁGUA SATURADA
3l. DIFUSORES DE MICROBOLHAS
4. FILTROS RÁPIDOS DE DUPLA CAMADA (FUTURO FILTRO CAGI)
4a. CANAL SAÍDA AGUA FILTRADA
4b. FUNDO LEOPOLD TIPO "UNIVERSAL 5" COM "IMS CAP"
4c. CANAL DE COLETA DE ÁGUA DE LAVAGEM
4d. MEDIO FILTRANTE (A DEFINIR PELA CABESP)
4e. CANAL DE AFASTAMENTO DE ÁGUA DE LAVAGEM
4f. ENTRADA DE ÁGUA CLARIFICADA AOS FILTROS (VALVULA BORBOLETA)
4g. SAÍDA DE ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS (VALVULA BORBOLETA)
11. GALERÍA DE COMANDO DOS FILTROS
12. CANALIZAÇÃO ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS
13. CANALIZAÇÃO AR DE LAVAGEM DOS FILTROS

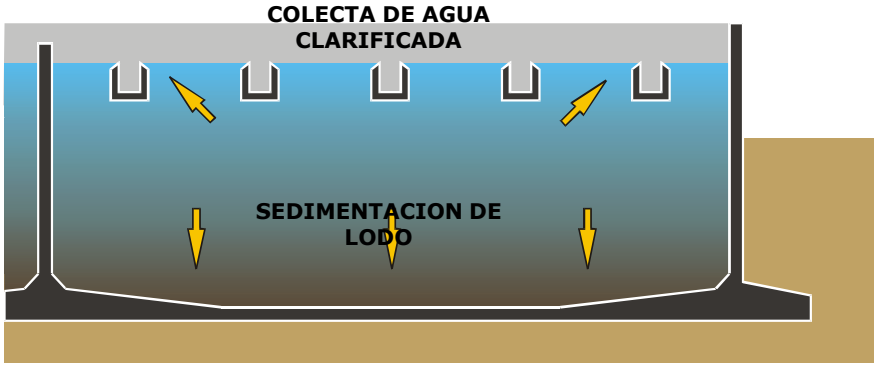
EXISTENTE A SER MANTIDO — PROJETADO

Fig.3

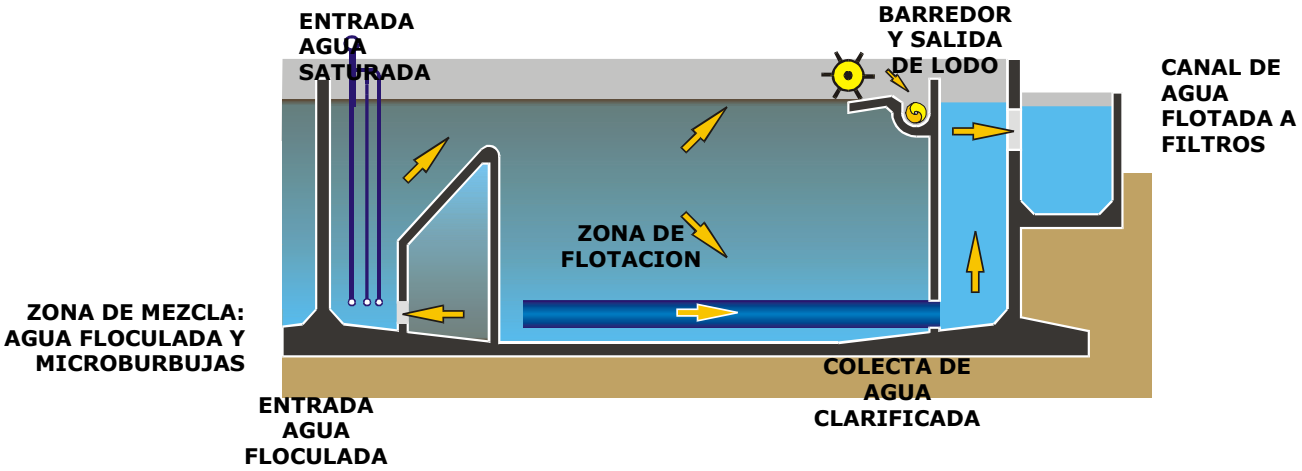
IV.B ETA RIO GRANDE

Transformação de um módulo de decantação (450 l/s) em flocoflotador (1300 l/s)

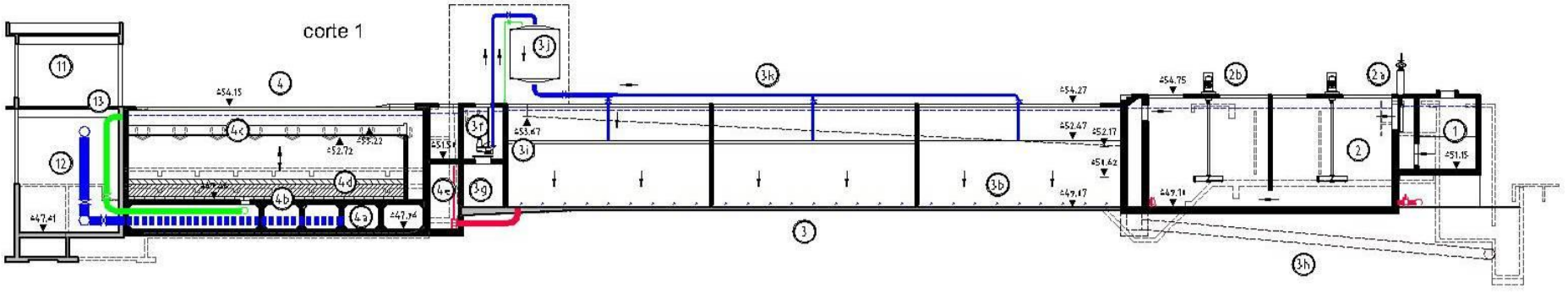
Corte transversal por sedimentador existente a rehabilitar

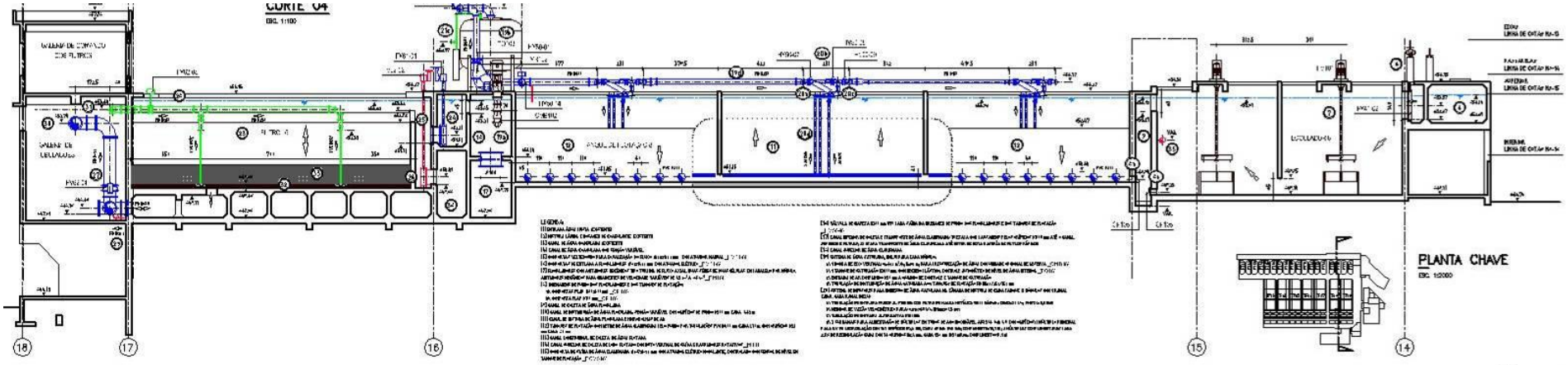


Corte transversal por celda de flotación proyectada



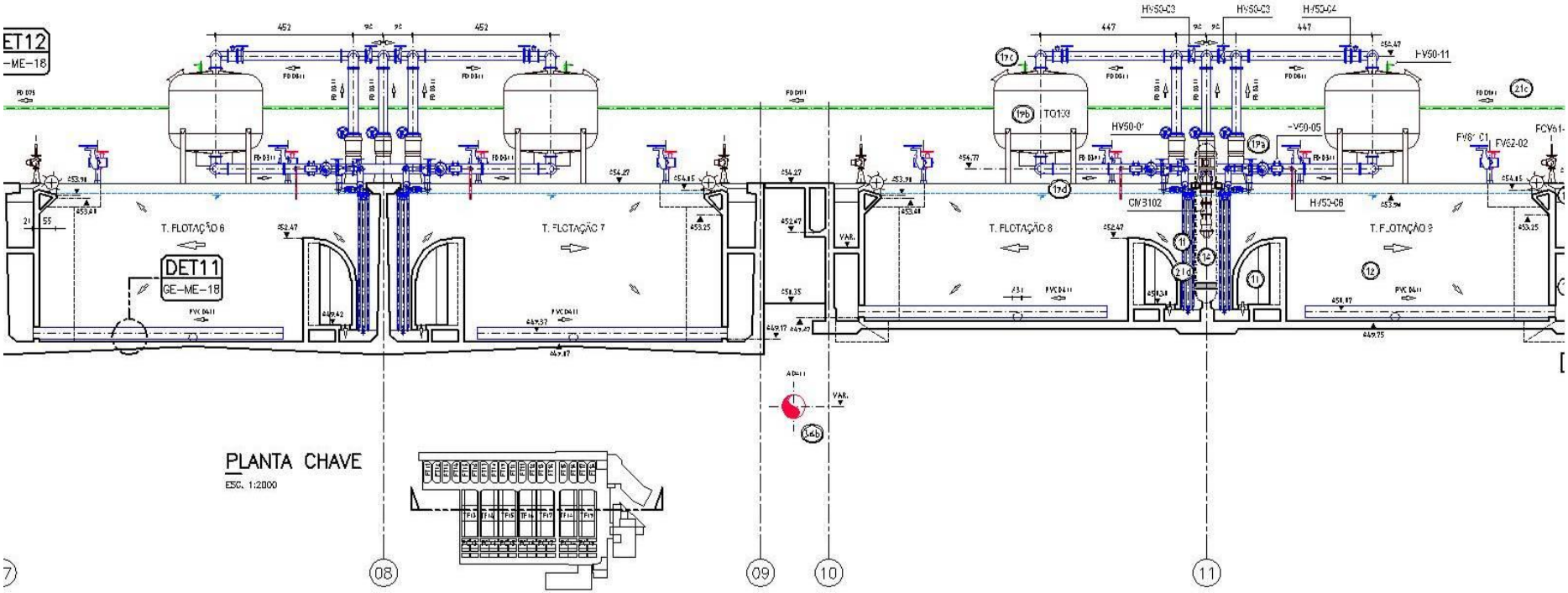
IV.B CORTE LONGITUDINAL





IV.B DETALHE DE CÉLULAS DE FLOTAÇÃO

Corte Transversal



IV.C ETA Laguna del Sauce (Punta del Este) (1999)

sistema DAF / nova capacidade 2 m3/S

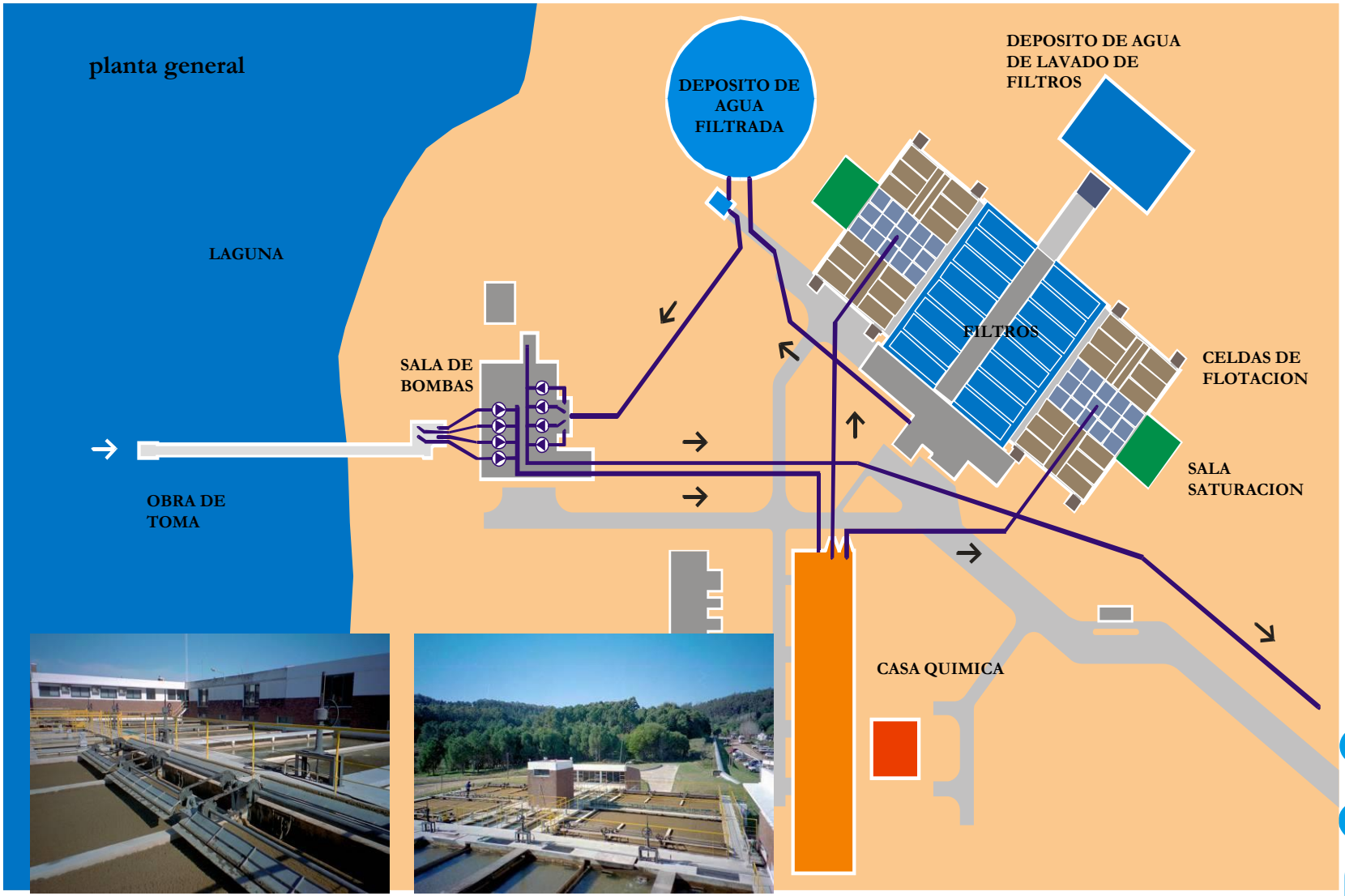
CELDAS DE FLOTACION

BARREDORES DE LODO FLOTADO

SALA DE BOMBAS

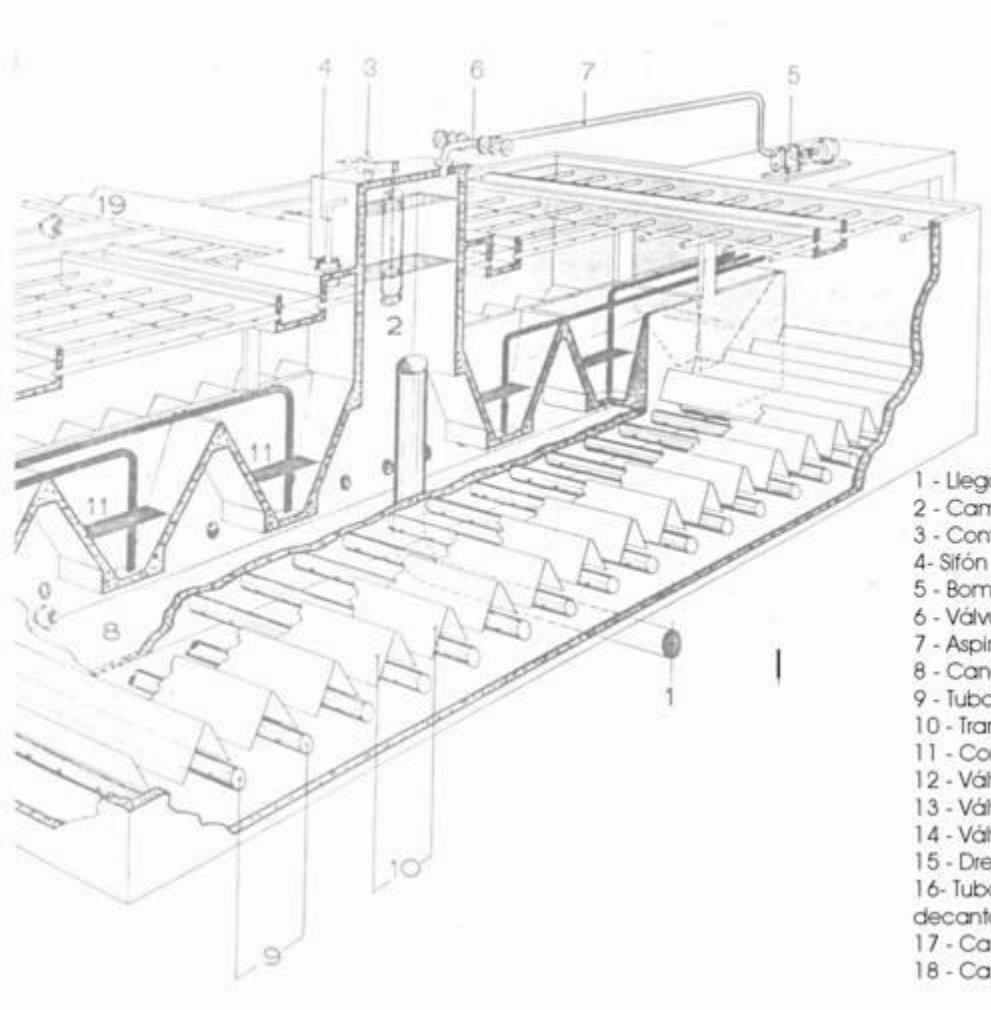
VISTA GENERAL

IV.C ETA Laguna del Sauce (Punta del Este)



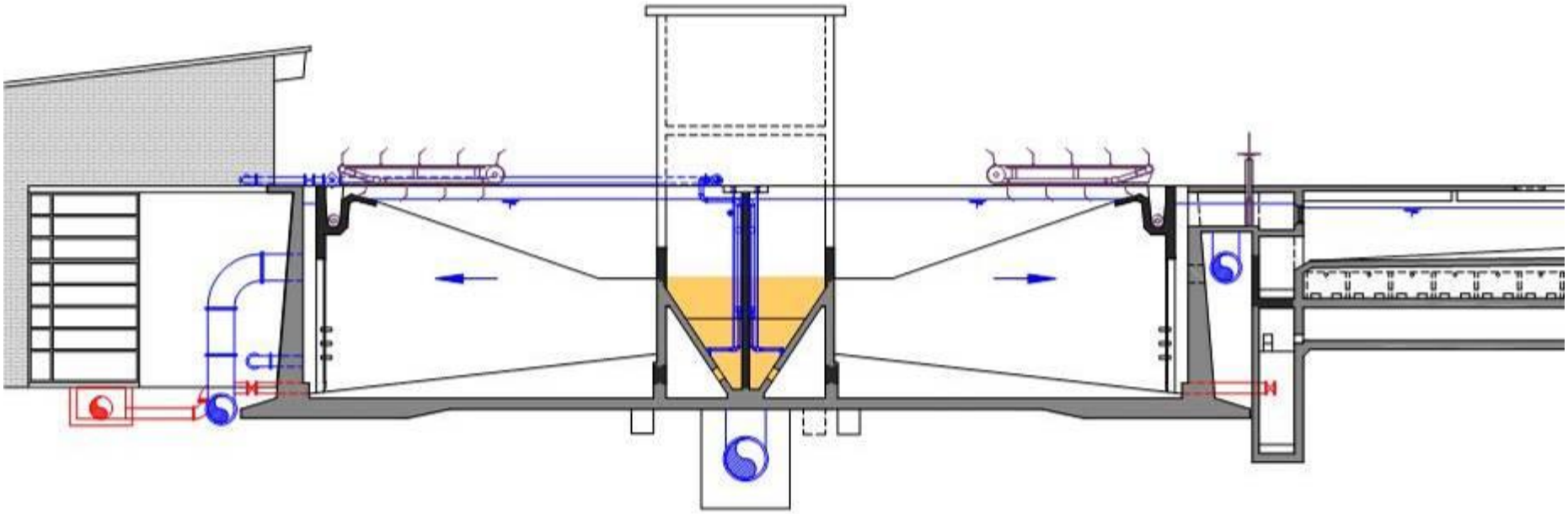
IV.C ETA Laguna del Sauce (Punta del Este)

Esquema del clarificador original Pulsator



1 - Llegada de agua cruda
2 - Campana de vacío
3 - Contactor de fltoador
4- Sifón de seguridad
5 - Bomba de vacío
6 - Válvulas de comunicación con la atmósfera
7 - Aspiración de la bomba de vacío
8 - Canal de distribución de agua cruda
9 - Tubos perforados de repartición de agua cruda
10 - Tranquilizadores
11 - Concentradores de fangos
12 - Válvulas de aislamiento
13 - Válvulas automáticas de extracción de fangos
14 - Válvulas de vaciado
15 - Drenaje
16- Tubos perforados de recogida de agua decantada
17 - Canaleta de agua decantada
18 - Canal recolector de agua decantada

IV.C ETA Laguna del Sauce (Punta del Este)



IV.C ETAPA DE OBRAS

Nuevas instalaciones

IV.C FOTOGRAFIAS

Antigua galería de sifones, con válvulas

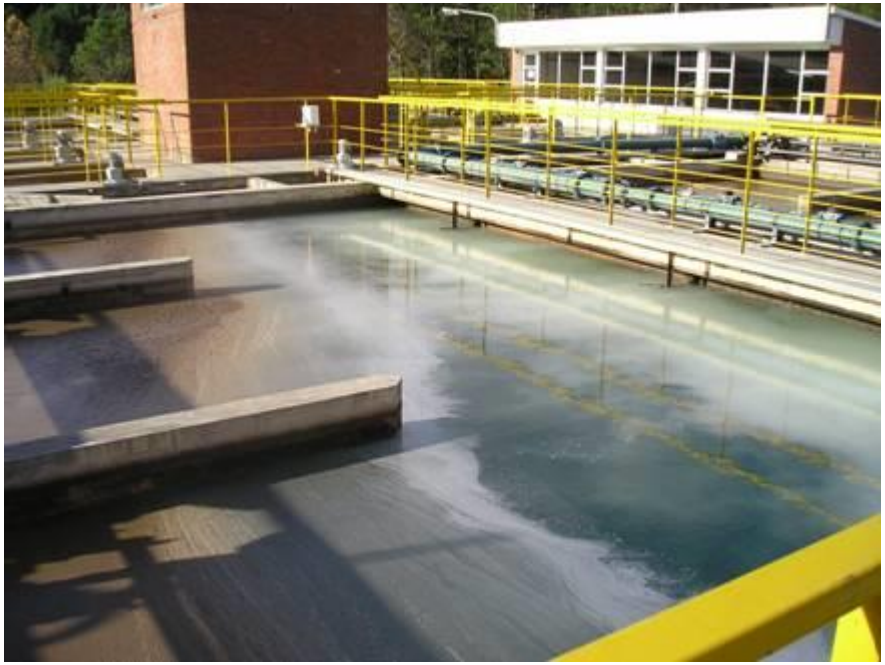
Nueva válvula de control

Sensor electromagnético de nivel

Tanques de saturación, sistema automático de control de nivel

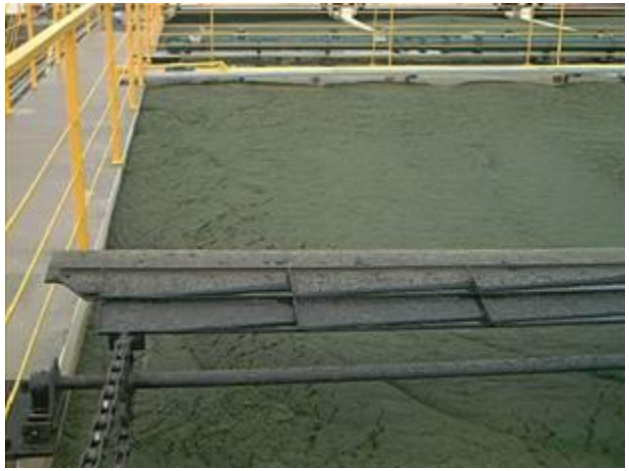
IV.C FOTOGRAFIAS

Entrada en operación de la unidad de flotación



IV.C FOTOGRAFIAS

Episodio de crecimiento de cianofíceas

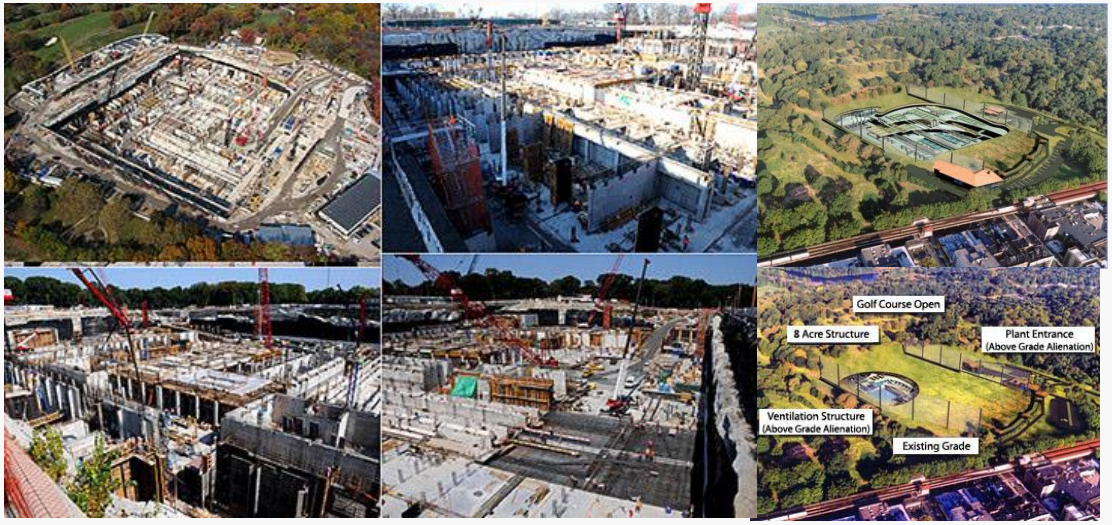


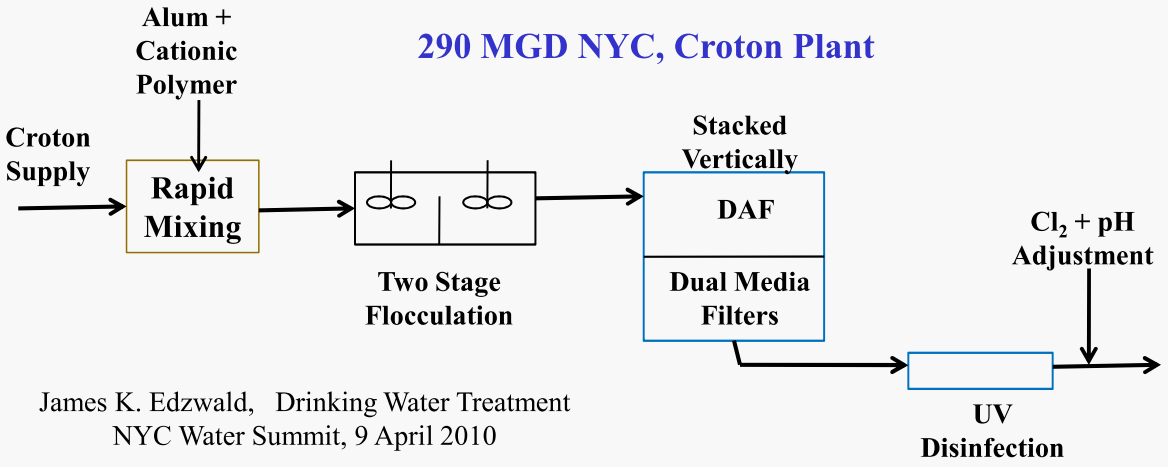
Carpeta de lodos flotados

Raspador de lodos

IV.C FOTOGRAFIAS

IV.D - PTAP NEW YORK DAFF 11 m3/s (marzo 2013)



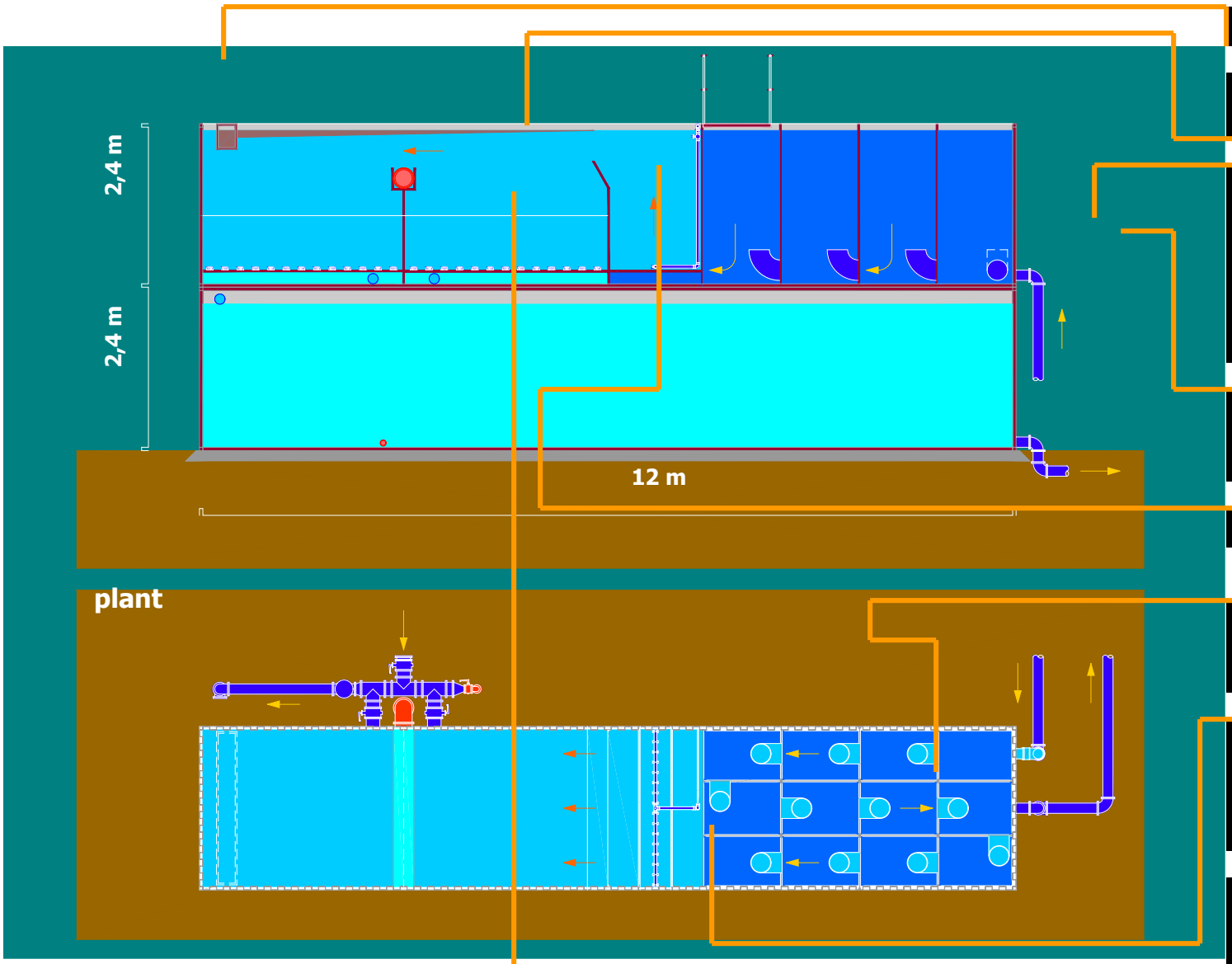


James K. Edzwald, Drinking Water Treatment
NYC Water Summit, 9 April 2010

IV.D ETA Cajamar (1996)

Capacidad 11.200 m3/d (4 módulos de 2.800 m3/d c/u)

IV.D Cajamar Water Treatment Plant - capacity 11.200 m^3/day (4 modules of 2.800 m^3/day each)



FLOATING SLUDGE COLLECTOR.

FLOTATION ZONE.

LOADING RATE= 8,3 m/h.

RAW WATER INLET, RIVER SOURCE.

DRY PERIODS: T= 15 - 120 NTU.

ALK= 40 - 60 mg/l $CaCO_3$.

FLOODING PERIODS:

T= 50 - 4.000 NTU.

ALK= 10 - 20 mg/l $CaCO_3$.

RAPID MIXING - COAGULATION.

ALUM. SULPHATE OR ALUM. POLICLORIDE.

ATTACHMENT ZONE. TRH= 3'.

HYDRAULIC FLOCCULATOR (ALABAMA).

TRH= 12'. G= 30 s^{-1}.

RECYCLE SYSTEM. RATIO= 10%.

SATURATION PRESSURE= 600 kPa.

32 CERAMIC ORIFICE PLATES,

ø 1 mm.

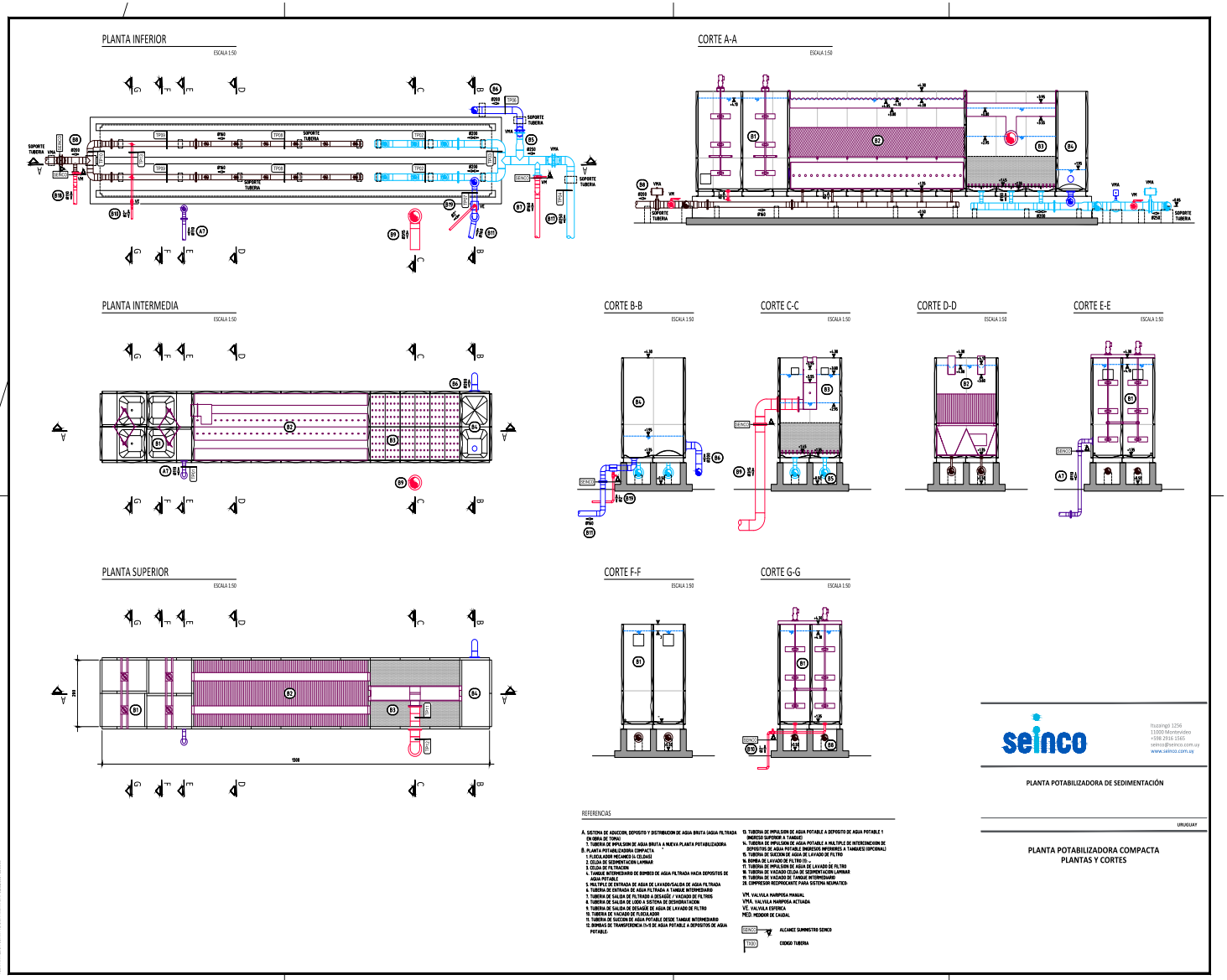
FILTER UNIT.

DEPTH= 0,9 m. E.S.= 1 mm.

LOADING RATE= 8,3 m/h.

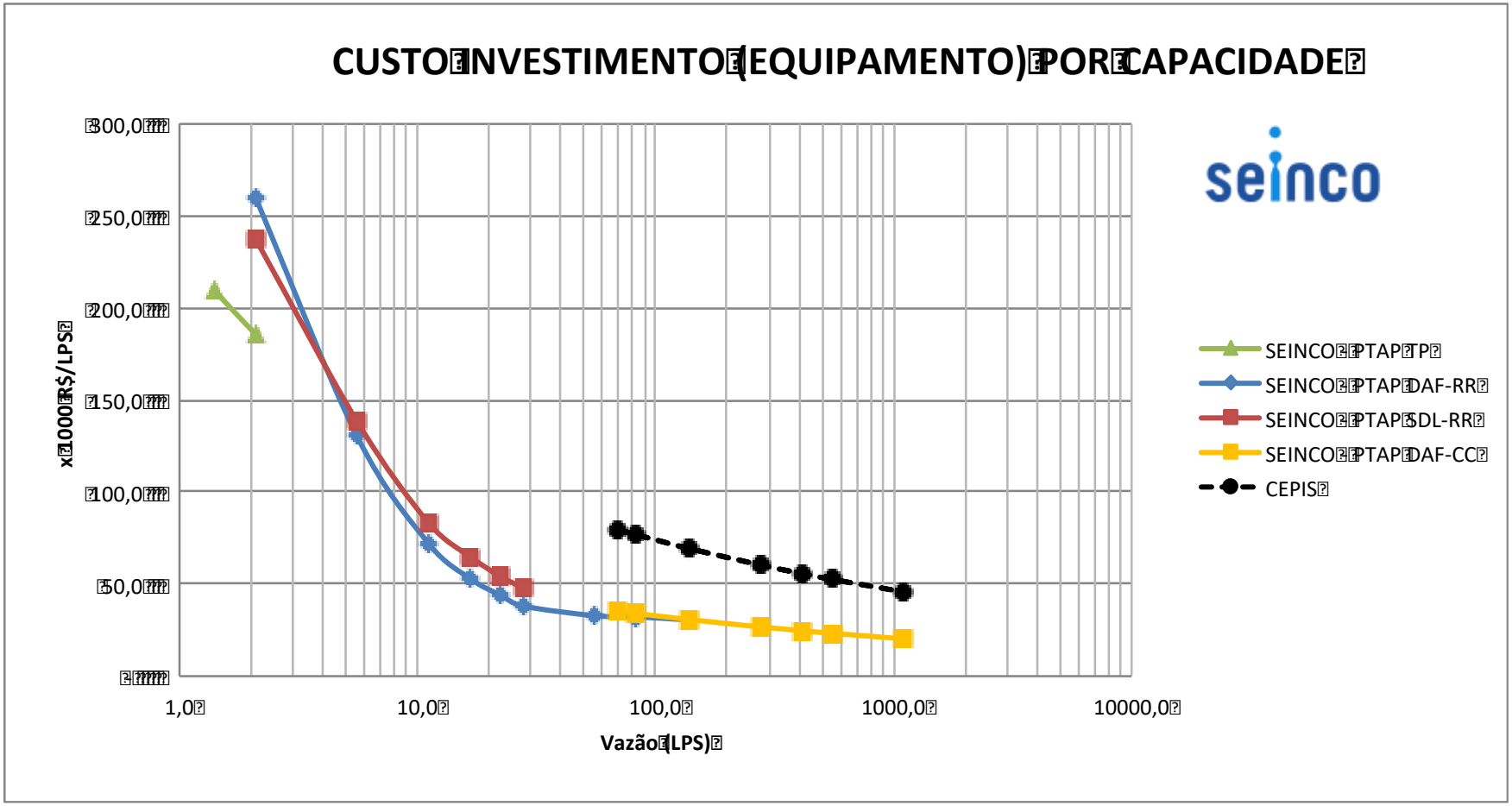
FILTERED WATER TURBIDITY= 0,5 NTU.

IV.F - ETA FF SDL (módulos 10 a 60 m3/h)

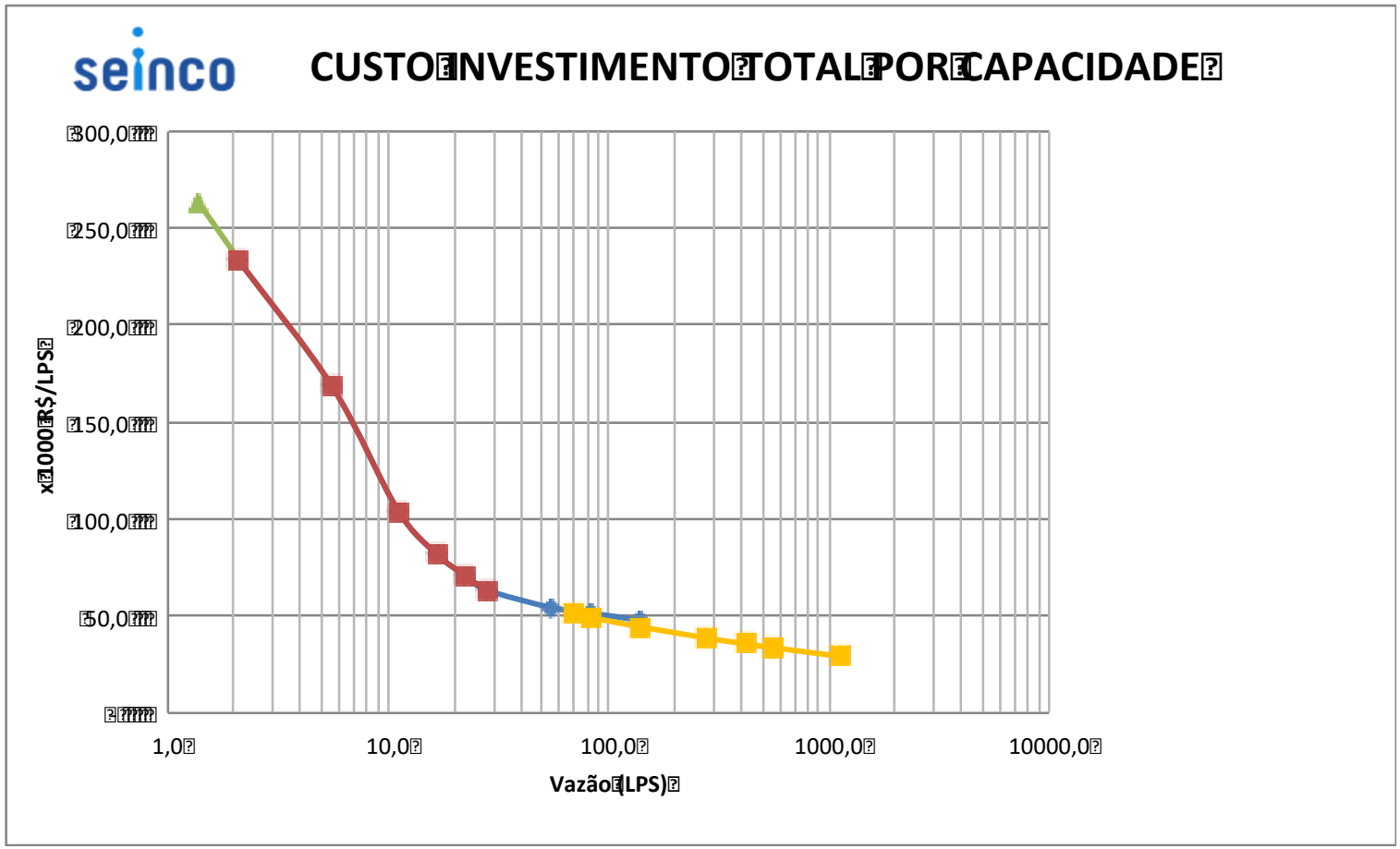


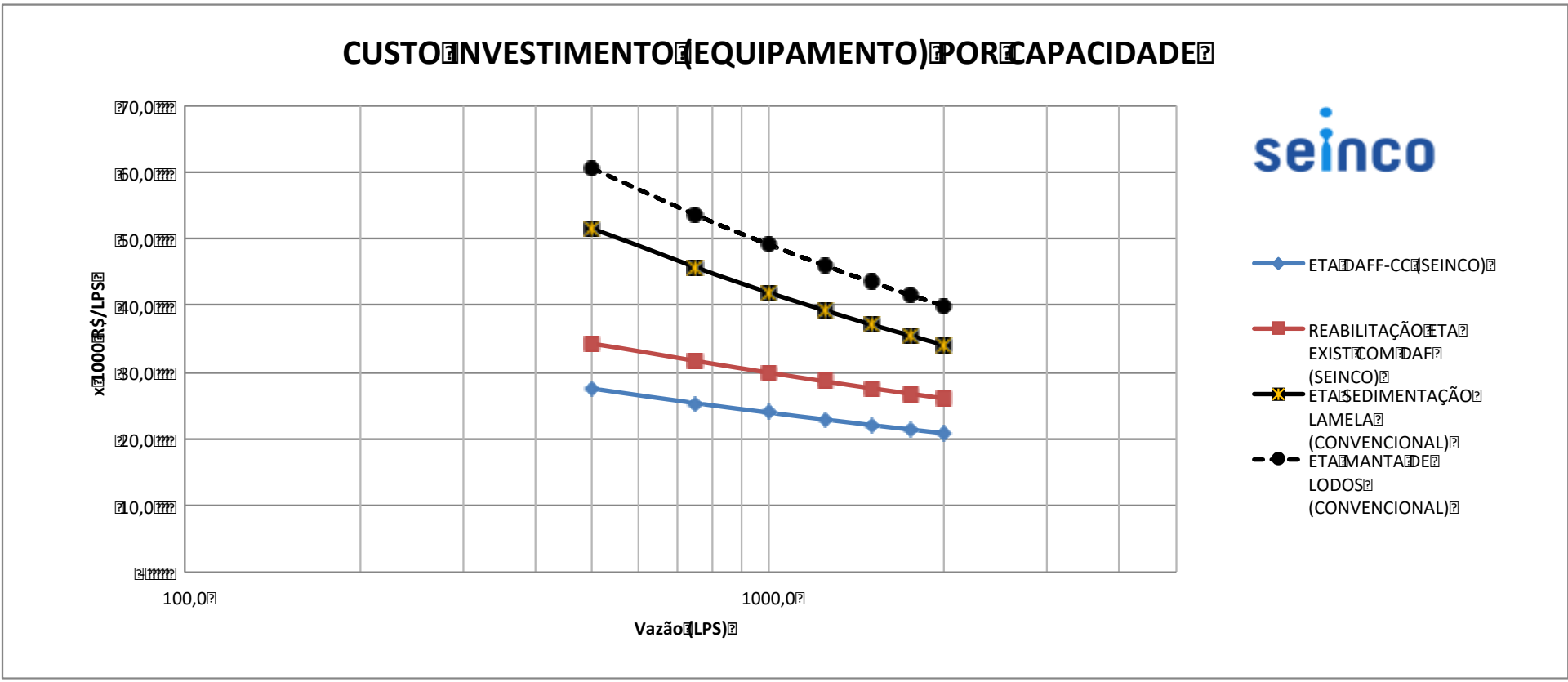
IV.F - ETA FF SDL (módulos 10 a 60 m3/h)

PREÇOS ESTIMATIVOS DE ETAS (EQUIPAMENTO, MONTAGEM E OBRAS CIVÍS)



PREÇOS ESTIMATIVOS DE ETAS (EQUIPAMENTO, MONTAGEM E OBRAS CIVÍS)




CUSTO INVESTIMENTO (EQUIPAMENTO) POR CAPACIDADE
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
x1000R$/LPS
100,0
1000,0
Vazão (LPS)
seinco
ETA DAFF-CC (SEINCO)
REABILITAÇÃO ETA EXIST COM DAF (SEINCO)
ETA SEDIMENTAÇÃO LAMELA (CONVENCIONAL)
ETA MANTA DE LODOS (CONVENCIONAL)

VI CONCLUSÕES

- A evolução contínua das normas de qualidade vai no sentido de maiores exigências em remoção de parâmetros críticos: Turbidez, matéria orgânica via THMs, nitratos, cistos de protozoários, metáis, tóxicos, etc., que obrigam a incorporar processos mais eficientes.

- Maiores requerimentos ambientais de tratamento de lodos de PTAP.

- DAF: processo de alta eficiência e intensividade: melhor qualidade, menor custo de investimento e operação. Versões atualizadas da tecnologia com avanços significativos em termos de desenho e qualidade.

- Processos integráveis e moduláveis com pré-industrialização usando materiais nobres e notório abatimento de custos e tempos de instalação.

- Capacidade para potenciar ETAS existentes (duplicar/triplicar capacidades sem ampliar instalações sem afetação da operação atual.

III – TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA TRATAMENTO DE ESGOTO:

Apresentar a tecnologia de tratamento terciário em base ao uso de processos fisico-químico e biológico de biofilme em modelos integrados TRICKDAF® e BIOFLOT®, e aplicações
práticas de alto nível de pré-fabricação
e/ou flexibilidade para um máximo reaproveitamento das instalações existentes.

NOVO CONTEXTO NORMATIVO A NIVEL NACIONAL E MUNDIAL: MAIORES EXIGÊNCIAS DE QUALIDADE PARA OS EFLUENTES LANÇADOS

PARÂMETROS	CONAMA 430-2011 (esgoto tratado)	CONAMA 357-05 (da água no Corpo Clase 3)	CONSEMA (RS) 128/350 (Q>10.000 m3/d)	INTERNACIONAL (EPA USA- UE)
DBO	> 60% (<120 mg/l)	<10 mg/l	<40 mg/l	<10 mg/l
SST	<150 mg/l		<50 mg/l	<10 mg/l
NH3	<20 mg/l	<5-13 (s/pH)	<20 mg/l	<1 mg/l
N03		<10 mg/l -N		<10 mg/l-N
P		<05-0,15 mg/l -P	<1,0 mg/l -P	<2 mg/l-P
CF	<10.000 NMP/100 ml	<4000 NMP/100 ml	<1000 NMP/100 ml	<1000 NMP/100 ml

- **Controle de nutrientes como forma de preservação dos mananciais de água doce dos fenómenos de eutrofização e controle de odor e sabor.**
- **Tendência ao aplicação de técnicas de reúso de efluentes tratados.**

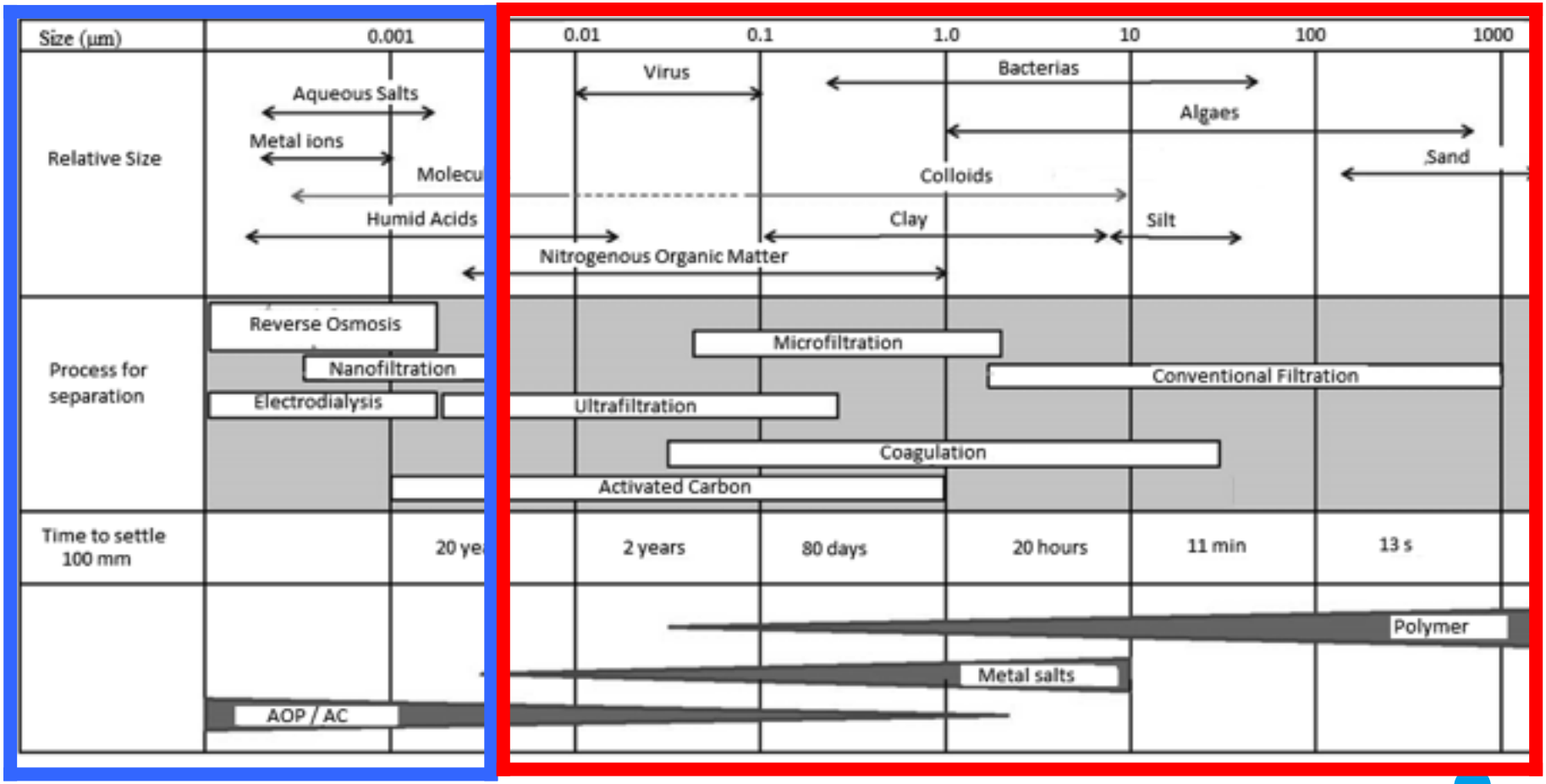
NOVO CONTEXTO NORMATIVO A NIVEL NACIONAL E MUNDIAL: EXIGÊNCIAS POR FATORES AMBIENTAIS VS QUALIDADE PARA REUSO

TABLE 1.2. Summary of Major Parameters Used to Characterize Reclaimed Wastewater Quality.

Parameter	Significance in Wastewater Reclamation	Approximate Range in Treated Wastewater	Treatment Goal in Reclaimed Wastewater[a]
Organic indicators			
BOD_5	Organic substrate for microbial or algal growth	10–30 mg/L	<1 to 10 mg/L
TOC	Measure of organic carbon	1–20 mg/L	<1 to 10 mg/L
Measurement of particulate matter			
Total suspended solids (TSS)	Measure of particles in wastewater can be related to microbial contamination, turbidity. Can interfere with disinfection effectiveness	<1 to 30 mg/L	<1 to 10 mg/L
Turbidity	Measure of particles in wastewater; can be correlated to TSS	1 to 30 NTU	0.1 to 10 NTU
Pathogenic organisms	Measure of microbial health risks due to enteric viruses, pathogenic bacteria and protozoa.	Coliform organisms: <1 to 10^4/100 mL Other pathogens: Controlled by treatment technology	<1 to 2,000/mL
Nutrients			
Nitrogen	Nutrient source for irrigation; can also contribute to microbial growth	10 to 30 mg/L	<1 to 30 mg/L
Phosphorus	Nutrient source for irrigation; can also contribute to microbial growth	0.1 to 30 mg/L	<1 to 20 mg/L

[a]Treatment goal depends on specific wastewater reuse application.

III.A - Análise dimensional das impurezas presentes no esgoto



- **30-40% BOD / 65-70 % NKT**
  FRAÇÃO SOLÚVEL
  PROCESSO BIOLÓGICO DE BIOFILME

- **60-70% BOD / 25-30 % NKT**
  FRAÇÃO SUSPENSA
  PROCESSO FISICOQUÍMICO CEPT

III.B - Concepção integral dos processos de tratamento de esgotos. Concepção tradicional

<u>Processos convencionais aplicados</u>:

- **Extensivos: Lagoas (anaeróbicas, facultativas, maduração)**
  - Área ocupada: 5 hás/10.000 habs (solo L. Fac)
  - Limitação da qualidade final: DBO mín. = 50 mg/l, sem nitrificação nem remoção de P.

- **Intensivos aeróbicos: Ej. Lodos ativados (modo areação prolongada)**
  - Volume reatores: 24 h de TRH
  - Energia consumida: aprox. 0,8 kWh/m3 (com nitrificação)
  - Boa qualidade final porém requer de precipitação química adicional para remover P.

- **Intensivos anaeróbicos: Ej. UASB**
  - Volume reatores: 8 h de TRH
  - Baixo consumo de energia.
  - Qualidade final limitada (DBO mín 100 mg/l, não nitrifica nem remove P)
  - Operação muito sensível a sobrecarregas hidráulicas, orgânicas e variações de temperatura.

III.C - Objetivos e mecanismos de remoção de impurezas

- **Processos Convencionais:**

  - Mecanismo de remoção: floculação preferentemente biológica de impurezas orgânicas para sua posterior separação por sedimentação, complementando a remoção direita de sólidos no tratamento preliminar e primário.
  - Processo de clarificação: Uso de sedimentação convencional como único processo de clarificação.

- **NUEVA VISÃO de Processos:**

  - Seleção de mecanismos de remoção:
    - Floculação seletiva: opções fisico-químico (CEPT) para sólidos suspendidos e biológica (por biofilm sobre suporte fixo plástico) de sólidos orgânicos dissolvidos.
  - Sinergia para tratamentos terciários (remoção de nutrientes):
    - Co-Precipitação do P junto com os SST no processo físico-químico (dose vs qualidade)
    - Simplificação dos processos de nitrificação e desnitrificação por redução (70%) de DBO e apertura aos processos biológicos terciários (N e DN).
    - Eficiência em transferência de O2 entre biomassa suspendida (lodos ativados) versus biofilm em contato com o ar .
    - Novas técnicas de desinfecção (UV), digestão e desidratação de lodos.
  - Novas técnicas de clarificação e espessado: Lamella e DAF. Facilitam nova alternativa de processos biológicos de alta concentração de biomassa (anaeróbicos ou aeróbicos).
  - Novas técnicas de desinfecção: UV.

PROCESSOS UNITÁRIOS AVANÇADOS PARA UM TRATAMENTO EFICIENTE:

A. Processo FISICOQUÍMICO (CEPT).

B. Processos biológicos de biomassa fixa: FILTRAÇÃO BIOLÓGICA EM MÉDIO SINTÉTICO (FBN) E MBBR (MOVING BED BIOLOGICAL REACTOR):

1. TRICKTOW®: DN/MBBR ANOX + FBN com sedimentação Lamella.
2. TRICKDAF®: DN/MBBR ANOX + FBN com flotação DAF
3. BIOFLOT®: DN/MBBR ANOX y N/MBBR OX com flotação DAF

A. Processos biológicos de alta concentração de biomassa: REATORES ANAERÓBICOS DE CONTATO (RANC) e DIGESTÃO ANAERÓBICA DE ALTA TAXA.

B. Desinfecção por irradiação UV

C. Integração de processos: MODELO SEINCO-TRICKTOW®/TRICKDAF®/BIOFLOT®

IV –Breve revisão dos princípios e processos relevantes usados nos modelos TRICKDAF® e BIOFLOT®

IV.A - PROCESSO FISICO-QUÍMICO (FQ ou CEPT).

- **OBJETIVO:** Remoção do material suspendido e precipitação do fósforo.

- **EFICIÊNCIA:**

  - Remoção de 60 a 70% de DBO.
  - Remoção de 90 a 95% de SST (efluente clarificado)
  - Remoção > 90% de fósforo.
  - Remoção de 90 a 99% de CF e ovos de helmintos.

- **FASES DO PROCESSO**:

  - Coagulação química (Al o Fe)
  - Floculação (TRH 15 min)
  - Sedimentação ou Flotação por Ar Dissolvido (TRH 30 a 90 min)

IV.A - PROCESSO FISICO-QUÍMICO (FQ ou CEPT): Antecedentes internacionais de aplicação

Autor / país	DQO		P		Dosagem coagulante
	Total (mg/l)	Eficiência remoção (%)	Total (mg/l)	Eficiência remoção (%)	
San Diego - California	25 mg/l $FeCl_3$ 0,5-1,0 mg/l Polímero Aniónico	55%		85%	
Hong Kong	10 mg/l $FeCl_3$ 0,1-0,5 mg/l Polímero Catiónico	64%		84%	
Odegaard (1999) Noruega / Suecia / Finlandia	93-337	70-92	1,9-5,9	92-98	45-75 mg/l $FeCl_3$ 0,5-1,0 mg/l PE
Mels et al. (2001) Holanda	220-670	>80	9,1-10,8	93	7-8 mg PE/g DQO_{afl}
SEINCO (2002) Uruguay	223	75-82	-	-	60 mg/l $FeCl_3$ 1,0 mg/l PE
SEINCO (2006) Uruguay	425	70	-	-	20 mg/l $FeCl_3$ 2,0 mg/l PE

IV.A PROCESSO FISICO-QUÍMICO (FQ ou CEPT):

Dosagem de coagulante base Al dependendo do ponto de aplicação

Ponto de aplicação	Dosagem Sulfato de Alumínio (mg/l)	Referência
Esgoto Bruto	70	Brandão
Post UASB	200	Brandão
Post Lodo Ativado Clarificado	120	Brandão
Post Lagoa Facultativa	120	Brandão

IV.A PROCESSO FISICO-QUÍMICO (FQ ou CEPT):

Dose de coagulante base Al para coagulação

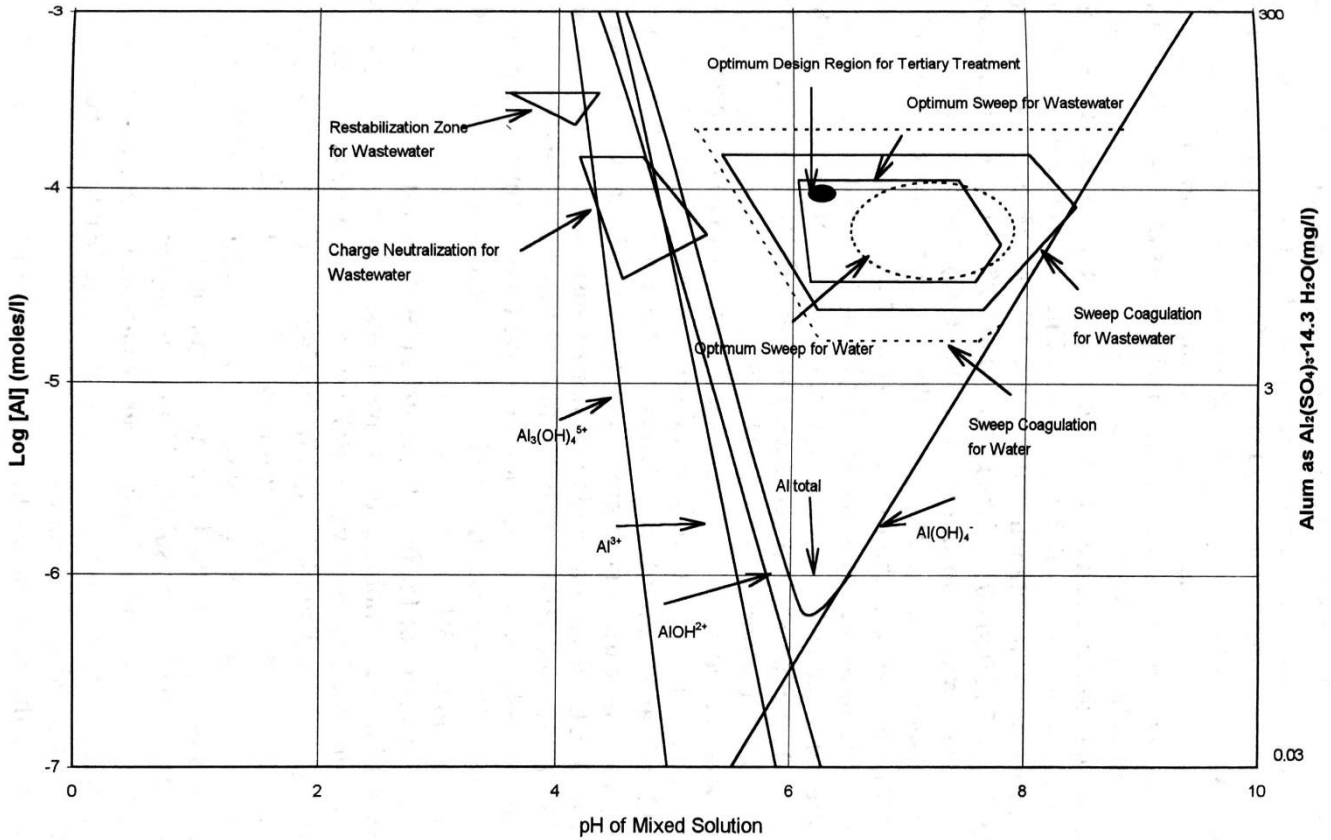


Figure 5.5. Alum coagulation diagram showing the optimum design condition for particle destabilization for tertiary filtration of secondary effluents (after Ghosh et al., 1994).

IV.A - PROCESSO FISICO-QUÍMICO (FQ ou CEPT):

Dose de coagulante base Al para remoção de P

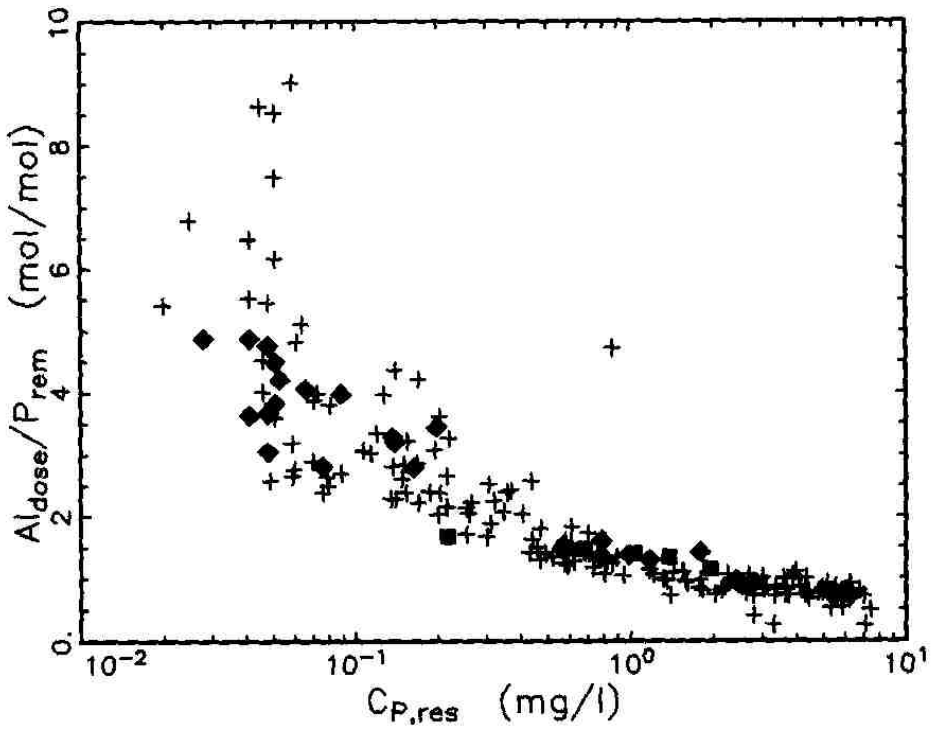


Figure 3.3 Ratio of Al(III) dose to phosphorus removed as a function of residual soluble orthophosphate concentration (+ = laboratory batch experiments [Gates, 1991], ◆ = laboratory continuous-flow experiments [Gates, 1991], and ■ = laboratory University of Cape Town system [Rabinowitz *et al.*, 1987]).

IV.A – EFICIÊNCIAS COMPARADAS DO PROCESSO FISICO-QUÍMICO

Figura 1. Remoción de DBO conforme a la estrategia de tratamiento

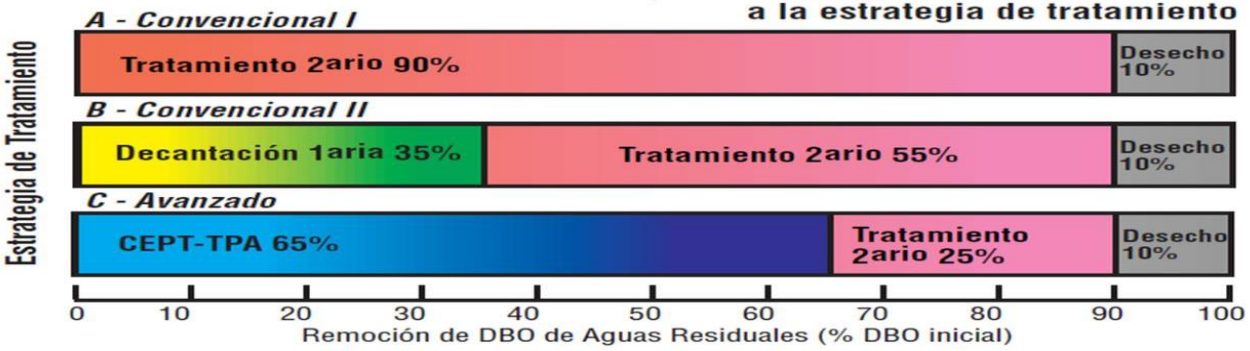


Figura 2. Remoción de SST conforme a la estrategia de tratamiento

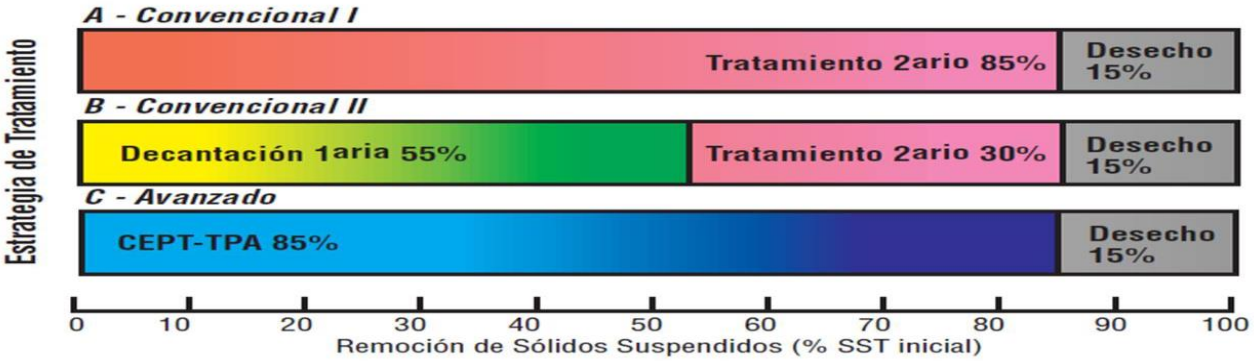
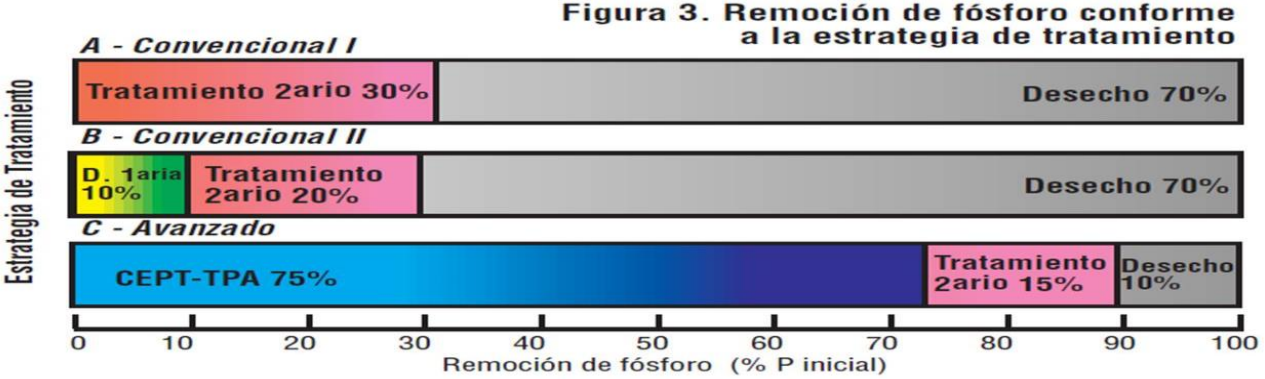


Figura 3. Remoción de fósforo conforme a la estrategia de tratamiento



IV.A - VANTAGENS DO PROCESSO FISICO-QUÍMICO

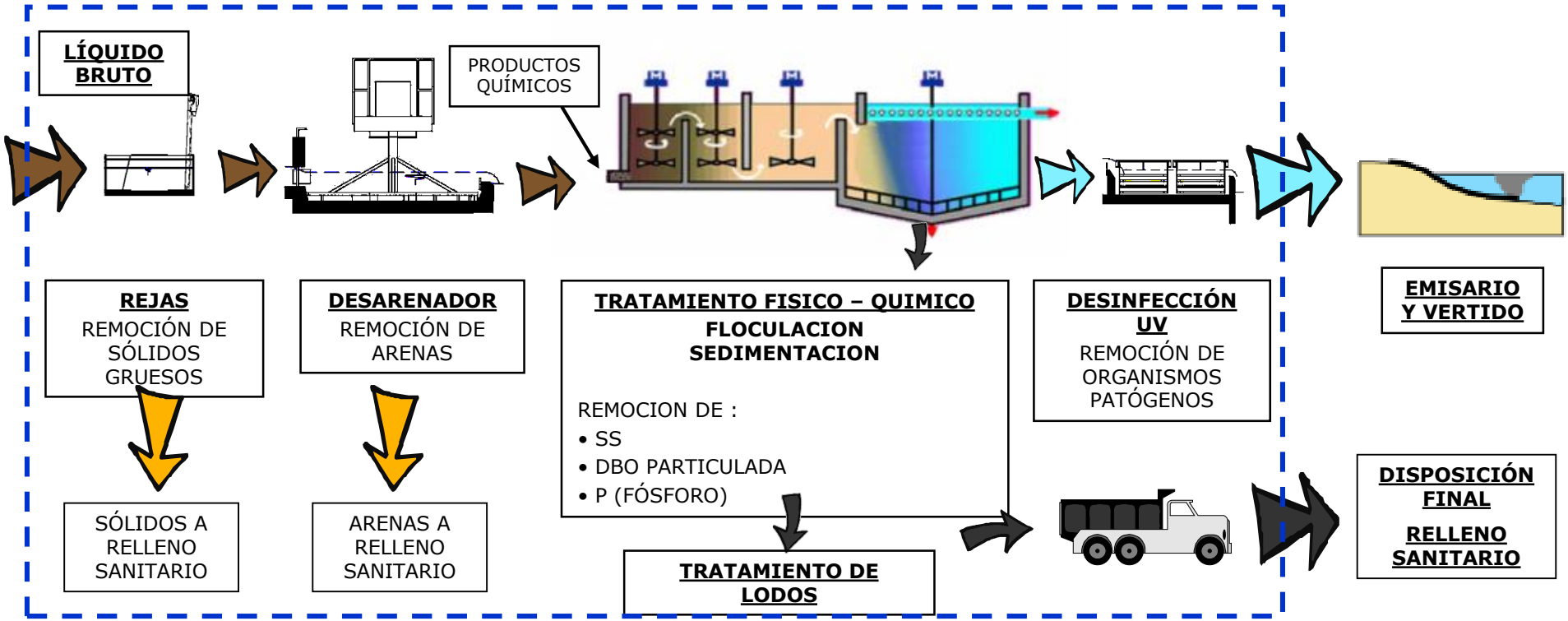
- Processo robusto e flexível com especial aplicação para sistemas com mudanças repentinas de vazão afluente (balneários, infiltração pluvial, etc.) e/ou carrega orgânica.

- Capacidade de remover simultaneamente DBO, SST e P.

- Confiabilidade e flexibilidade:
  - Resultados de eficiência consistentes a nível internacional (California, Noruega, Hong Kong, Punta del Este, Malmo-Suécia).
  - Processo não afetado pelas variações de temperatura.
  - Rápido start-up.
  - Simplicidade para incorporar unidades adicionais de tratamento futuro (aumento de capacidade ou mudanças nas condições de vertido)

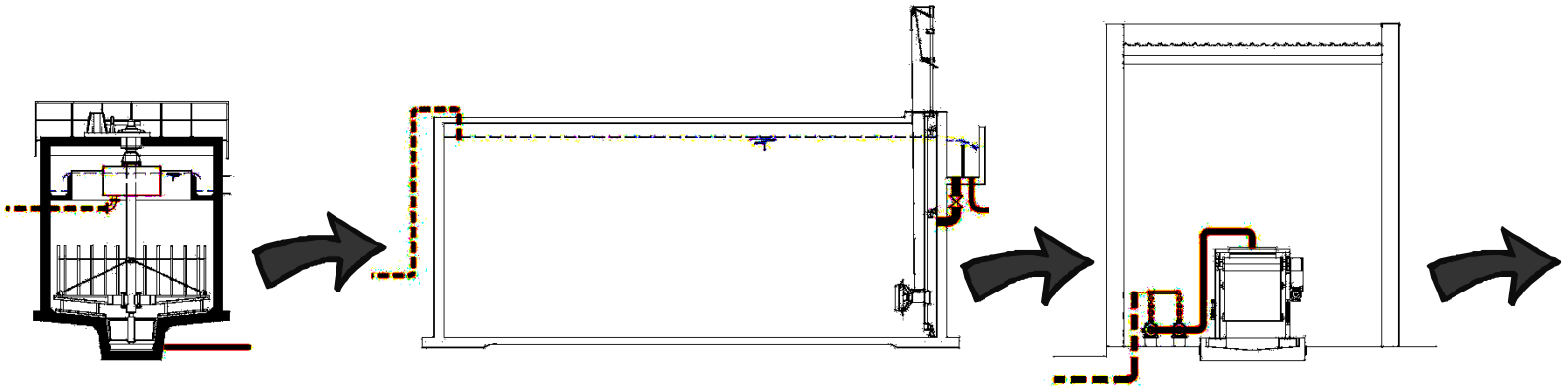
- Menores custos de investimento e operação:
  - Investimento: TRH 1 a 2,5 hs com mínimo equipamento electromecânico.
  - Operação: custos de PPQQs equivalente a 0,25 kWh/m3 (30% de um lodo ativado AP)

IV.A - PROCESSO FÍSICO-QUÍMICO APLICADO AO LANÇAMENTO AO MAR: FQ + UV + EMISSÁRIO SUBMARINO CURTO



PARÂMETRO	LÍQUIDO BRUTO	EFLUENTE CEPT	EFLUENTE UV	DILUIÇÃO INICIAL
SS (mg/l)	200 – 250	< 30		< 1
DBO (mg/l)	200 – 250	< 100		< 1
CF (CF/100 ml)	10^8	10^5 - 10^6	10^3 - 10^4	< 10^2

IV.A - TRATAMENTO DOS LODOS

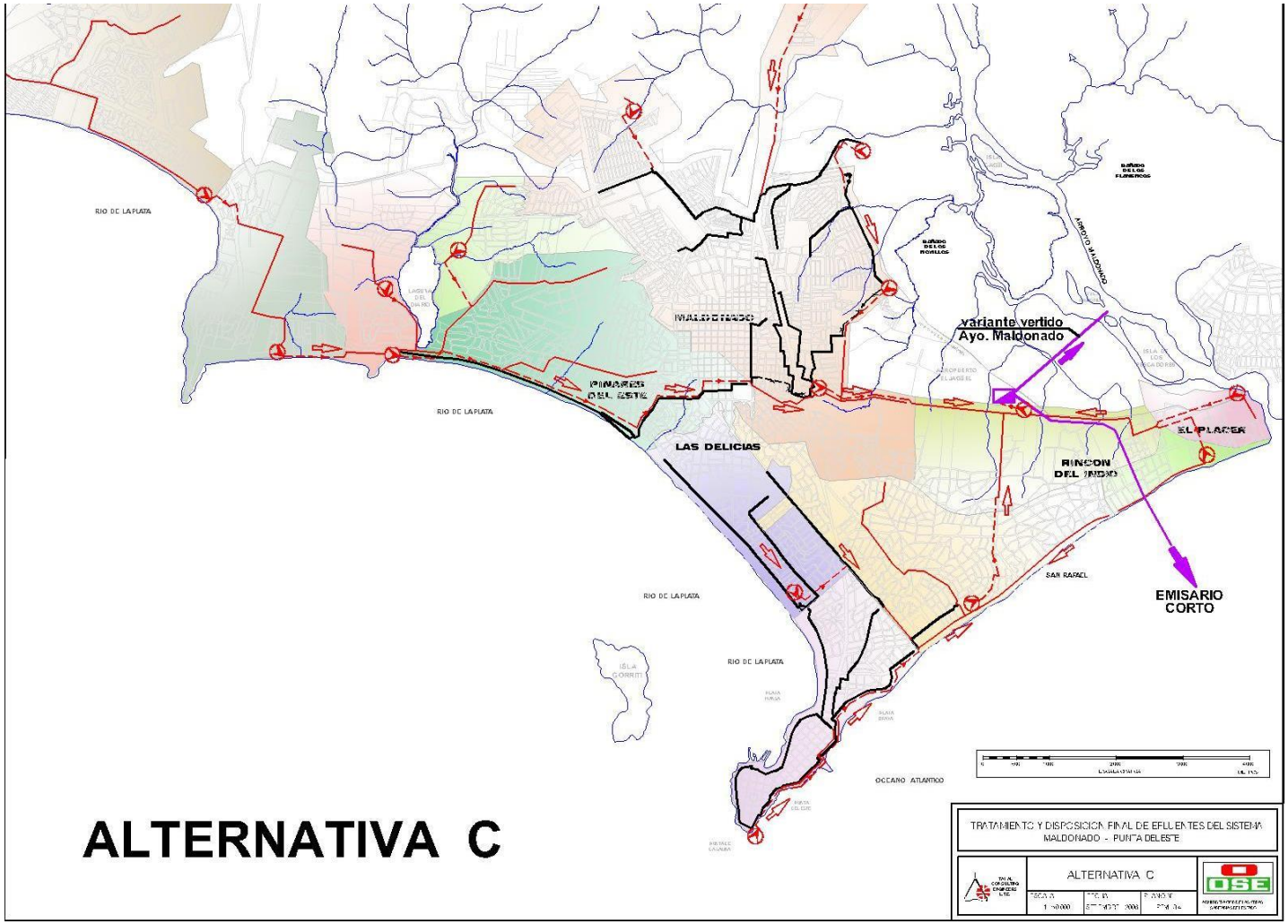


DISPOSICIÓN FINAL

RELLENO SANITARIO

ESPESSADOR	DIGESTOR	DESIDRATAÇÃO	LODOS CLASE B
CONC. SST SAIDA > 4 %	REDUÇÃO SSV > 50 % CONC. SST SAIDA > 6 %	CONC SST SALIDA > 25 %	CF < 2000000 NMP/gST

IV.A EX.: ETE MALDONADO-PUNTA DEL ESTE
(Q=2,1 m3/s – 450.000 habs.)



IV.A - EX.: ETE MALDONADO-PUNTA DEL ESTE
(Q=2,1 m3/s – 450.000 habs.)

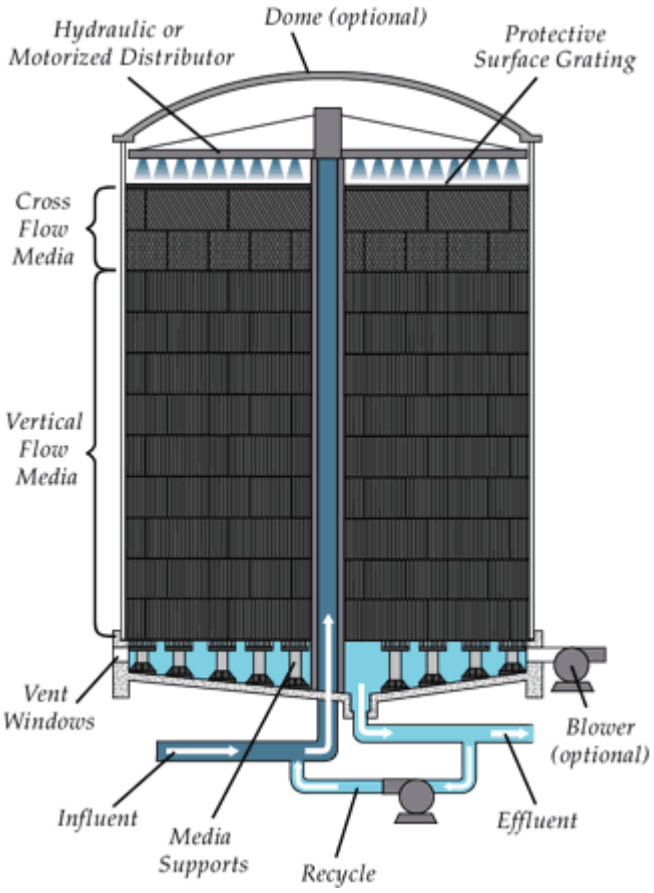
IV.A EX.: ETE MALDONADO-PUNTA DEL ESTE (Q=2,1 m3/s – 450.000 habs.)

IV.B – NITRIFICAÇÃO E DESNITRIFICAÇÃO BIOLÓGICOS SOBRE MÉDIO SUPORTE FIXO:

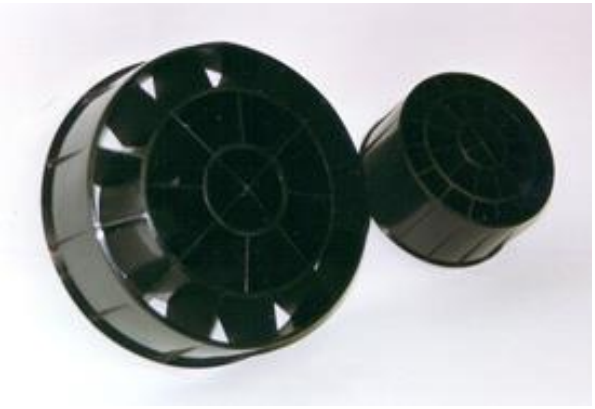
FILTRAÇÃO BIOLÓGICA EM MÉDIO SINTÉTICO (FBN) E

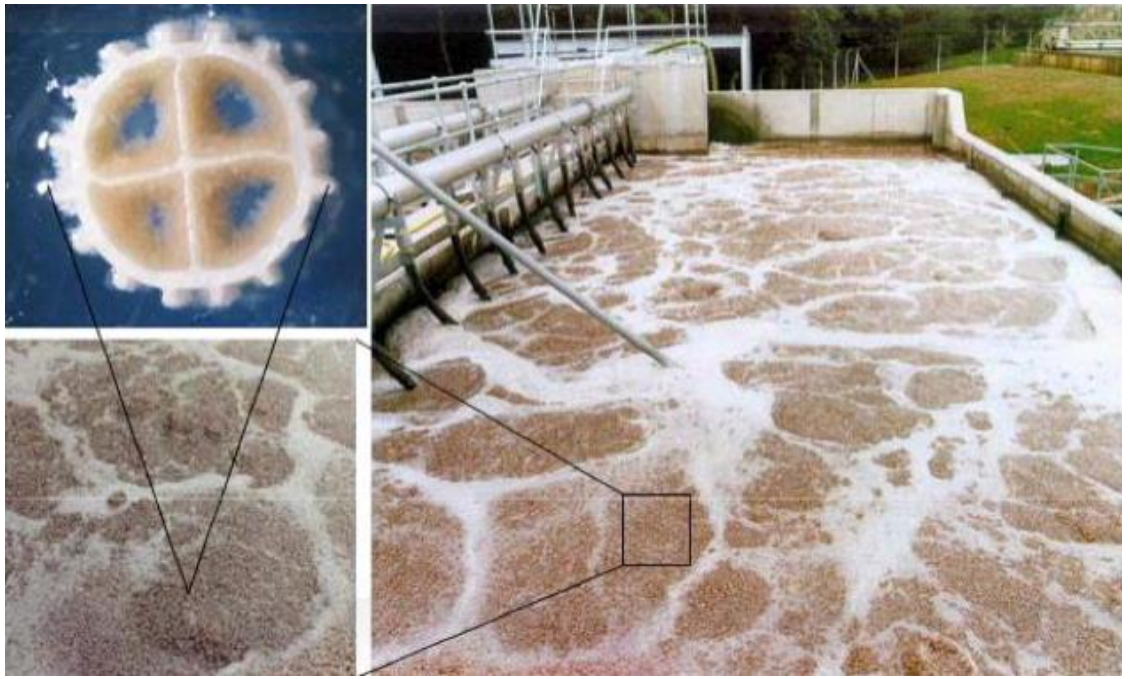
MBBR (MOVING BED BIOLOGICAL REACTOR) ANÓXICO E AERÓBIO (BIOFLOT)

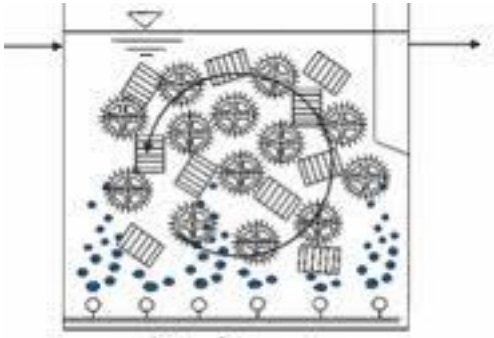
IV.B - FILTROS BIOLÓGICOS NITRIFICANTES

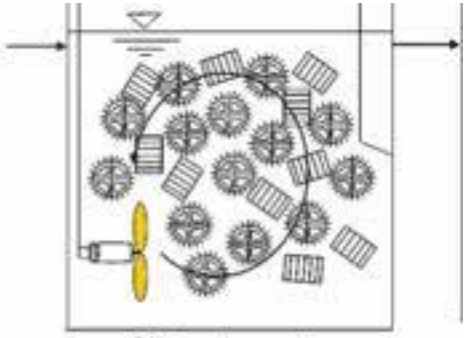


IV.B - MOVING BED BIOLOGICAL REACTOR - MBBR





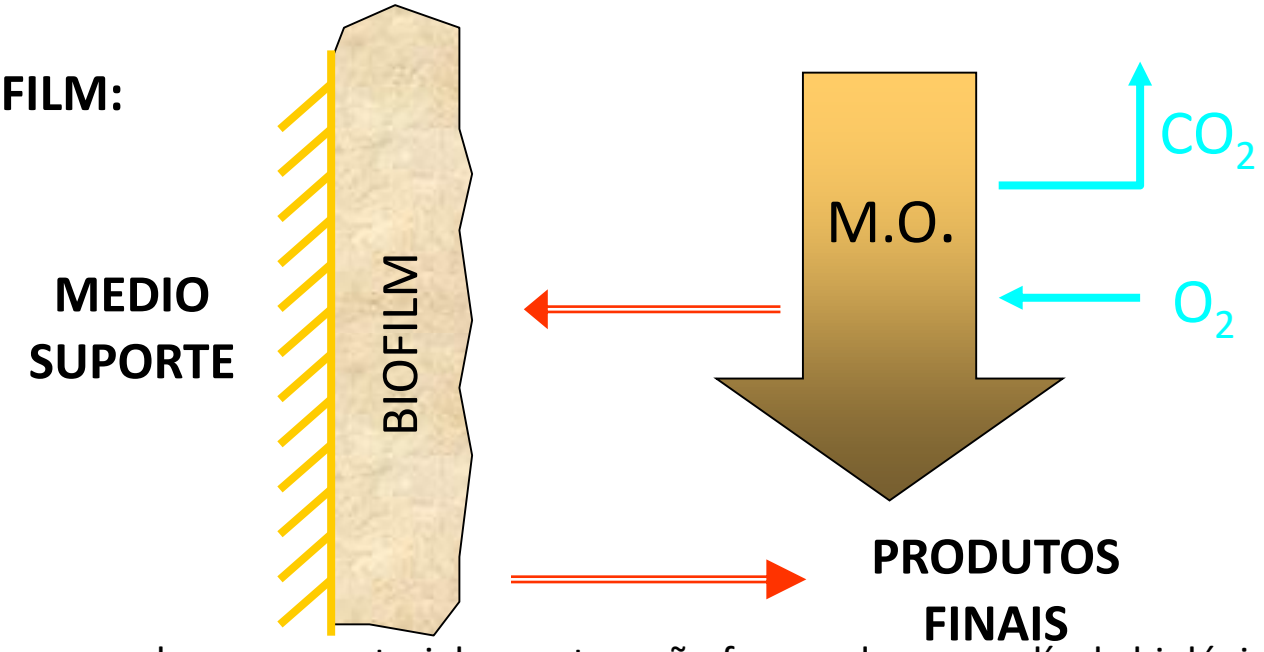




B - MOVING BED BIOLOGICAL REACTOR - MBBR

IV.B - FILTROS BIOLÓGICOS NITRIFICANTES

AÇÃO DO BIOFILM:



- Os microrganismos se aderem ao material suporte e vão formando uma película biológica (biofilme)
- Os microrganismos presentes no biofilme tiram da fase líquida as sustâncias necessárias para seu metabolismo (C, N, P) assim como o OD para degradar a MO.
- Estas sustâncias reagem na superfície do biofilme e após penetram ao interior do biofilme por difusão aonde são finalmente digeridas e metabolizadas (gradiente de concentração que permite uma difusão continua).

IV.B/C - FILTRAÇÃO BIOLÓGICA/MBBR COM NITRIFICAÇÃO E DESNITRIFICAÇÃO

- Aplicação não convencional do FBN e o MBBR dimensionados para nitrificar (amônio passa a nitrato) e desnitrificar (nitrato passa a N gás):
  - Taxa de nitrificação: 0,90 g NH4/m2/d a 20˚C.
  - Taxa de desnitrificação:1,40 g NO3/m2/d a 20˚C em médio anóxico.
  - Balanço alcalinidade: nitrificação consome 7,14 mg CaCO3/mg NH4+-N e desnitrificação devolve 3,57 mg de CaCO3/mg NO3-N reduzido.

- Experiência internacional consistente e em crescimento (Parker, Bolz, Quarrie, Odegaard)

- Vantagens:
  - Menor custo de investimento: maior concentração de biomassa por unidade de volume e tanque do FBN sem pressão hidráulica com mínimo equipamento eletromecânico.
  - Mayor eficiência funcional e operativa (remoção NH4 > 95%)
  - Processo muito robusto para tratar câmbios de carrega orgânica e hidráulica.
  - Simplicidade de operação: (uma bomba de transferência a FBN).
  - Baixo custo operativo (< 1/3 de energia de lodos ativados)
  - Melhor condição de sedimentabilidade de biomassa.

IV.D - Processos biológicos de alta concentração de biomassa: DIGESTÃO ANAERÓBICA DE ALTA TAXA.

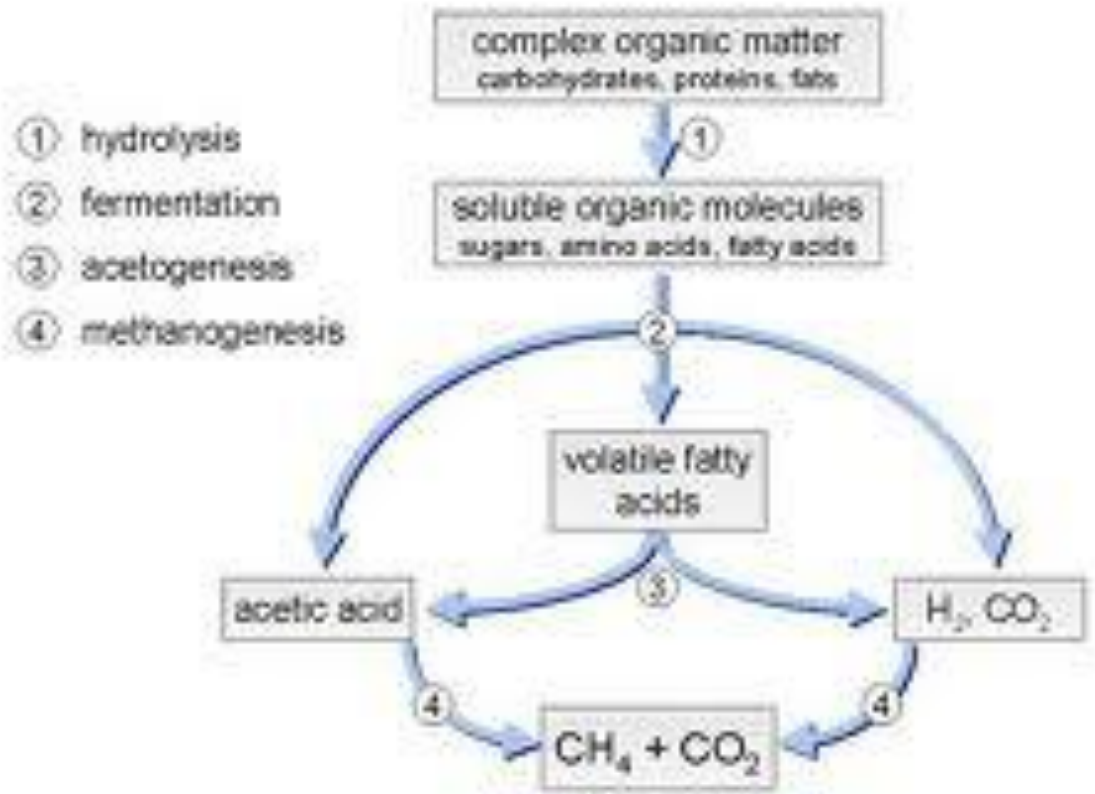
IV.D - REATORES ANAERÓBICOS DE ALTA TAXA (RANC-DAN)

- FUNDAMENTOS:
  - Processo anaeróbico aplicado seletivamente: DBO > 800 mg/l ou digestão de lodos
  - Permite incrementar a concentração de biomassa SSV: (3000 a 5000 mg/l SSV).
  - Maior SSV » maior carrega DBO/V
  - Técnicas avançadas de clarificação/espessado: (DAF concentra a SS> 3% (30.000 mg/l)

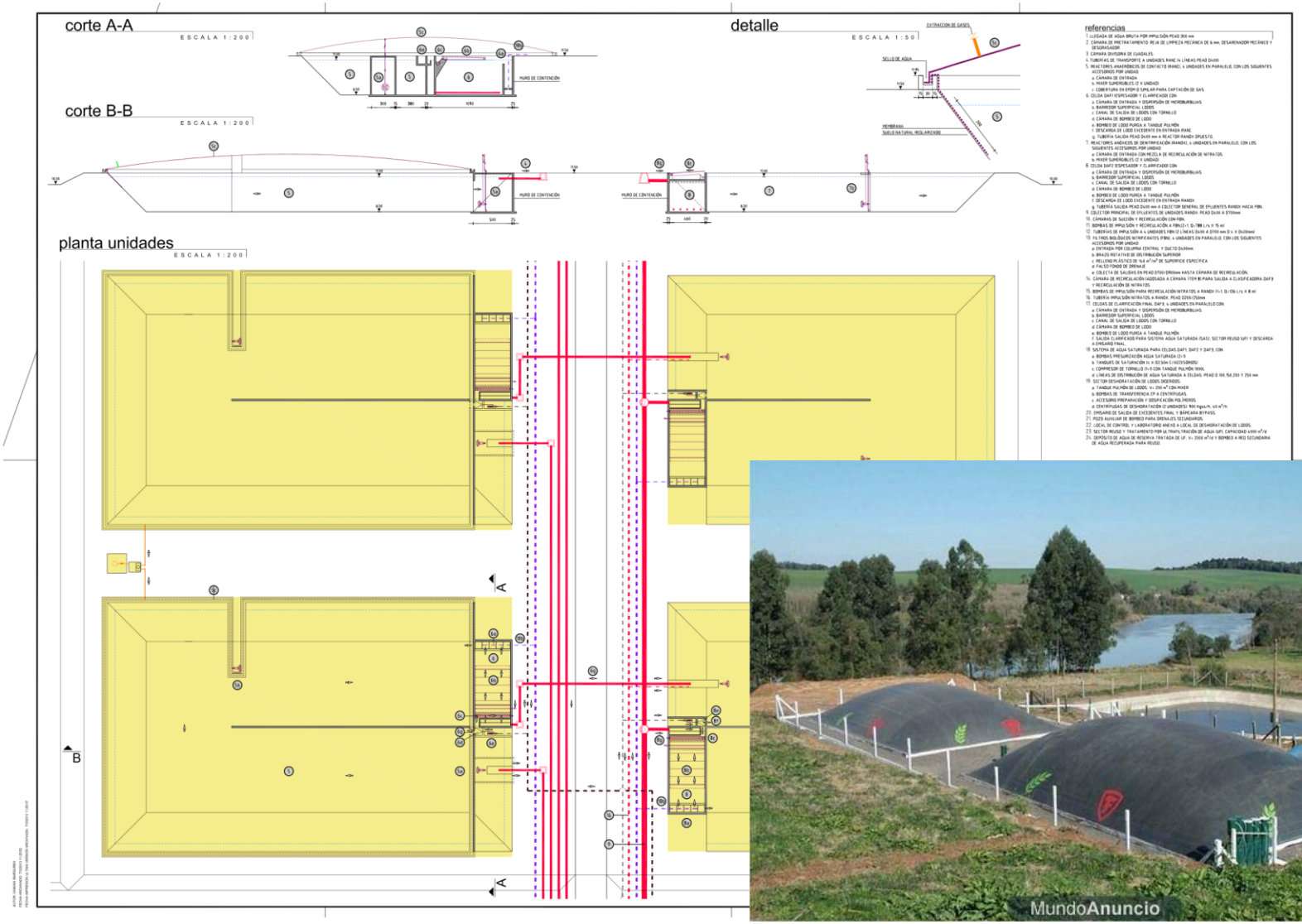
- Experiência internacional consistente e em aumento.

- Vantagens:
  - Menor custo de investimento: maior concentração de biomassa por unidade de volume.
  - Alta eficiência funcional e operativa (remoção DBO > 70%)
  - Processo muito robusto para tratar mudanças de carga orgânica e hidráulica (comparação respeito do UASB)
  - Simplicidade de operação: (apenas agitação 8 W/m3).
  - Baixo custo operativo (< 1/3 de energia de lodos ativados)
  - Melhor condição de sedimentabilidade da biomassa.

IV.D - PROCESSOS ANAERÓBICOS (RAC E DAN) :

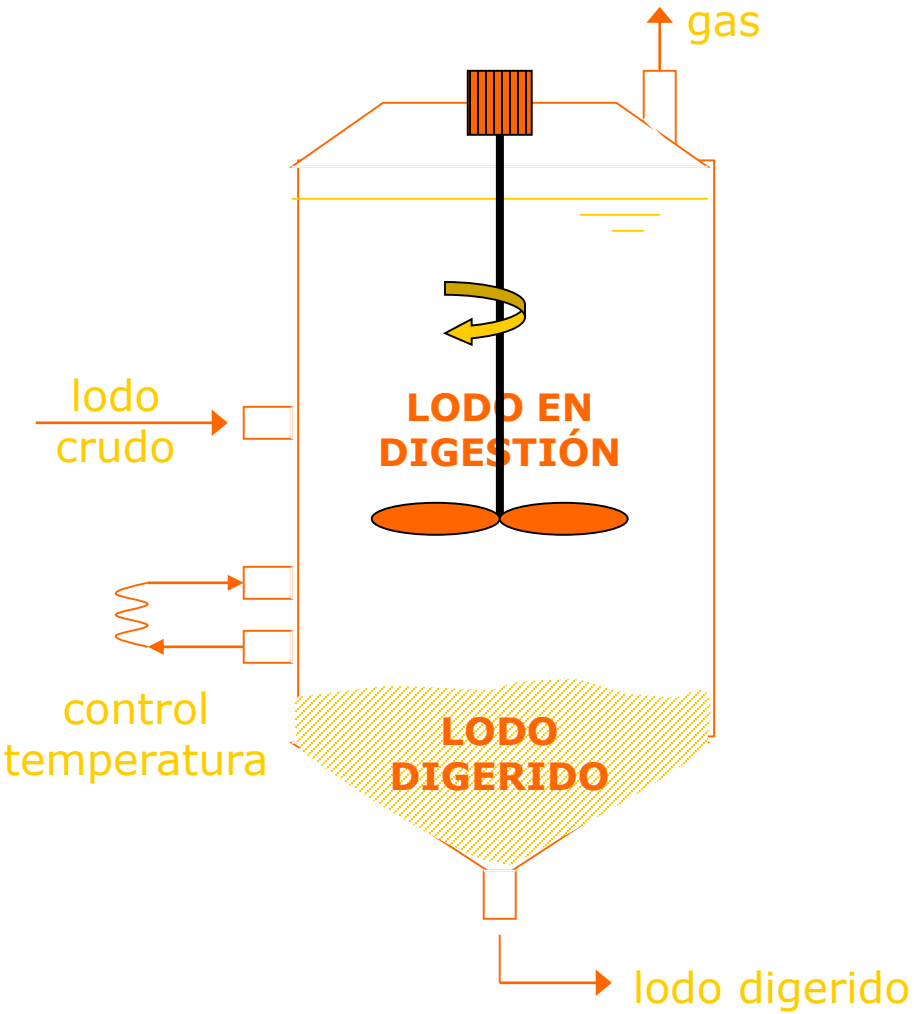


IV:D - REATORES ANAERÓBICOS DE ALTA TAXA (SEINCO-RANC):



IV.D - REATORES ANAERÓBICOS – DIGESTOR DE LODOS (SEINCO-DAN):

Digestores anaeróbios de alta carga:

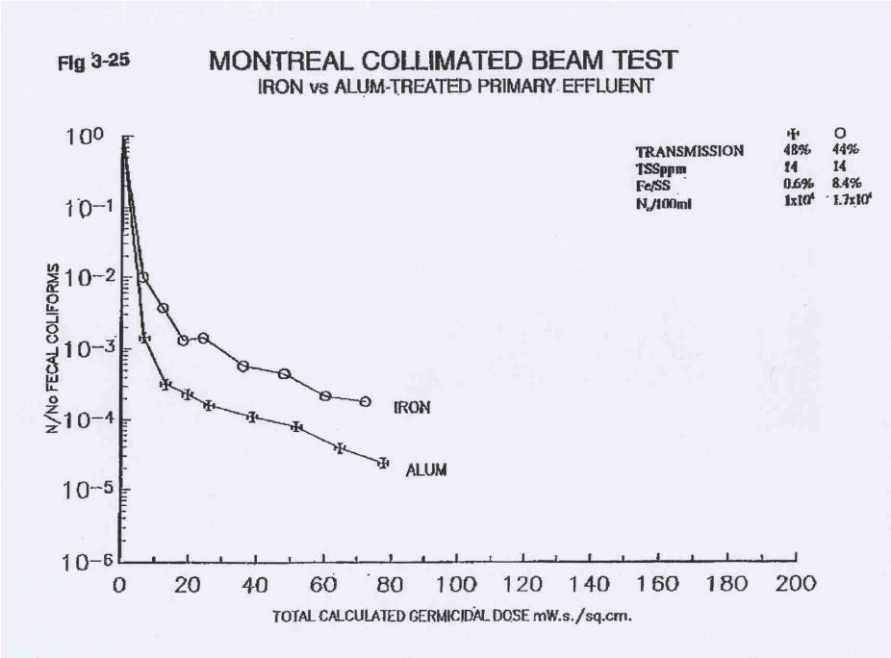


- Acessório de mistura.
- Processo estável e eficiente
- qc = T_{DH} = 15-20 dias
- Carga sólidos= 1,6 a 3,2 kgSSV/M3.d
- Geração de gás= 0,3 m3 CH4/kg DBOr

IV.E - DESINFECÇÃO UV

IV.E - DESINFECÇÃO UV: EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

- <u>Eficiência e funcionalidade</u>:
  - Requerimento SST< 30 mg/l
  - Remoção CF > 3 log10 para efluentes de CEPT
  - Dosagem de UV = 20 mW.s/cm2.
  - Tempo de contato: 5 min
  - Instalação simples e efetiva
  - Sem efeitos ambientais colaterais.
  - Aplicável ainda com DBO solúvel alta.



IV.E - DESINFECÇÃO UV: EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

Plant Name	Total Suspended Solids (mg/L)	UV Dose (mJ/cm2	UVT	Design Flow	Disinfection limit	Canadian Province
Rosemere	25 30 Day Average	24000	40	29,000 M3/DAY	500 fecal coliform 30 day Geometric Mean	PQ
Darthmouth	40 30 day average	23000	40	43,000 M3/DAY	5000 fecal coliform 30 day Geometric Mean	NS
Herring Cove	40 30 day average	24000	40	120,000 M3/DAY	5000 fecal coliform 30 day Geometric Mean	NS
Halifax	40 30 Day Average	21000	45	190,000 M3/DAY	5000 fecal coliform 30 day Geometric Mean	NS
Beaupre	30 30 Day Average	15000	35	28,200 M3/DAY	3200 fecal coliform 30 day Geometric Mean	PQ
Beloeil	30 Maximum	22400	40	55,000 M3/DAY	400 fecal coliform 30 day Geometric Mean	PQ
Boischatel	30 30 Day Average	20000	40	17,700 M3/DAY	650 fecal coliform 30 day Geometric Mean	PQ
Fabreville	30 30 Day Average	20000	40	75,000 M3/DAY	500 fecal coliform 30 day Geometric Mean	PQ
Gaspe	20 Maximum	30000	40	17,000 M3/DAY	300 fecal coliform 30 day Geometric Mean	PQ
La Malbaie	20 Maximum	30000	40	30,000 M3/DAY	400 fecal coliform 15 day Geometric Mean	PQ
La Piniere	25 30 Day Average	15000	40	314,000 M3/DAY	2500 fecal coliform 30 day Geometric Mean	PQ

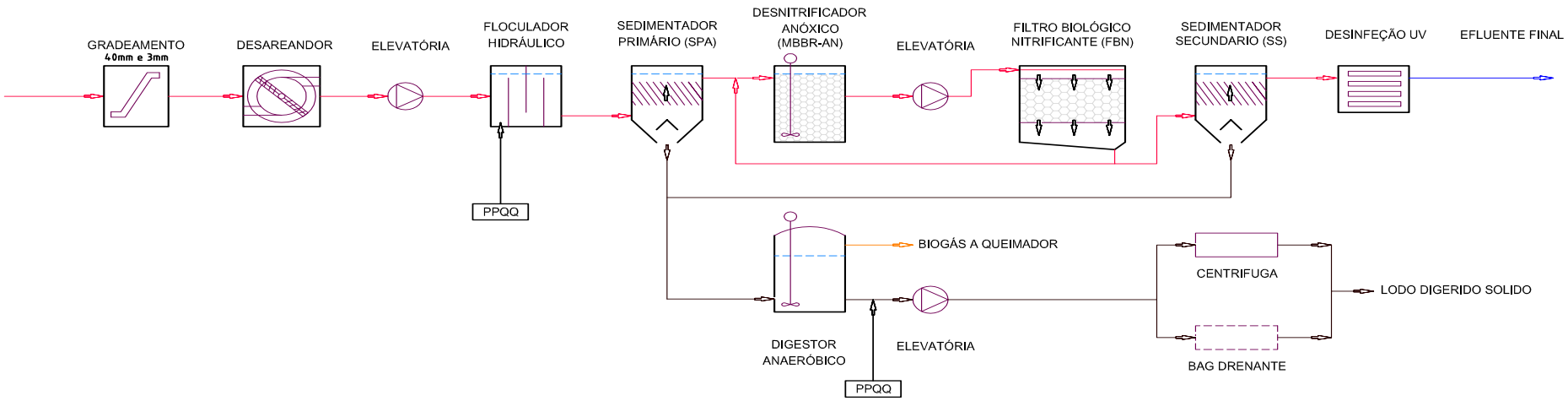
IV.F - INTEGRAÇÃO DE PROCESSOS EM ETES: MODELOS ETES TRICKTOW® OU TRICKDAF®

IV.F - INTEGRAÇÃO DE PROCESSOS:
ETES FAST-SEINCO
MODELOS TRICKTOW® - TRICKDAF® - BIOFLOT®

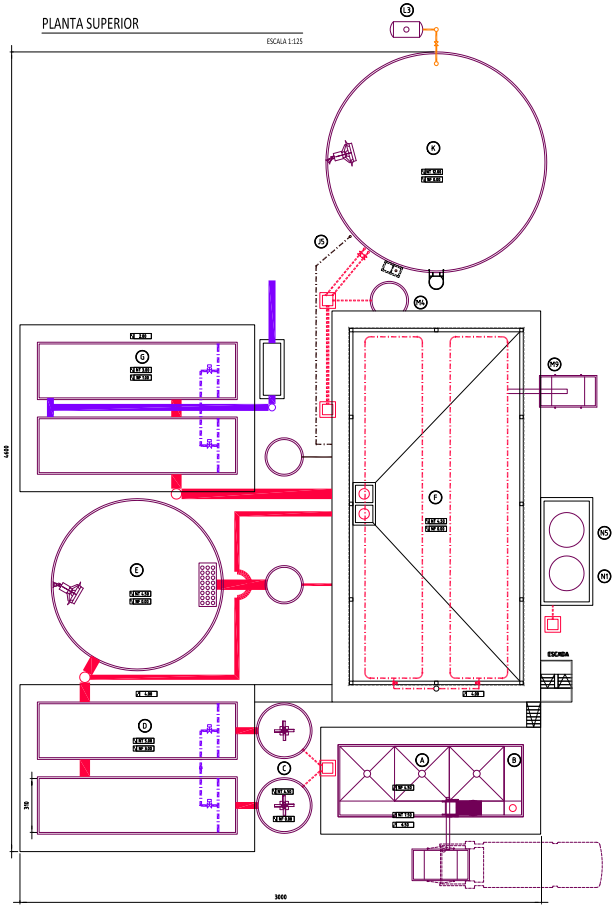
Sequência de processos:

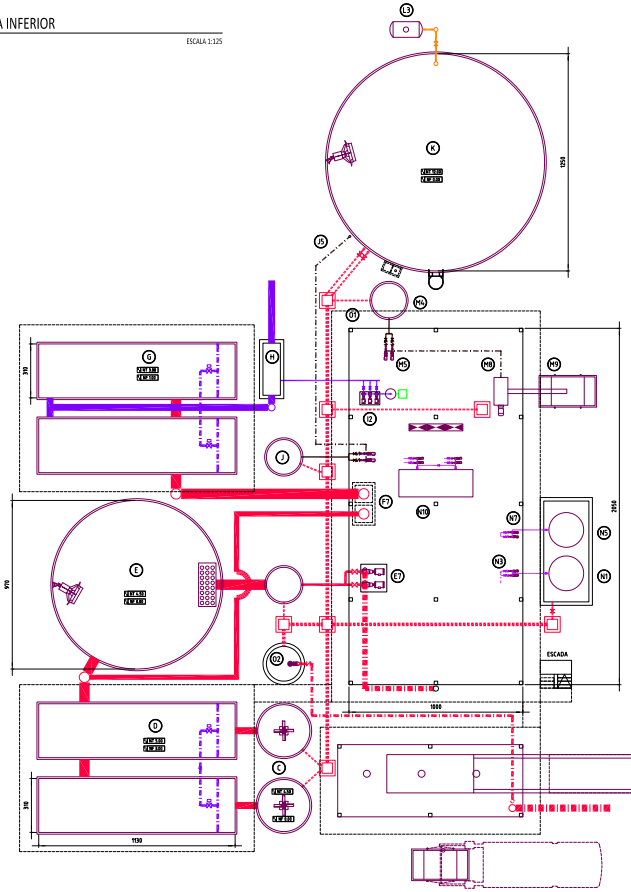
- Tratamento preliminar por gradeamento médio, fino (#6 mm) e remoção de arena.
- Tratamento primário avançado FQ (coagulação química + floculação hidráulica + sedimentação Lamella sobre digestor DAN) ou DAF.
- Desnitrificação em reator MBBR Anóxico
- Nitrificação em FBN (TRICKTOW ou TRICKDAF) ou MBBR OX (BIOFLOT)
- Sedimentação secundária Lamella sobre digestor DAN ou DAF
- Desinfecção UV
- Digestão anaeróbica DAN de lodos primário e secundário.
- Desidratação do lodo digerido com retorno do filtrado (bags drenantes, centrífuga, laguna de secado de lodos para climas secos.)

IV.F - ETE SEINCO-TRICKTOW/TRICKDAF: LEIAUTE DO PROCESSO INTEGRAL (T) FQ/N/DN



IV.F - ETE FS -TRICKDAF-T®:
LEIAUTE DO PROCESSO INTEGRAL FQ/N/DN (EX Qm=2x75 l/s)





LEGENDA

A. Tratamento Preliminar, Recirculação e Canal de coagulação:
1. Unidade em Aço Inox AISI 316. Dimensões externas: largura 4,00m x comprimento 10,00m.
2. Tubulação de entrada de esgoto bruto DN400mm
3. Tubulação de entrada de esgoto interno DN100mm
4. Caixa de chegada de com vertedor lateral (extravasor) para câmara de bypass. By-pass de grades.
5. Canal de grades. Dimensões: largura 0,80 m e altura útil aprox. 0,50m.
6. Gradeamento médio limpeza manual 20 mm com plataforma de drenagem
7. Moega para retirada de material de grade DN100mm.
8. Gradeamento fino limpeza mecanizado 6 mm com plataforma de drenagem
9. Moega para retirada de material de grade DN100mm.
10. Placa perfurada para equalização lateral de fluxo de entrada ao desarenador.(orifícios D 50 mm a cada 100 mm)
11. Desarenador/removedor de gordura de fluxo horizontal. Dimensões: largura 3,15m x comprimento 9,45m.
12. Moega de acumulação de areia (declividade lateral 55%)
13. Tubulação de saída de areia com válvulas de expurgo de gaiolhaDN100mm
14. Removedor mecânico de gorduras (velocidade translação 1m/minuto)
15. Canal para retirada de gorduras flutuante.
16. Tubulação de saída de gordura DN150mm
17. Câmara extravasor e by-pass
18. Tubulação de saída de efluente ao canal de coagulação e medida emDN200mm
19. Cobertura de unidade para controle de odores.
20. Cacamba de acumulação de areia.
21. Cacamba de acumulação de dejeito de grades.
22. Tanque para transferência de material flutuante removido e digerir: V=1m³, (Diâmetro =0.80m e Altura=1.00m).
23. Tubulação de sucção de bomba DN50mm
24. Bomba de transferência (q= 2l/s x h= 5m).
25. Tubulação de transferênciaaté Tanque Pulmão de lodo cru TP3 DN100mm

B. Canal vertedor com adição de coagulante:
1. Canal à saída MBBR de coleta: largura 0,80 m e comprimento 2,00 m
2. Vertedor triangular com medidor de ultrasson
3. Ponto de desagem cloreto férrico (para coagulação).
4. Ponto de desagem polímero (para coagulação).

C. Floculador mecânico (2 unidades em paralelo)
1. Cada unidade em aço inox AISI 304 ou fibra de vidro. Cada célula de dimensões: diâmetro = 3,00m x altura útil = 4,0m (2 unidades em paralelo)
2. Tubulação de entrada DN300mm
3. Agitador mecânico vertical com moto-redutor, pás em aço inox e inversor de frequência. Potência unitária 2 kW.
4. Tubulação de saída ao DAF DN400mm
5. Expurgo de unidade (válvula esférica DN100mm).

D. Câmara de flotação e ar dissolvido DAF2 (2 unidades em paralelo)
1. Tanque em aço inox AISI 304 de dimensões: largura 3,10 m x comprimento 15,60 m x altura variável 150/2,00 m (modelo F20 da FAST)
2. Tubulação de entrada DN400mm
3. Duto distribuição de água floculada inferior.
4. Câmara de mistura e microbolhas
5. Tubulação de entrada de água saturada DN75mm
6. Tubulação de distribuição água saturada com difusores de descompressão linhas em paralelo DN60mm
7. Anteparo defletor
8. Tubulações de fundo (3) para coleta de água clarificada IPVC DN200mm com orifícios 20 mm / 10cm)
9. Câmara de saída de clarificado com canal vertedor
10. Tubulação de saída até reator MBBR: DN400mm
11. Raspador superficial (velocidade translação 1,00 m/minuto)
12. Canal de coleta de lodo flotado com declividade até tanque de lodo.
13. Tubulação de saída de lodo flotado DN75mm

E. Reator MBBR-DNdesnitrificação:
1. 1 célula de dimensões: diâmetro 9,70 m x 4,50 m de altura bruta (4,00 m de altura útil).
2. Tanque em fibra ou inox 304.
3. Enchimento randômico para 60% de volume útil: volume líquido total de enchimento 175 m3. Superfície específica 500 m2/m3
4. Agitador vertical (1 unidades, P=5 CV e rotação a 10 rpm).
5. Coluna/malha para retirada de líquido em tratamento e retenção de enchimento plástico (2 400 mm x L= 1,40 m x furos D=8 mm) em aço inox.
6. Coletor de saída para reator MBBR-N.
7. Bomba centrífuga de transferência de efluente de DN ao FBN (h=11 Q= 90 l/s x 15 m.

F. Filtro Biológico Nitrificante (remoção de DBO e nitrificação)
1. Inserido-se acima de plataforma de concreto (acima da casa de química, bombas e desaguamento de lodos).
2. Dimensões: 10,00 m x 20,50 m x 6,00 m.
3. Malha distribuição de fluxo com difusores.
4. Módulos de filtração biológica (PVC, área específica 150 m2/m3, volume útil 1222 m3)
5. Janelas de entrada de ar inferiores.
6. Bandeja inferior de coleta do filtrado e declividade até caixa divisória de fluxos.
7. Caixa vertedor para controle de fluxo aos DAF2 e recirculação ao Desnitrificador.
8. ventiladores centrífugos para aeração forçada (2 operando em paralelo: Qunit=468 m3/min x H= 50 mmH2O).
9. Diâmetro coluna or forçado 800 mm x 2.

G. Câmara de flotação e ar dissolvido DAF2 (2 unidades em paralelo)
1. Tanque em aço inox AISI 304 de dimensões: largura 3,10 m x comprimento 15,60 m x altura variável 150/2,00 m (modelo F20 da FAST)
2. Tubulação de entrada DN400mm
3. Duto distribuição de água floculada inferior.
4. Câmara de mistura e microbolhas
5. Tubulação de entrada de água saturada DN75mm.
6. Tubulação de distribuição água saturada com difusores de descompressão linhas em paralelo DN60mm
7. Anteparo defletor.
8. Tubulações de fundo (3) para coleta de água clarificada IPVC DN200mm com orifícios 20 mm / 10cm)
9. Câmara de saída de clarificado com canal vertedor
10. Tubulação de saída até tanque de contato UV:DN340mm
11. Raspador superficial (velocidade translação 1,00 m/minuto)
12. Canal de coleta de lodo flotado com declividade até tanque de lodo.
13. Tubulação de saída de lodo flotado DN300mm

H. Câmara de contato para desinfecção UV:
1. Canal de aplicação UV. Dimensões: largura 0,80 m x comprimento 1,50 m x altura útil 0,60 m.
2. Canal de by-pass laqueran com comportas manuais 0,80m x 0,80m.
3. Lâmpada de irradiação UV (pot aprox. 25 kW)
4. Tubulação de entrada DN150mm
5. Descarga de efluente tratado a coletor: DN600mm

I. Sistema de água de saturação (destince às 4 células DAF)
1. Tubulação de sucção de água DN200mm
2. Bombas de saturação (4+1 (gunit=15 l/s h= 60 mca)
3. Sistema de saturação: sucção com válvula de vácuo, admissão de ar com rotâmetro e válvula de agulha,
4. Tanque de controle água saturada com expurgo de excesso de ar D=800mm x H=1.00m.
5. Tubulações de transporte à unidade DAF em DN700mm.

J. Tanque de lodo flotado TP3
1. Tanque de lodo flotado TP3 aço inox AISI 304. V=4,0m³ (Diâmetro=2,50m xAltura=1,20m)
2. Tubulação de entrada DN300mm
3. Agitador submerso/rel. 0,5 CV
4. Bombas helicoidais de transferência de lodo cru até digestores: (1+1)q= 8000 l/h;h= 15 mca).
5. Tubulação de imposição a digestores DN300mm
6. Expurgo de TP3 (válvula esférica DN100mm).

K. Digestor anaeróbio
1. Tanque cilíndrico em aço inox AISI 316 (1 unidade) V=120m³ (Diâmetro=12,50m xAltura=11,00m).
2. Agitador submerso/rel. 10 kW com escorlitha entrada DN600mm
3. Válvula de expurgo DN100 em
4. Canal vertedor para transferência lodo digerido a tanque pulmão TP4.
5. Tubulação de saída a TP4. DN150mm
6. Acessório refrigeração de escuma e sobrenadantes DN100 em

L. Queimador de gás
1. Acessório extração de gás
2. Tanque de lastro e selo hidráulico,
3. Coluna queimador e chama para 120 m3/h de capacidade.

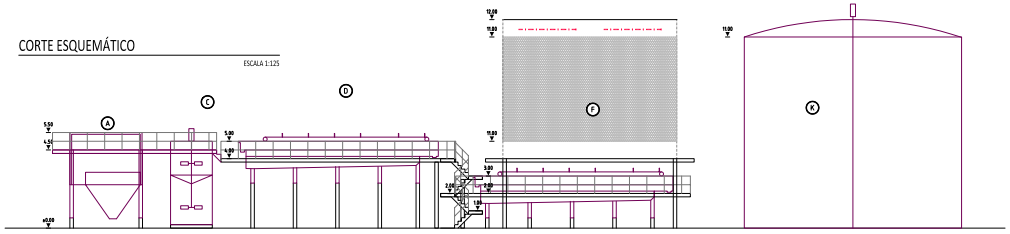
M. Desidratação de lodo digerido
1. Tanque pulmão TP4 de lodo digerido V=15m³ (Diâmetro=3,00m e Altura=2,50m)
2. Tubulação de entrada de lodo digerido DN100mm
3. Agitador submerso/rel. 0,5 kW
4. Tubulação de sucção de bombas DN100mm
5. Bombas helicoidais de transferência de lodos à centrífuga (1+1) (q=10000 l/h; h=15 mca).
6. Tubulação de transferência de lodo digerido à centrífuga DN100mm.
7. Ponto de desagem de polímero.
8. Centrífuga capacidade Q= 10000 l/h; CS= 300 kg SS/h (concentração de sólidos à entrada 5%).
9. Cacamba de coletada de lodo seco.
10. Tubulação de drenagem de água de processo DN100mm
11. Expurgo de TP4 (válvula esférica) DN100mm

N. Preparação e dosagem de produtos químicos:
1. Silo de cloreto férrico líquido V=30m³ (2 x Diâmetro=2,50m e Altura=4,00m)
2. Tubulação de sucção cloreto férrico DN50mm
3. Bombas dosadoras de cloreto férrico (1+1) q=200 l/h) com inversor de frequência e controle por medidor de vazão (vertedor triangular na entrada)
4. Tubulação de impulsãode cloreto férrico até o ponto de dosagemPEAD DN20mm
5. Silo de geocáustico V=10 m³ com agitador (Diâmetro=2,00m e Altura=4,00m)
6. Tubulação de sucção geocáusticoDN50mm
7. Bombas de geocáustico (1+1) (q=50 l/h)
8. Tubulação de impulsão de geocáusticaté o ponto de dosagem DN20mm
9. Expurgo de bacia de contenção de tanques de produtos químicos (válvula esférica DN100mm)
10. Tanque de preparação de polímero para processo e lodos: (2 unidades em paralelo) VunIt=12m³ (Diâmetro=3,00m e Altura=2,00m)
11. Agitador 1 kW
12. Tubulação de sucção polímero DN50mm
13. Bombas dosadoras de polímero para processo (1+1) (q=600 l/h) com inversor de frequência e controle por medidor de vazão
14. Tubulação de impulsão de polímero ao canal de coagulação DN40mm
15. Tubulação de sucção polímero para lodosDN 14mm
16. Bombas dosadoras de polímero para lodos (1+1) (q=600 l/h) ligado às bombas de lodo para alimentação de centrífugas
17. Tubulação de impulsão de polímero a centrífugas DN40mm

O. Rede secundária de drenagem
1. Rede coletora de drenagem interna
2. Poço húmido para efluentes secundários V=2,0m³ (Diâmetro=1.50m e Altura=1.50m).
3. Bombas submersíveis drenagem secundária (1+1), (q=5 l/s; H=10 m)
4. Tubulação de transferência até câmara de entrada ao tratamento preliminar: DN75mm
5. Extravasorde emergência DN200mm

P. Sala de equipamentos (cobertura leve)

Q. Cabine para quadros elétricos e controle



FS Fast Industry Technology and Solutions
CAPIVARI-SC
Fone/fax: +55(49)3555-1214
e-mail: fast@fastindustria.com.br

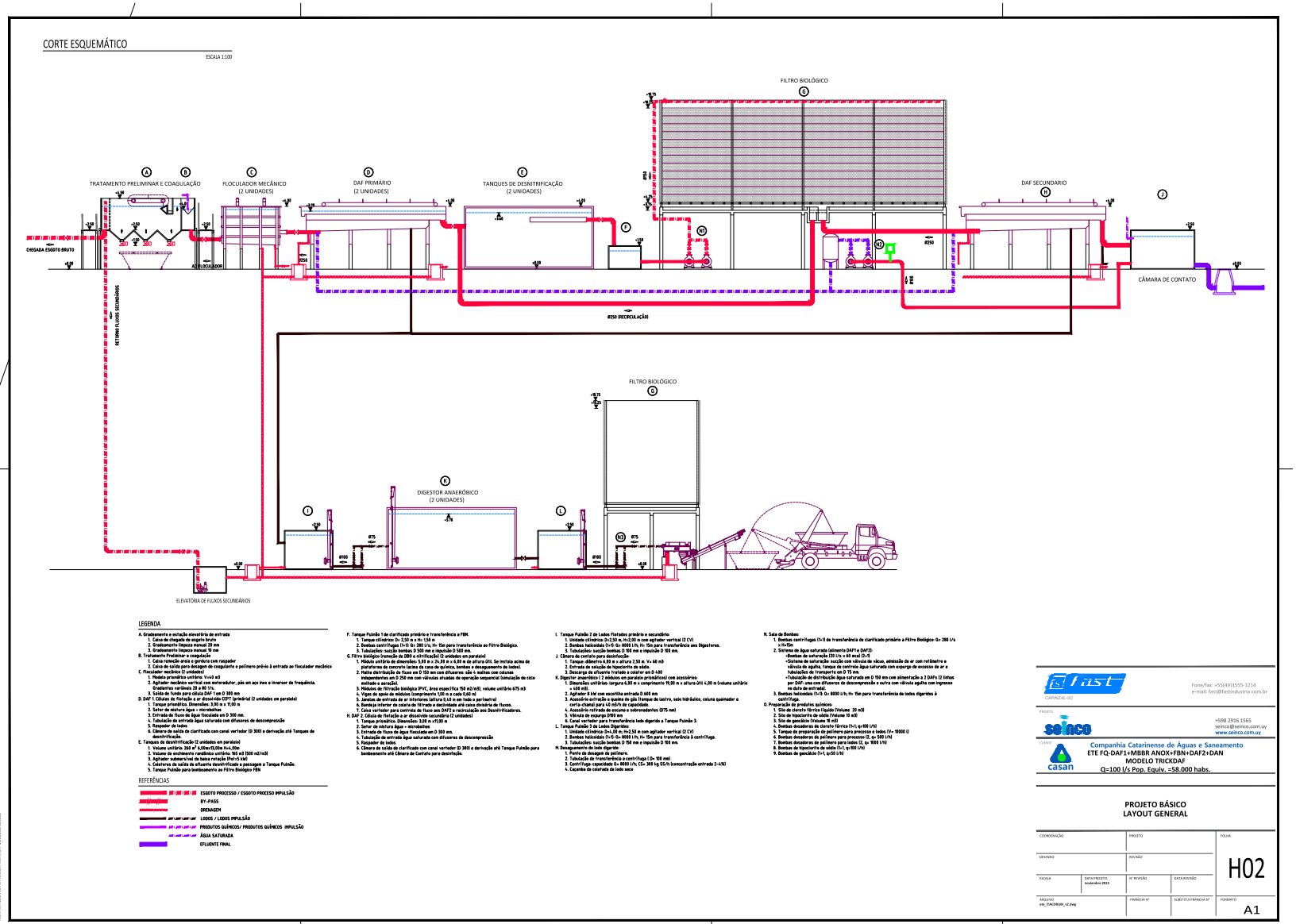
seinco
+598 2916 1565
seinco@seinco.com.uy
www.seinco.com.uy

Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
ETE ITACORUBI
(Fase 1: Qm=150 l/s - 81000 habitantes)
MODELO TRICKDAF-T®

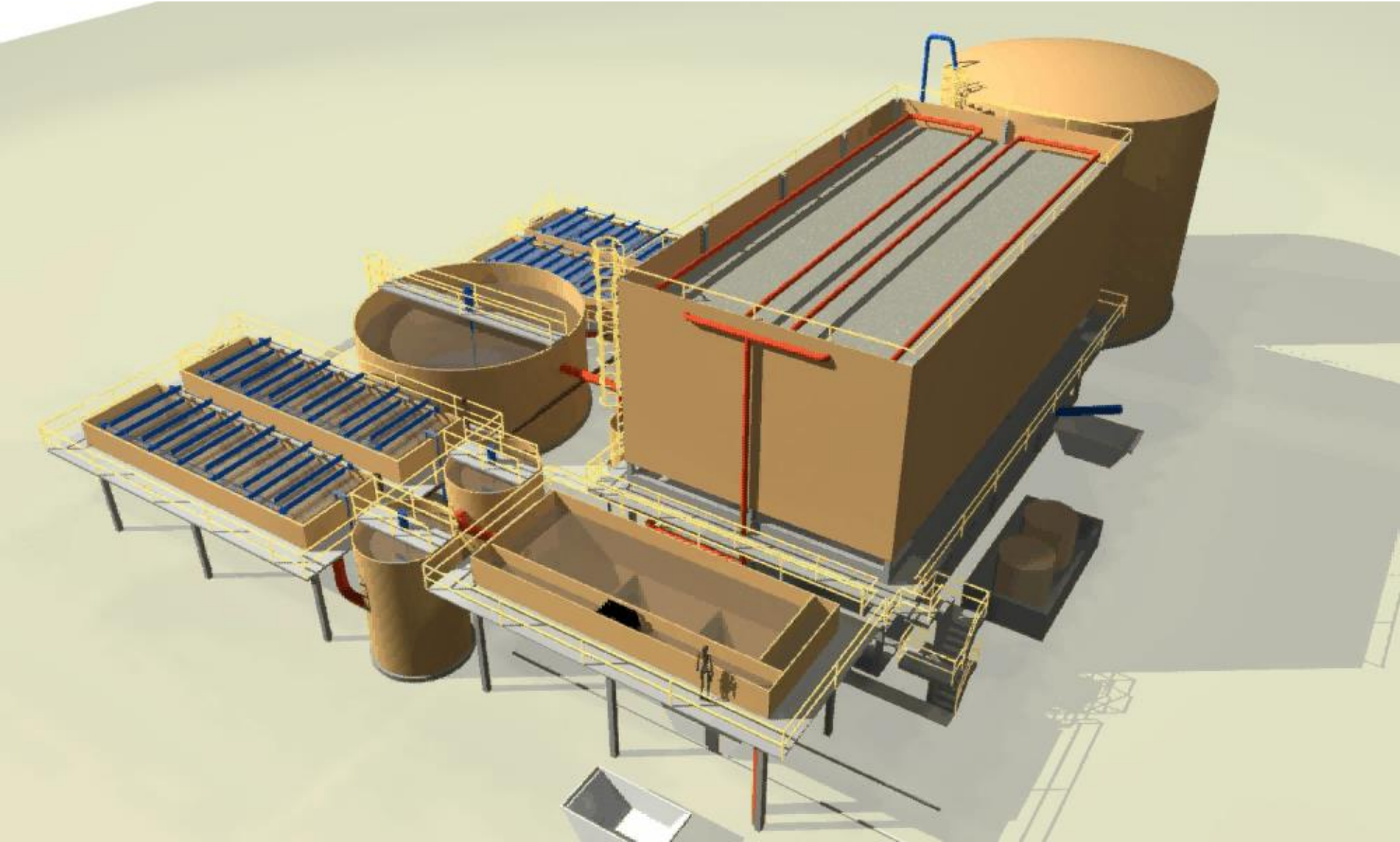
PROCESSO FQDAF+MBBR/ANOX+FILTRO BIOLÓGICO NITRIFICANTE
PROJETO BÁSICO
LAYOUT GENERAL

COORDENAÇÃO	PROJETO	FOLHA: H01
DESENHO	REVISÃO	
ESCALA	DATA PROJETO: enero 2017	Nº REVISÃO / DATA REVISÃO
ARQUIVO: etm_ITACORUBI_v4 Rb.dwg	PRANCHA Nº	SUBSTITUI PRANCHA Nº / FORMATO: A1

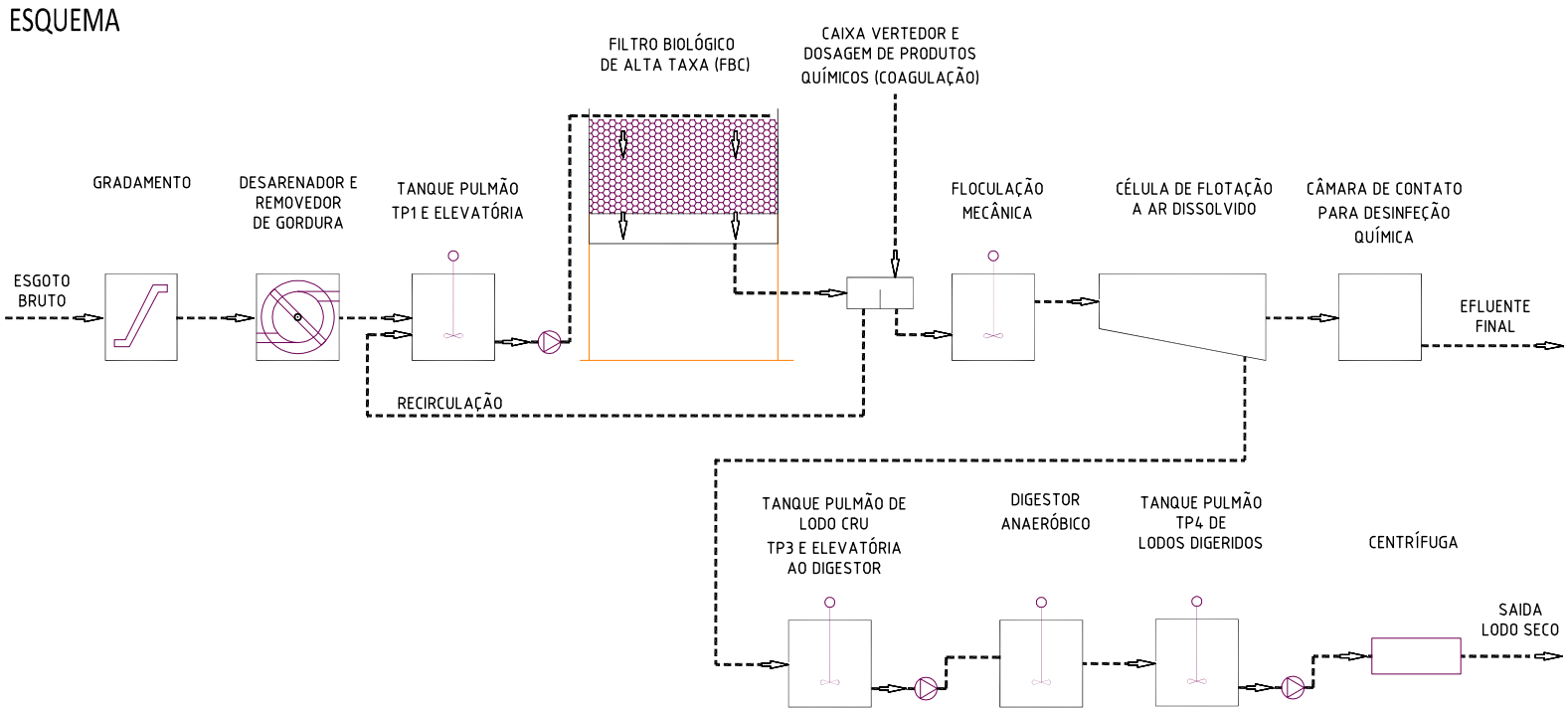
IV.F - ETE FS-TRICKDAF-T®: LEIAUTE DO PROCESSO INTEGRAL FQ/N/DN



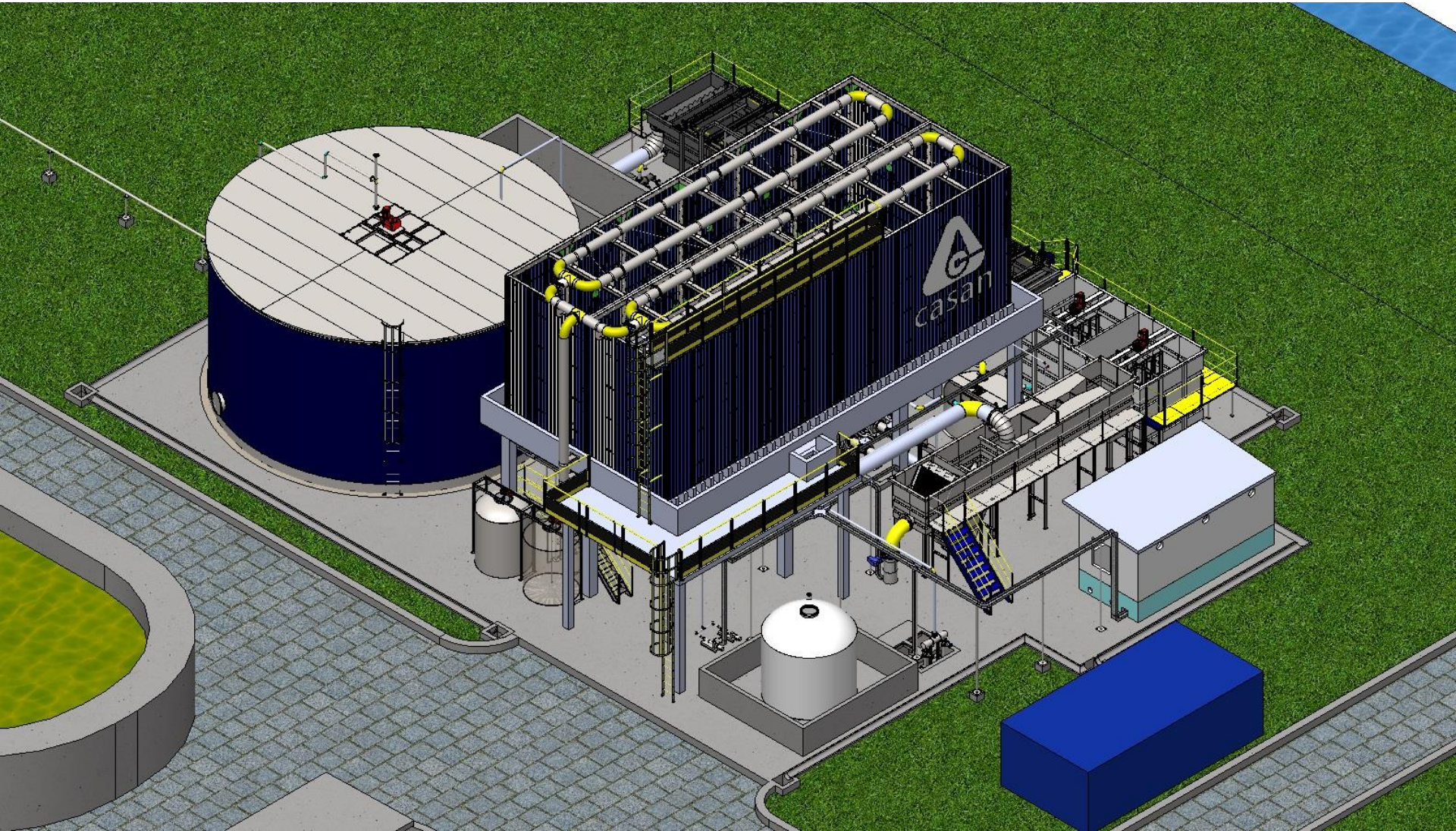
IV.F - ETE FS-TRICKDAF-T® (ANIMAÇÃO)



IV.F - ETE FS-TRICKDAF-C®: PROCESSO SIMPLIFICADO DBO/P/SEM N/DN

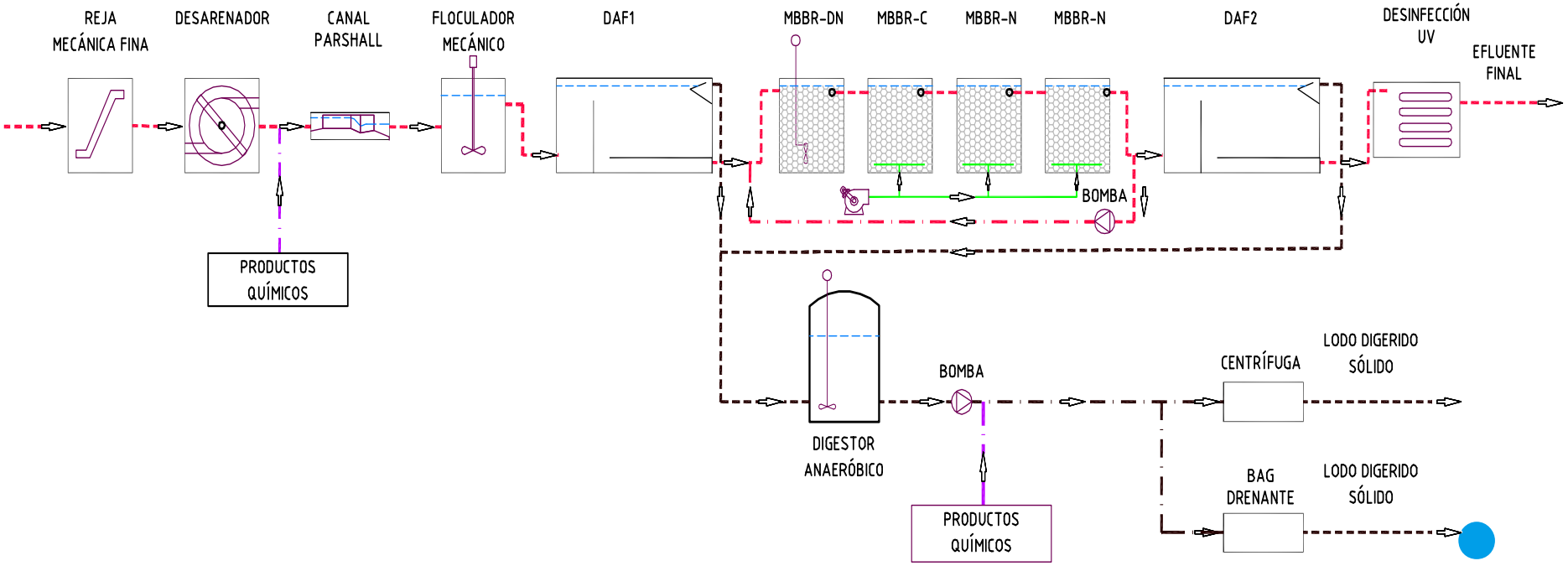


ETE TRICKDAF-C: (EJ. CANASVIEIRAS)
Qm 100 lps (60.000 habs)

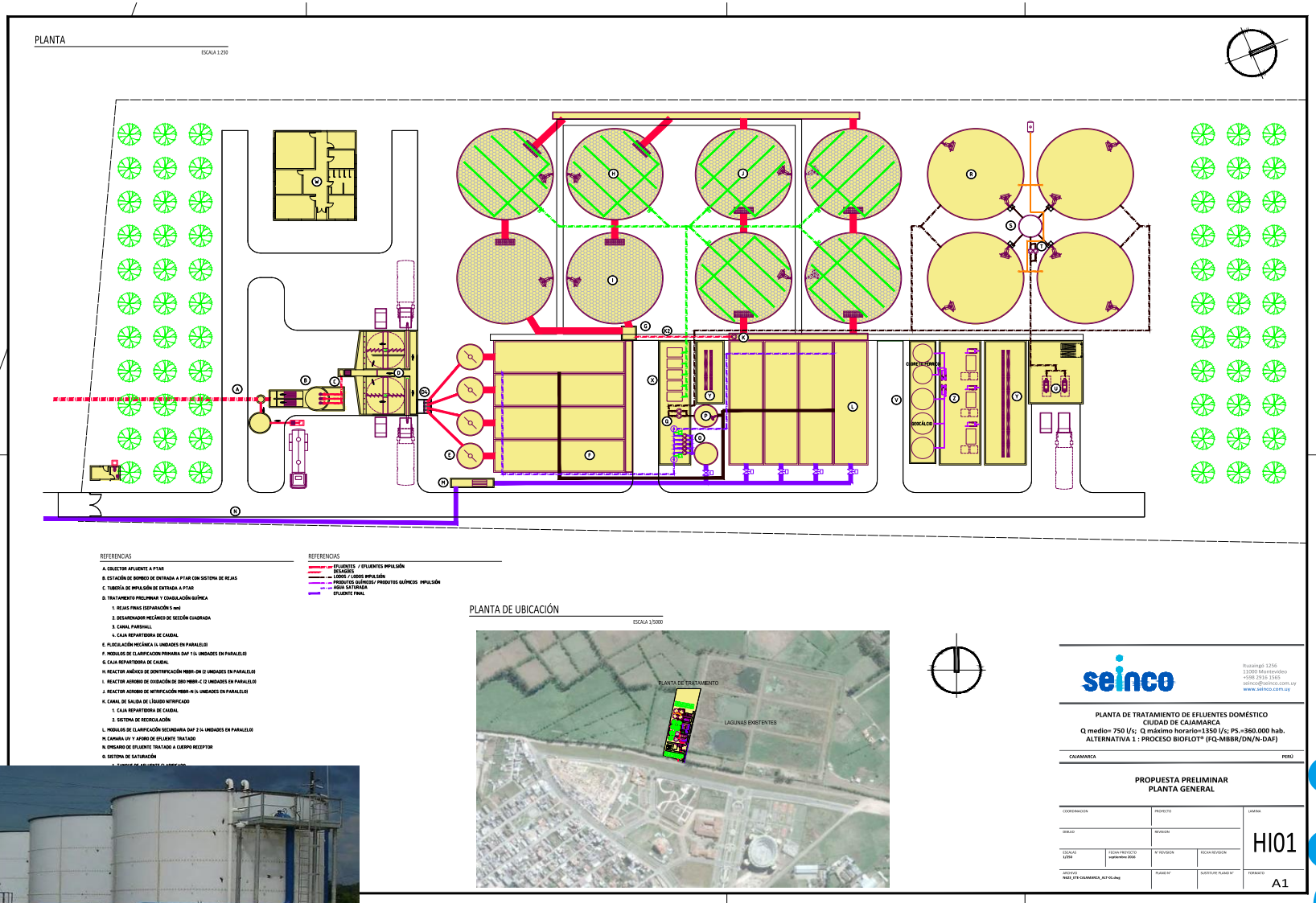


ETE TRICKDAF-C: (EJ. CANASVIEIRAS)
Qm 100 lps (60.000 habs)

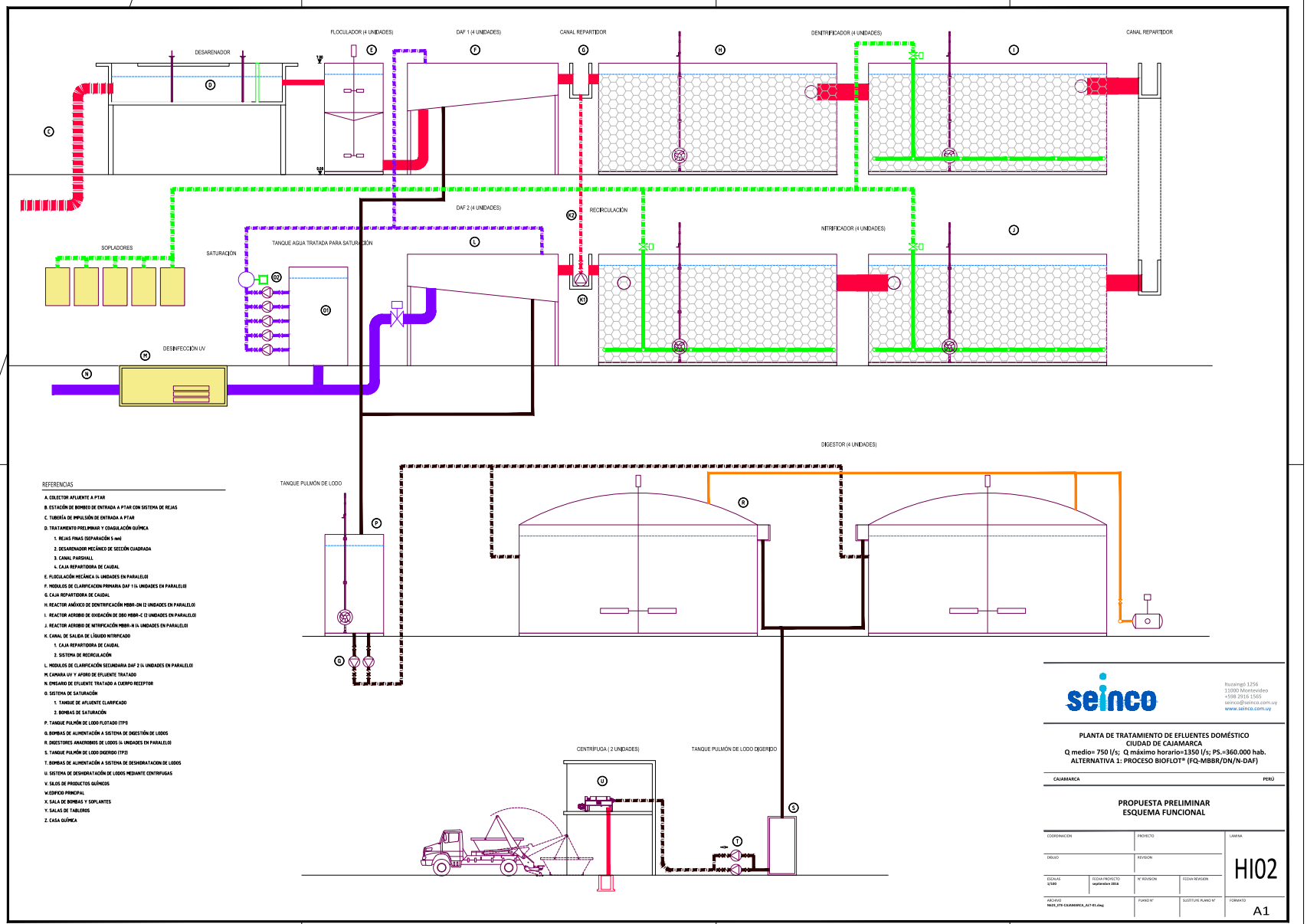
IV.F - SEINCO-BIOFLOT®: LEIAUTE PROCESSOS



PTAR BIOFLOT®:
Qm 100 lps 360.000 habs (ETE Cajamarca)



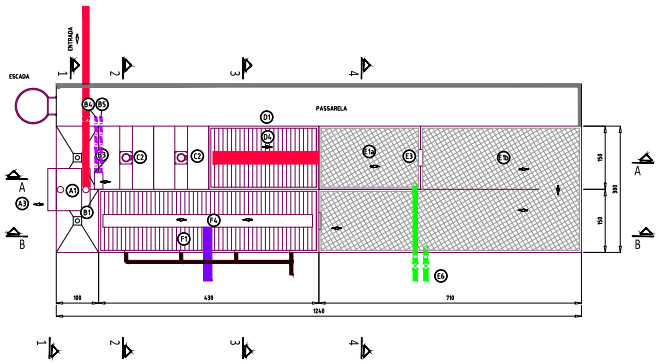
PTAR BIOFLOT®:
Qm 100 lps 360.000 habs (ETE Cajamarca)



PTAR BIOFLOT®-T:
Qm 5 l/s 3.000 habs

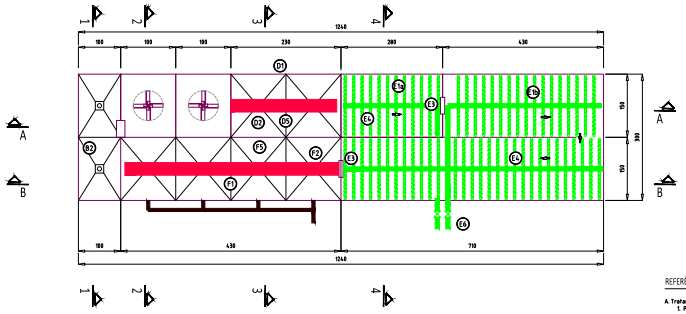
PLANTA SUPERIOR

ESCALA 1:50



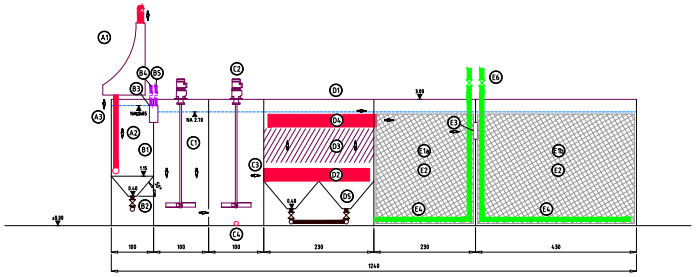
PLANTA INFERIOR

ESCALA 1:50



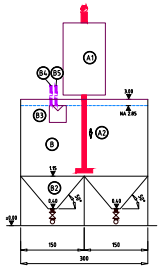
CORTE A-A

ESCALA 1:50



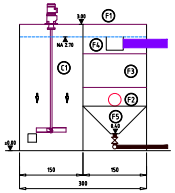
CORTE 1-1

ESCALA 1:50



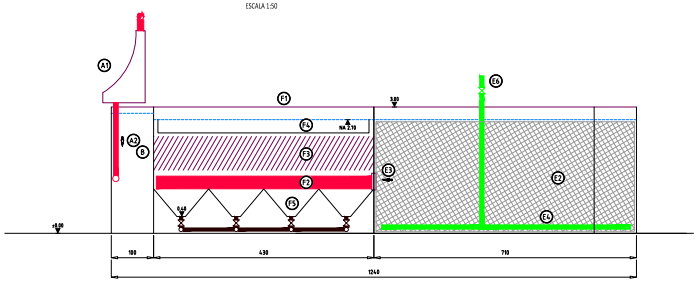
CORTE 2-2

ESCALA 1:50



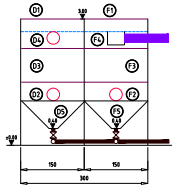
CORTE B-B

ESCALA 1:50



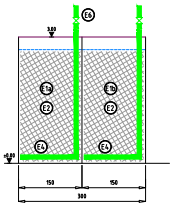
CORTE 3-3

ESCALA 1:50



CORTE 4-4

ESCALA 1:50



REFERÊNCIAS

A. Tratamento preliminar e coagulação.
1. Peneira estática em aço inox AISI 304 acima do TH Entrada DN 100 mm
2. Entrada: DN 100 mm e desarenador vertical
3. Caçamba de coleta
B. Câmara desarenador vertical.
1. Câmara largura módulo 3,00 x comprimento 1,00 m x altura bruta 3,00 m
2. Moegas 60º e válvulas descarga 2 x 100 mm
3. Vertedor triangular com medidor de ultrassom para passagem a floculador
4. Ponto de desagem clarexto fábrico (para coagulação).
5. Ponto de desagem polímero (para coagulação).
C. Floculador mecânico.
1. Duas células em série de dimensões unitárias: largura 1,50m x comprimento 1,00m x altura bruta 3,00 (2,70m útiles)
2. Agitadores mecânico verticais com moto-redutor, pás em aço inox e inversor de frequência. Potência unitária 1 CV.
3. Tubulação de saída ao DAF DN 300mm a Sedimentador primário Lamela.
4. Cojunge de unidade hidráula esférica DN100mm1.
D. Sedimentador Lamela primário:
1. Dimensões: largura 1,50 m x comprimento 2,30 m. Área bruta coberta por módulos)
2. Duto inferior distribuição de água floculada inferior D 300 mm
3. Módulos de sedimentação lamela plásticos (PVC Fator 8, altura 5 cm)
4. Duto superior coleta de água clarificada e passagem a primeira célula MBBR ID 300 mm como orifícios DN10 mm/10 cm)
5. Moega acumulação de lodo primário e tubulação de retirada DN 100 mm a TP1
E. REATORES MBBR-N (remoção da DBO sesível e nitrificação)
1. 2 células em série de dimensões unitárias:
   - 1ro largura 1,50 m x comprimento 2,00 m x altura 2,60 m útiels. (3,00 m bruta).
   - 2 do largura 1,50 m x comprimento 11,40 m x altura 2,50 m útiels. (3,00 m bruta).
2. Enchimento randômico para 60% do volume útil: volume líquido total de enchimento 30m3. Superfície específica 500 m2/m3
3. Colunas/malha para retirada de líquido em tratamento e retenção do enchimento plástico ID 300 mm x L= 1,00 m + furos D=8 mm em aço inox.
4. Difusores de introdução de ar de tipo tubo de microbolha.
5. Soprador de ar tipo Roots ou Centrífuga (1+1; Q= 800 m3ar normal/h x H=3,7 mca (aprox. P=7,5 kW) com inversor de frequência.
6. Tubulações de distribuição de ar: 150mm saída sopradores e 1 x 100 em colunas para cada célula MBBR (3).
F. Sedimentador Lamela secundário
1. Dimensões: largura 1,50 m x comprimento 4,30 m. Área bruta coberta por módulos)
2. Duto distribuição de água floculada inferior D 300 mm
3. Módulos de sedimentação lamela plásticos (PVC Fator 8, altura 5 cm)
4. Canal coleta de água clarificada e passagem a primeira célula MBBR.
5. Moega acumulação de lodo primário e tubulação de retirada DN 100 mm a TP1.
G. Câmara de contato para desinfecção TP2:
1. Tempo V= 10 m³ (Diâmetro=2,50m x Altura=2,00m).
2. Tubulação de entrada DN200mm
3. Entrada de solução de hipoclorito de sódio.
4. Descarga de efluente tratado a coletor: DN200mm

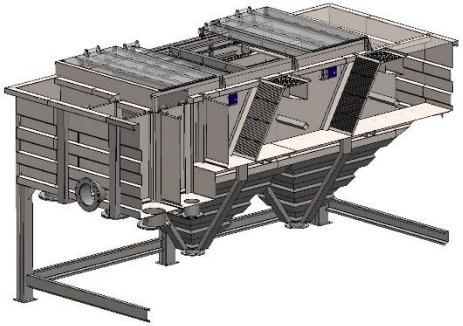
Fone/fax: +55(49)3555-1214
e-mail: fast@fastindustria.com.br
seinco@seinco.com.uy
www.seinco.com.uy

ETE LOTEAMENTO CAXIAS DO SUL
(Fase 1: Qmedio = 5,2 l/s/ Q max d=6,2 l/s / Q pico = 9,3 l/s
População servida - 2800 habitantes)
PROCESSO FQ-SDL+MBBR-N
PROJETO BÁSICO

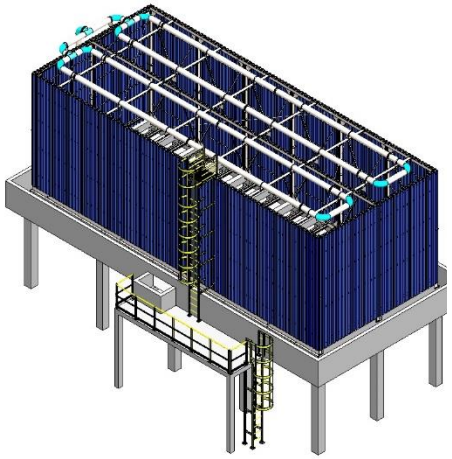
UNIDADE PRINCIPAL

COORDENAÇÃO	PROJETO		FOLHA
DESENHO	REVISÃO		H-02
ESCALA: 1/50	DATA PROJETO: septiembre 2017	Nº REVISÃO	DATA REVISÃO
ARQUIVO: 06_LOTEAMENTO CAXIAS DO SUL V2.dwg	PRANCHA Nº	SUBSTITUI PRANCHA Nº	FORMATO: A1

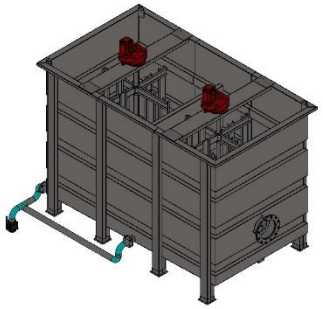
IV.F - ETE FAST-SEINCO - TRICKDAF: EQUIPAMENTOS 3D



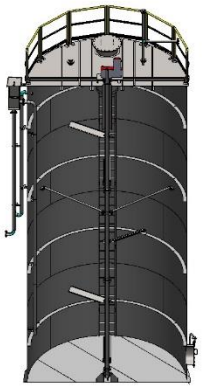
TRATAMENTO PRELIMINAR



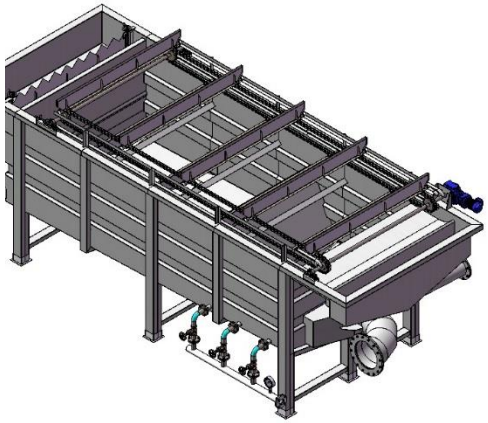
FILTRO BIOLÓGICO



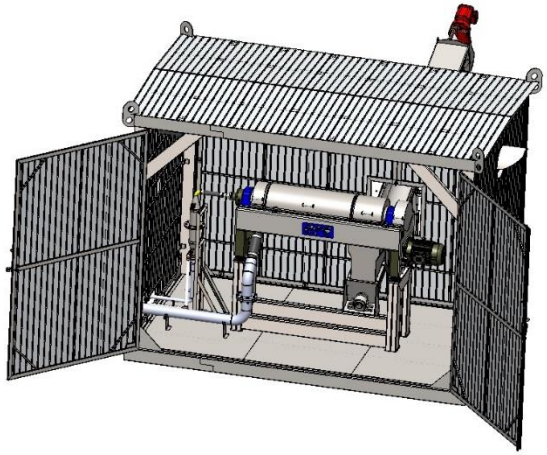
FLOCULADOR MECÂNICO



DIGESTOR



FLOTADOR DAF



CENTRÍFUGA

IV.G - MATERIAIS NOBRES APTOS PARA PRÉ-FABRICAÇÃO

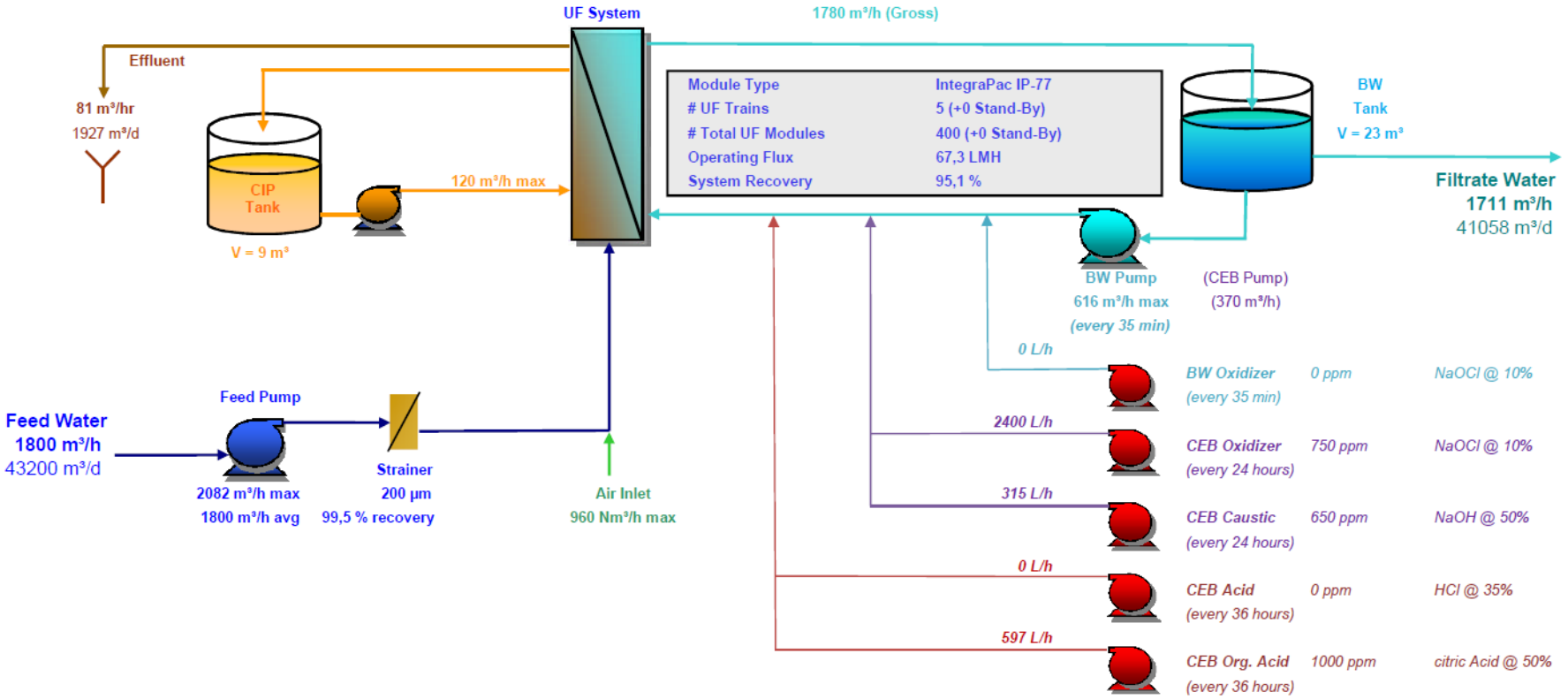
- Tanques pré-fabricados de PRFV ou aço vitrificado.

IV.H – UNIDADE UF PARA REUSO

Water & Process Solutions

UF SYSTEM FLOW DIAGRAM

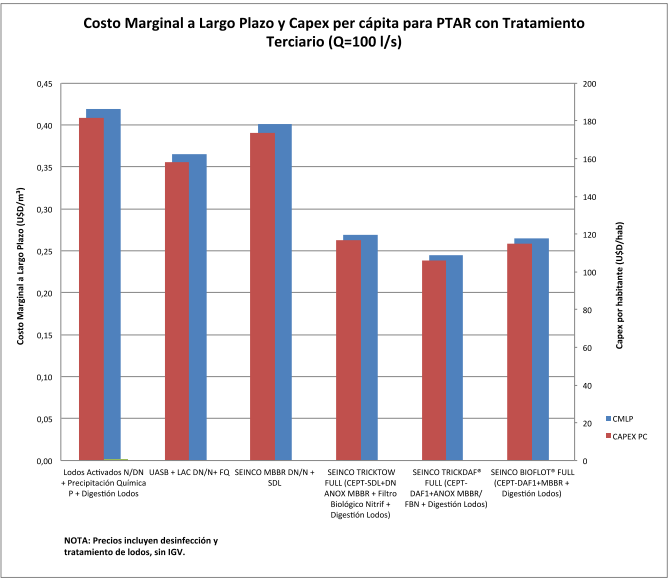
Project: UF Sanepar Reuso
Revision:
Design Guideline: 14, Wastewater, Turbidity < 5, TSS < 5 mg/L

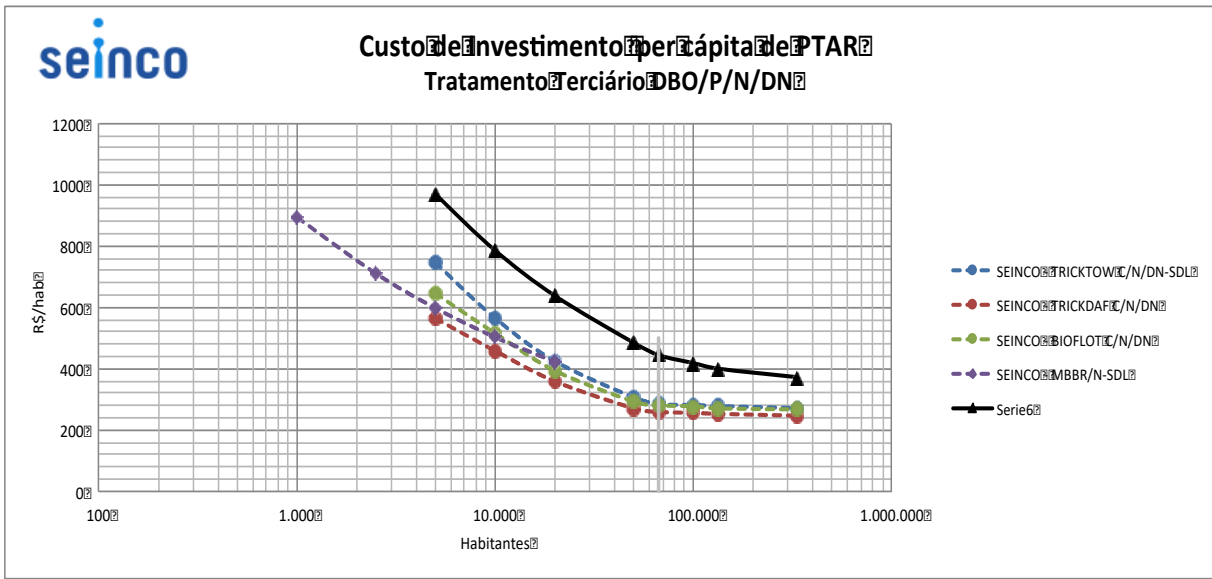


V - Análise de custos:
Investimento (CAPEX) e Operacionais (OPEX)

ANÁLISE COMPARATIVA CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA DIFERENTES PROCESSOS DE ETES TERCIÁRIAS FULL (DBO + NH3-N + NO3-N + P)

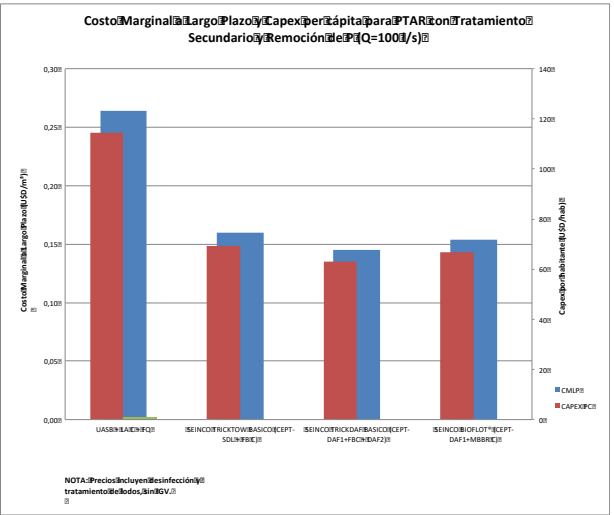
seinco	TRATAMENTO TERCIÁRIO – CAPEX/hab (R$/hab)											
MODELO/PROCESSO	**HABITANTES**	500	1001	2501	5003	10005	20010	50025	66700	100050	133400	333500
	VAZÃO MÉDIA (l/s)	**0,75**	**1,5**	**3,75**	**7,5**	**15**	**30**	**75**	**100**	**150**	**200**	**500**
MBBR/N-SDL (SEINCO)	85		894	711	598	503	423					
	R$		894.161	1.777.750	2.989.808	5.028.238	8.456.454					
BIOFLOT FQ-MBBR/DN/N-DAF (SEINCO)	R$/HAB				644	516	394	293	281	278	271	268
	R$				3.219.387	5.157.908	7.874.992	14.672.249	18.735.360	27.765.820	36.131.314	89.216.000
TRICKDAF C/NITRIFICAÇÃO DESNITRIFICAÇÃO (SEINCO)	R$/HAB				564	458	359	271	259	256	253	247
	R$				2.822.223	4.584.715	7.183.572	13.546.215	17.297.500	25.632.937	33.764.037	82.410.822
TRICKTOWS SL C/NITRIFICAÇÃO DESNITRIFICAÇÃO (SEINCO)	R$/HAB				744	565	424	307	285	282	278	272
	R$				3721731	5.651.355	8.494.130	15.336.500	19.027.250	28.196.231	37.140.441	90.651.904
LODOS ATIVADOS N/DN + PQ + DAN	R$/HAB				967	785	638	485	444	418	400	372
	R$				4.837.304	7.858.224	12.765.723	24.243.952	29.648.000	41.850.971	53.366.644	124.187.735
NOTAS:	Vigência Fevereiro 2017 na moeda indicada											
	Custos de equipamentos incluem: módulos processo, produtos químicos e tratamento lodos. Sujeitos a cotação particular											
	Estimativa de obras civis base projeto padrão, a ajustar para cada caso real (tipo de terreno, topografia, etc.)											
	Preços sujeitos a ajuste sem prévio aviso											

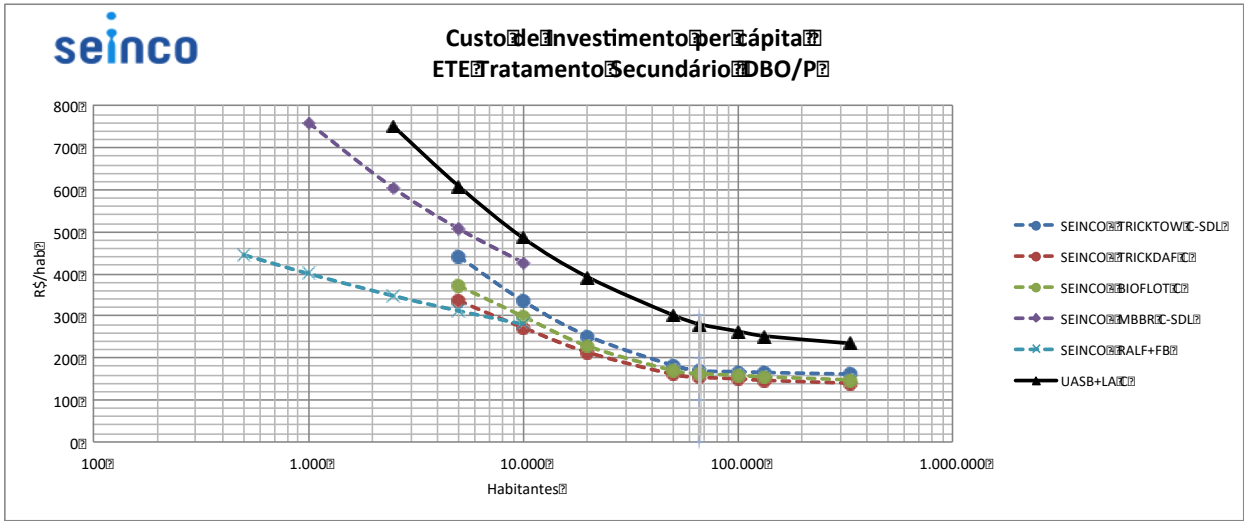




ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA DIFERENTES PROCESSOS DE ETES SECUNDÁRIAS (DBO + P)

seinco	TRATAMENTO SECUNDÁRIO – CAPEX/hab (R$/hab)											
MODELO/PROCESSO	HABITANTES	500	1001	2501	5003	10005	20010	50025	66700	100050	133400	333500
	VAZÃO MÉDIA (l/s)	0,75	1,5	3,75	7,5	15	30	75	100	150	200	500
RALF+FBC (SEINCO)	R$/HAB	446	401	348	312	281						
	R$	[illegible]23.237	[illegible]400.995	[illegible]869.766	[illegible].562.343	[illegible].806.403						
MBBR/C-SDL (SEINCO)	R$/HAB		760	604	508	427						
	R$		[illegible]760.037	1.511.088	[illegible].541.337	[illegible].274.002						
TRICKTOW-SDL-DBO (SEINCO)	R$/HAB				442	336	252	182	170	168	166	162
	R$				[illegible].212.921	[illegible].360.265	[illegible].050.564	[illegible].119.000	[illegible].313.500	[illegible].765.326	[illegible].083.506	[illegible].901.132
FQ-MBBR/C-DAF (SEINCO)	R$/HAB				373	299	228	170	163	159	155	148
	R$				[illegible].867.244	[illegible].991.586	[illegible].567.495	[illegible].509.904	[illegible].866.509	[illegible].908.486	[illegible].701.514	[illegible].331.218
TRICKDAF-DBO (SEINCO)	R$/HAB				335	272	213	161	154	150	147	140
	R$				[illegible].678.079	[illegible].726.047	[illegible].271.313	[illegible].054.506	[illegible].285.000	[illegible].057.161	[illegible].593.696	[illegible].691.314
UASB+LAE (CONVENCIONAL)	R$/HAB			751	610	486	393	302	280	264	252	235
	R$			1.877.460	[illegible].049.943	[illegible].861.512	[illegible].857.271	[illegible].110.730	[illegible].693.200	[illegible].387.229	[illegible].647.914	[illegible].300.937

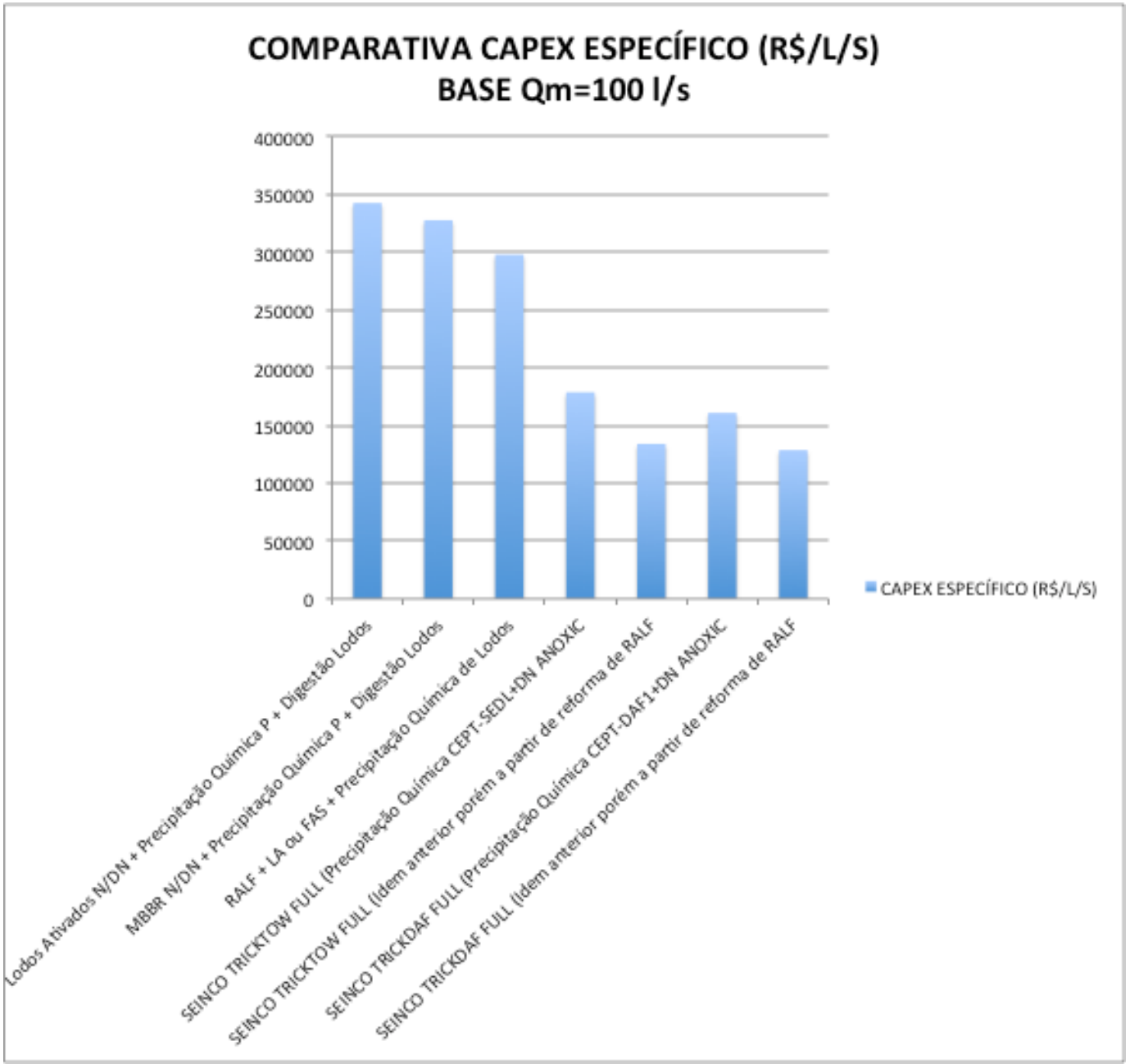




VI.A – ANÁLISE COMPARATIVA CAPEX-OPEX-CMLP PARA PROCESSOS ALTERNATIVOS VÁRIOS VERSUS TRICKTOW-TRICKDAF

TABELA 1: COMPARAÇÃO CUSTOS INVESTIMENTO (CAPEX) E OPERAÇÃO (OPEX) ENTRE PROCESSOS ALTERNATIVOS DE TRATAMENTO (base custos Q media =100 l/s)

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA ETES TRATAMENTO TERCIÁRIO	CAPEX POR UNIDADE DE VAZÃO MÉDIA - CAPACIDADE (LITER/SEC)	CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGIA (kWh/m3)	CUSTO ENERGIA	DOSE COAGULANTE EQUIVALENTE (FeCl3+poli)	CUSTO PPQQ	OPEX VARIÁVEIS	CUSTO MARGINAL DE LONGO PRAZO	COMPARATIVO CAPEX + OPEX BASE SEINCO TRICKTOW 100	QUALIDADE DO EFLUENTE FINAL		COMENTÁRIOS
	R$/(L/S)	Wh/m3	R$/m3	mg/l	R$/m3	R$/m3	R$/m3		BOD/TSS	NH4/NO3/P	
Lodos Ativados N/DN + Precipitação Química P + Digestão Lodos	342298	780	0,37	70,00	0,066	0,43	1,75	222	/10/10	/2/10/1	FULL TERCIÁRIO
MBBR N/DN + Precipitação Química P + Digestão Lodos	327416	780	0,37	70,00	0,066	0,43	1,69	215	/10/10	/2/10/1	FULL TERCIÁRIO
RALF + LA ou FAS + Precipitação Química de Lodos	297650	371	0,17	110,00	0,104	0,28	1,42	181	/10/10	/2/10/1	FULL TERCIÁRIO
SEINCO TRICKTOW FULL (Precipitação Química CEPT-SEDL+DN ANOXIC MBBR + Filtro Biológico Nit + Digestão Lodos)	178590	135	0,06	40,00	0,038	0,10	0,79	100	/10/10	/2/10/1	FULL TERCIÁRIO
SEINCO TRICKTOW FULL (Idem anterior porém a partir de reforma de RALF existentes)	133943	135	0,06	40,00	0,038	0,10	0,62	78	/10/10	/2/10/1	FULL TERCIÁRIO
SEINCO TRICKDAF FULL (Precipitação Química CEPT-DAF1+DN ANOXIC MBBR + Filtro Biológico Nit + Digestão Lodos)	160731	255	0,12	40,00	0,038	0,16	0,78	98	/10/10	/2/10/1	FULL TERCIÁRIO
SEINCO TRICKDAF FULL (Idem anterior porém a partir de reforma de RALF existentes)	128585	255	0,12	40,00	0,038	0,16	0,65	83	/10/10	/2/10/1	FULL TERCIÁRIO


COMPARATIVA CAPEX ESPECÍFICO (R$/L/S)
BASE Qm=100 l/s
400000
350000
300000
250000
200000
150000
100000
50000
0
Lodos Ativados N/DN + Precipitação Química P + Digestão Lodos
MBBR N/DN + Precipitação Química P + Digestão Lodos
RALF + LA ou FAS + Precipitação Química de Lodos
SEINCO TRICKTOW FULL (Precipitação Química CEPT-SEDL+DN ANOXIC
SEINCO TRICKTOW FULL (Idem anterior porém a partir de reforma de RALF
SEINCO TRICKDAF FULL (Precipitação Química CEPT-DAF1+DN ANOXIC
SEINCO TRICKDAF FULL (Idem anterior porém a partir de reforma de RALF
CAPEX ESPECÍFICO (R$/L/S)

MODELOS DE GESTÃO E TEMPO DE EXECUÇÃO

GESTÃO E TECNOLOGIAS TRADICIONAIS

> DE 3 ANOS

TECNOLOGIAS E GESTÃO ALTERNATIVA

< 1 ANO

VII – CONCLUSÕES GERAIS

- Evolução das normas de qualidade no sentido de maiores exigências: alta remoção de DBO, nutrientes e bacteriologia obriga a incorporar processos más eficientes além de tendências ao reúso.

- Existência de alta sinergia entre processos FQ (SST+P), FQ-FBN/DN (por diminuição da DBO à entrada), etc.

- Há disponibilidade de processos eficientes (FQ, FBN, RAC, UV, etc), que permitem atingir objetivos de excelência com menores custos de investimento e O&M que processos convencionais.

- Processos integráveis e modulares com alta pré-fabricação industrial usando materiais nobres, contribuem a abater custos e tempos de construção.

- Soluções finais a custos CAPEX e OPEX notoriamente inferiores e compatíveis com estrutura de ingressos da companhias prestadores de serviços de esgoto.

VII - PRINCIPAIS VANTAGENS ETE MODELOS TRICKTOW®, BIOLFOT® E TRICKDAF®:

- Baixos custos de investimento (CAPEX) e operação (OPEX) :
  - CAPEX: <50% de solução RALF+MBBR ou de Lodos Ativados + FQ
  - OPEX: menor dos atuais custos (por menor dosagem de coagulante) e <50% soluções convencionais.
  - CMLP: entre 50 y 60 % de soluções alternativas.

- Baixo consumo de energia (< 150 Wh/m3) e mínimo custo de manutenção.

- Rápido start-up e simplicidade de operação.

- Qualidade STANDARD do efluente (modo full):

  - Concentração de DBO saída: < 10 mg/l
  - Concentração de SST saída: < 10 mg/l
  - Concentração de amônia saída: < 2 mg/l
  - Nitrogênio total: < 15 mg/l
  - Fósforo: < 1 mg/l
  - Coliformes fecais: < 1.000 UFC/100 ml

- Aptidão para reuso

- Construção simples aproveitando 100% as instalações existentes.

- Menores prazos de instalação (14-16 meses).

- Mínima área, possibilidade de ampliar a capacidade dentro dos módulos existentes.

TECNOLOGIA INDUSTRIAL
+55 (49) 3555-7250

Muito obrigado

Eng. Francisco Gross
fgross@seinco.com.uy