



# **ELABORAÇÃO DE ESTUDO TÉCNICO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA BRUTA DO RIO PIRACICABA E DE PROJETO HIDRÁULICO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DAS ETAS LUIZ DE QUEIROZ**

**APRESENTAÇÃO PARCIAL  
CONCEPÇÃO DA REFORMA E AMPLIAÇÃO**



## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE TRATAMENTO EXISTENTE  
CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DO RIO PIRACICABA  
PARÂMETROS DE PROJETO



## ::SISTEMA DE TRATAMENTO EXISTENTE

Cada ETA possui uma unidade de mistura rápida.

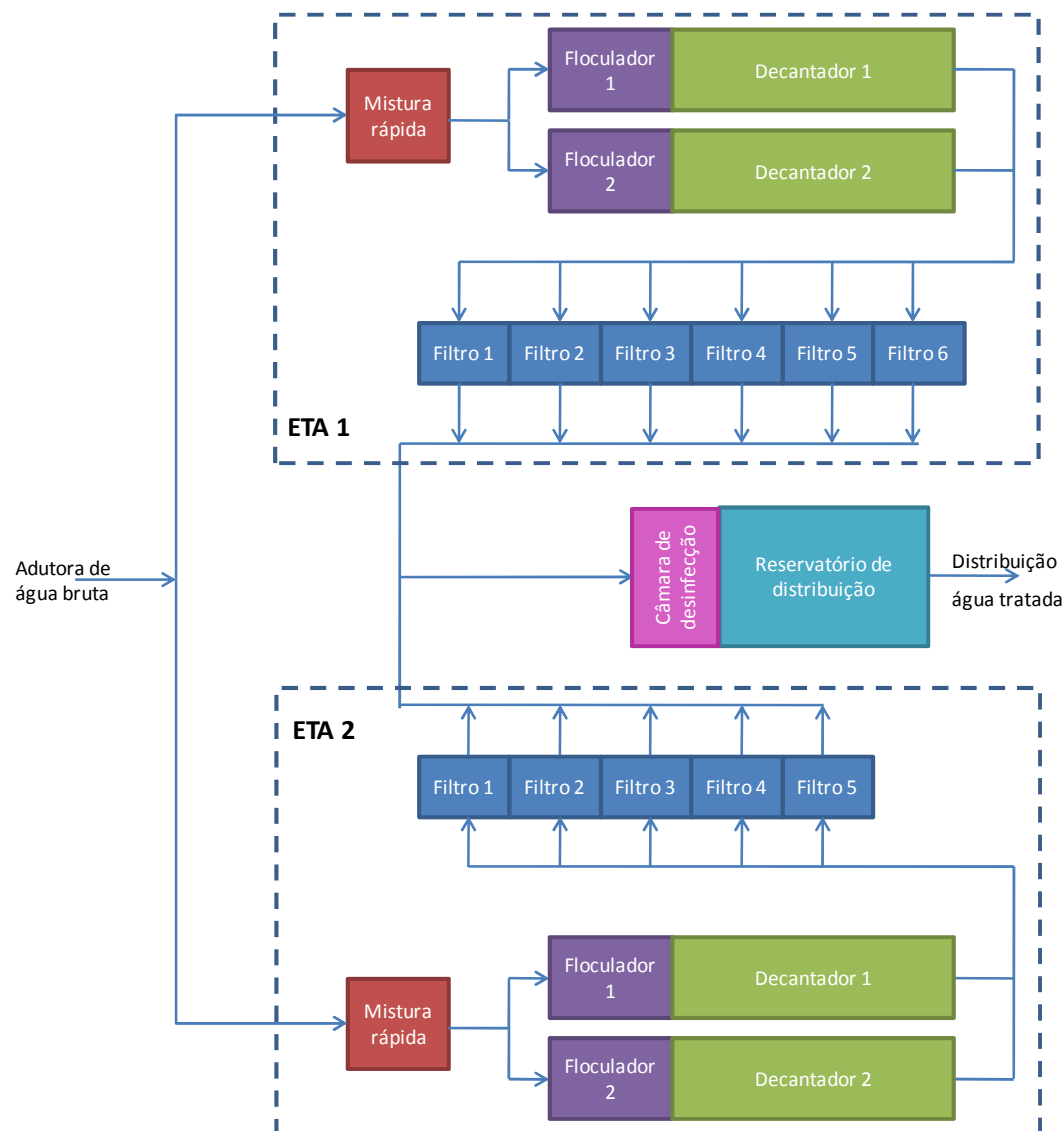
O tempo de contato do cloro e do carvão ativado são pequenos.

Unidades de floculação com duas câmaras em série.

Decantadores do tipo convencional com remoção através do esvaziamento da unidade.

Filtros com meio filtrante composto somente por areia.

Lavagem dos filtros somente com água e com velocidade ascensional variável.





## ::QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIRACICABA

- Manancial com elevado nível de contaminação (resultados dos estudos estatísticos e dos estudos de tratabilidade - Relatório 01 e Relatório 02).
- Durante o período de estiagem do ano de 2014 o tratamento da água bruta deste manancial se caracterizou como uma condição de reuso indireto para fins potáveis
  - Valores alarmantes de nitrogênio amoniacal (entre 8 e 14 mg/L NH<sub>3</sub>), carbono orgânico total (15 a 25 mg/L), cor verdadeira (acima de 100 uH), *E. coli* (2000 a 125.000), entre outros.

## ::ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO

- Considerando-se os dois principais problemas observados no estudo de tratabilidade, a remoção do nitrogênio amoniacal e a remoção do carbono orgânico total foram propostas as seguintes alternativas para o tratamento da água do rio Piracicaba.

Etapas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Pré-oxidação com dióxido de cloro	x	x	x	x
Pré-oxidação com cloro	x			
Adsorção em CAP	x	x		y
Coagulação, Floculação e Sedimentação	x			
Filtração em Antracito e Areia	x			
Filtração em Zeólita				
Adsorção em Carvão Ativado Granular			x	
Filtração em Membranas				x
Pós-cloração	x	x	x	x
Fluoreação e Estabilização	x	x	x	x

Alternativa 1 foi a  
escolhida pelo  
SEMAE



## ::PARÂMETROS DE PROJETO

- Vazão total afluyente às ETAs Luiz de Queiroz de 1000 L/s:
  - Vazão nominal da ETA 1: 550 L/s;
  - Vazão nominal da ETA 2: 450 L/s.
- Condições de funcionamento:
  - Tempo diário de funcionamento: 24 h;
  - Vazão mínima afluyente às ETAs 1 e 2: 450 L/s (fixada junto ao SEMAE).

Etapa de tratamento	Parâmetros de projeto
Vazão afluyente às ETAs	Vazão nominal das ETAs Luiz de Queiroz: 1000 L/s Vazão nominal da ETA 1: 550 L/s Vazão nominal da ETA 2: 450 L/s
Pré-oxidação	Produtos utilizados: Dióxido de cloro e cloro gás Dosagem máxima: 5,0 mg/L de dióxido de cloro 50,0 mg/L de cloro* Tempo de contato: Tc total = 30 min Tc dióxido de cloro = 15 min Tc cloro = 15 min
Adsorção	Produto utilizado: Carvão ativado pulverizado de babaçu Dosagem máxima: 75 mg/L
Coagulação	Produto utilizado: Cal hidratada Dosagem máxima: 50 mg/L
	Produto utilizado: PAC Dosagem máxima do produto comercial líq.: 400 mg/L
Mistura rápida	Gradiente de velocidade: 300 a 1000 s <sup>-1</sup> Tempo de mistura: 10 s Unidade de mistura rápida mecanizada
Floculação	Tempo de floculação: 23,5 min (ETA 1) 29,2 min (ETA 2) Gradiente de velocidade: 20 a 60 s <sup>-1</sup> Construção de 2 câmaras em série adicionais em cada unidade (total de quatro câmaras de floculação em série por unidade)
Sedimentação	Velocidade de sedimentação: 1,0 a 1,5 cm/min Uso de módulos tubulares para decantação de alta taxa
Filtração	Taxa média de filtração: 187,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d (ETA 1) 183,7 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d (ETA 2) Meio filtrante com camada dupla: 0,20 m de areia 0,50 m de antracito Lavagem com ar e água: tempo de lavagem com ar de 3 a 5 min ** tempo de lavagem com água de 5 a 7 min**
Desinfecção final	Produto utilizado: UV (lâmpadas UV de 600 W) Eficiência de inativação de 99,9 % de <i>cryptosporidium</i>
	Produto utilizado: Cloro gás Dosagem máxima: 5 mg/L
Fluoreação	Produto utilizado: Ácido Fluossilícico Dosagem máxima do produto comercial líq.: 4,0 mg/L
Estabilização	Produto utilizado: Cal hidratada Dosagem máxima do produto comercial líq.: 10 mg/L

\*Dosagem fixada pelo SEMAE

\*\* Parâmetro a ser otimizado na pré-operação das ETAs após a reforma

# **CONCEPÇÃO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DAS ETAS LUIZ DE QUEIROZ**

UNIDADES DE TRATAMENTO  
PRODUTOS QUÍMICOS

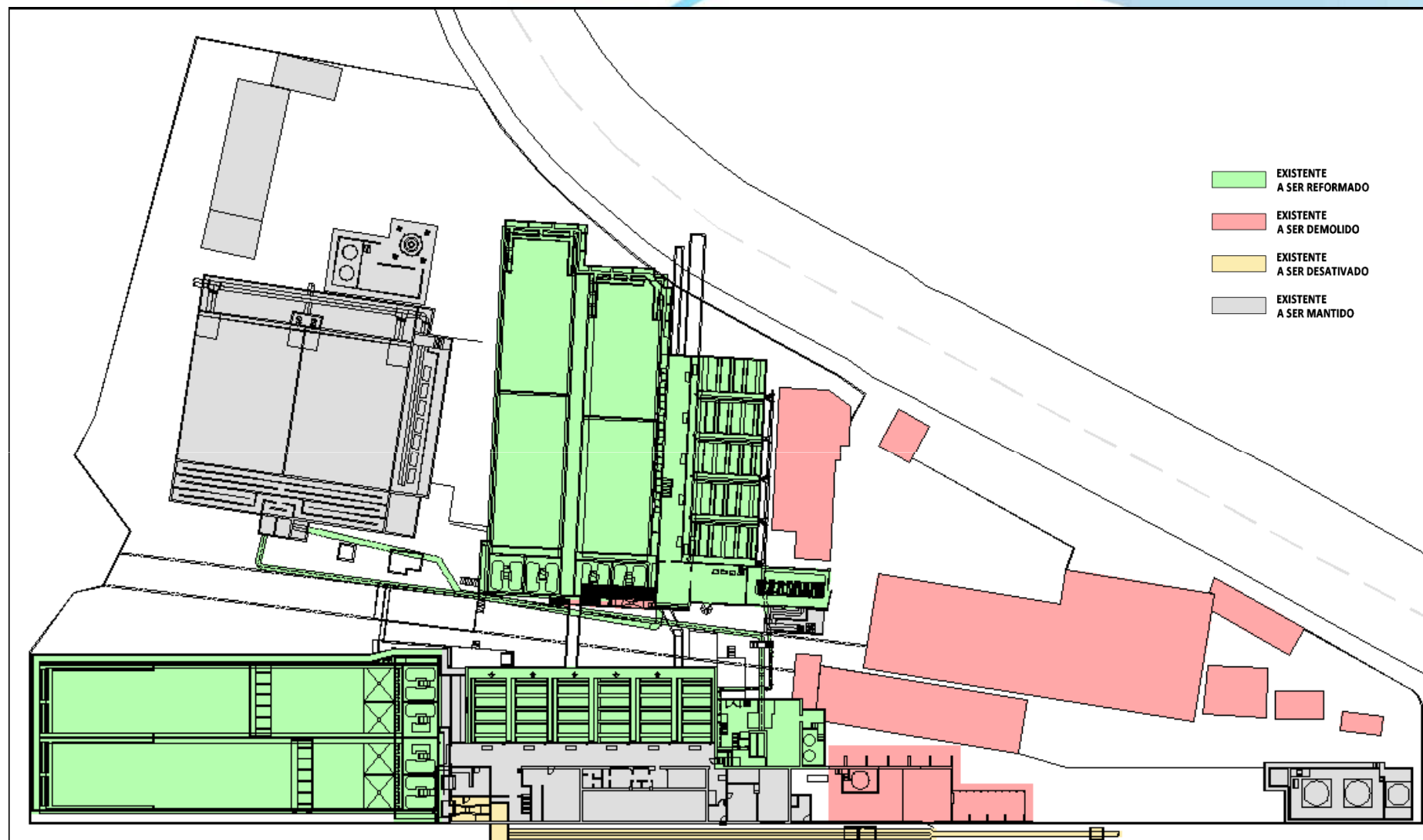




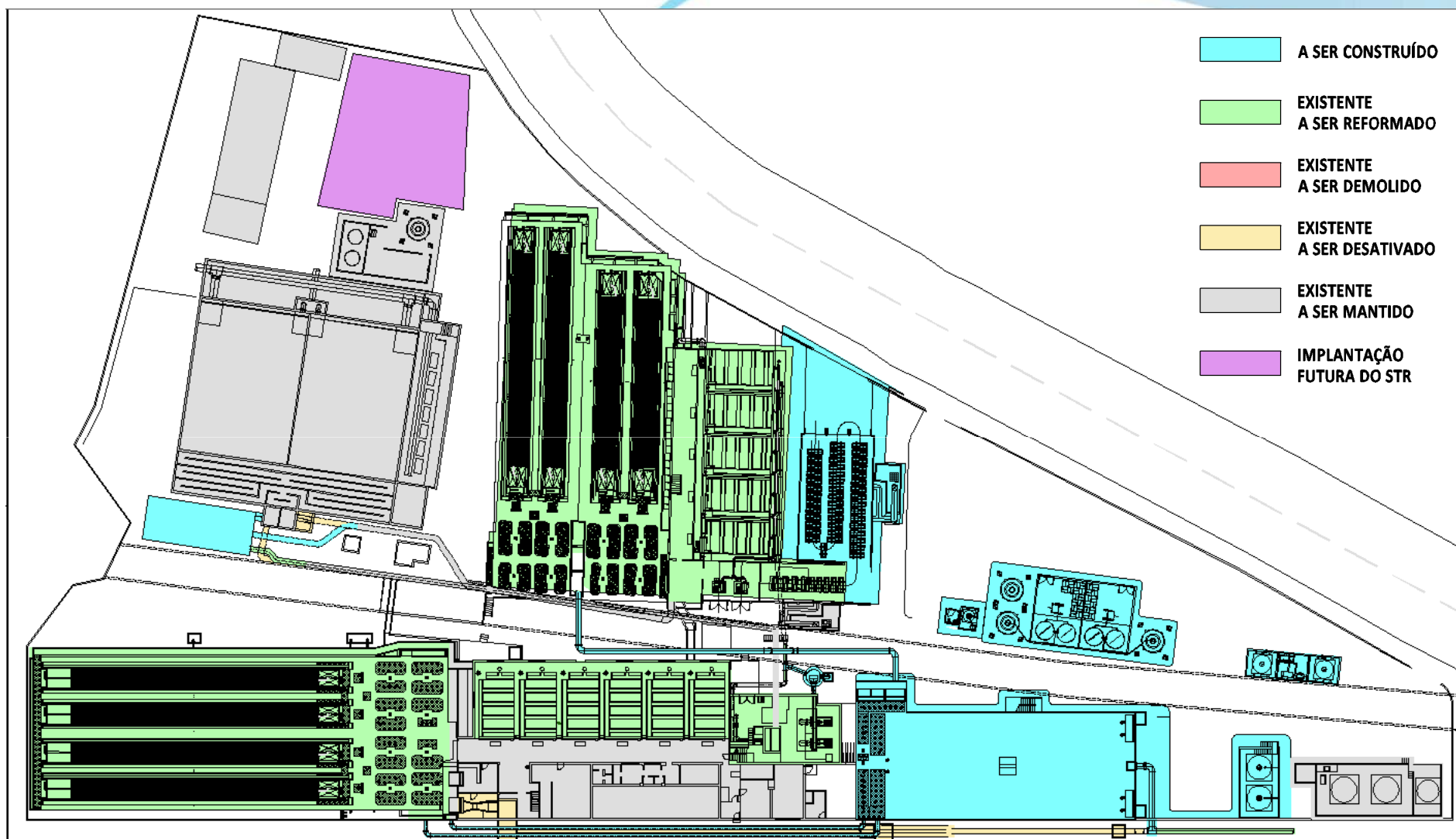


## ::CONCEPÇÃO DA REFORMA E AMPLIAÇÃO DAS ETAS

- Construção da unidade de pré-oxidação da água bruta;
- Construção da nova unidade de mistura rápida mecanizada e divisão de vazão entre as ETAs;
- Reforma das unidades de floculação;
- Reforma das unidades de decantação;
- Reforma dos filtros existentes;
- Implantação do sistema de lavagem dos filtros com ar;
- Reforma do sistema de lavagem dos filtros com água;
- Implantação do sistema de desinfecção com UV;



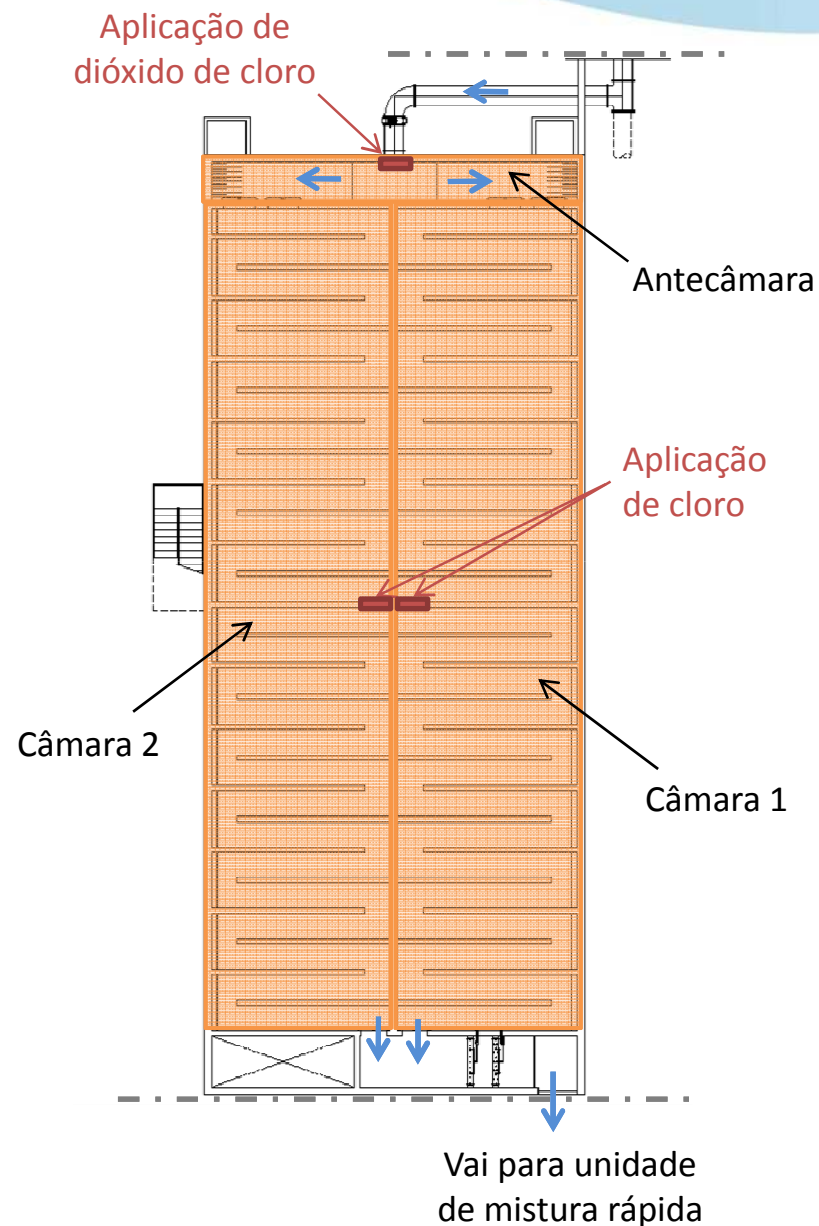
Planta geral das ETAs Luiz de Queiroz (existente)



Planta geral da concepção de reforma e ampliação das ETAs Luiz de Queiroz

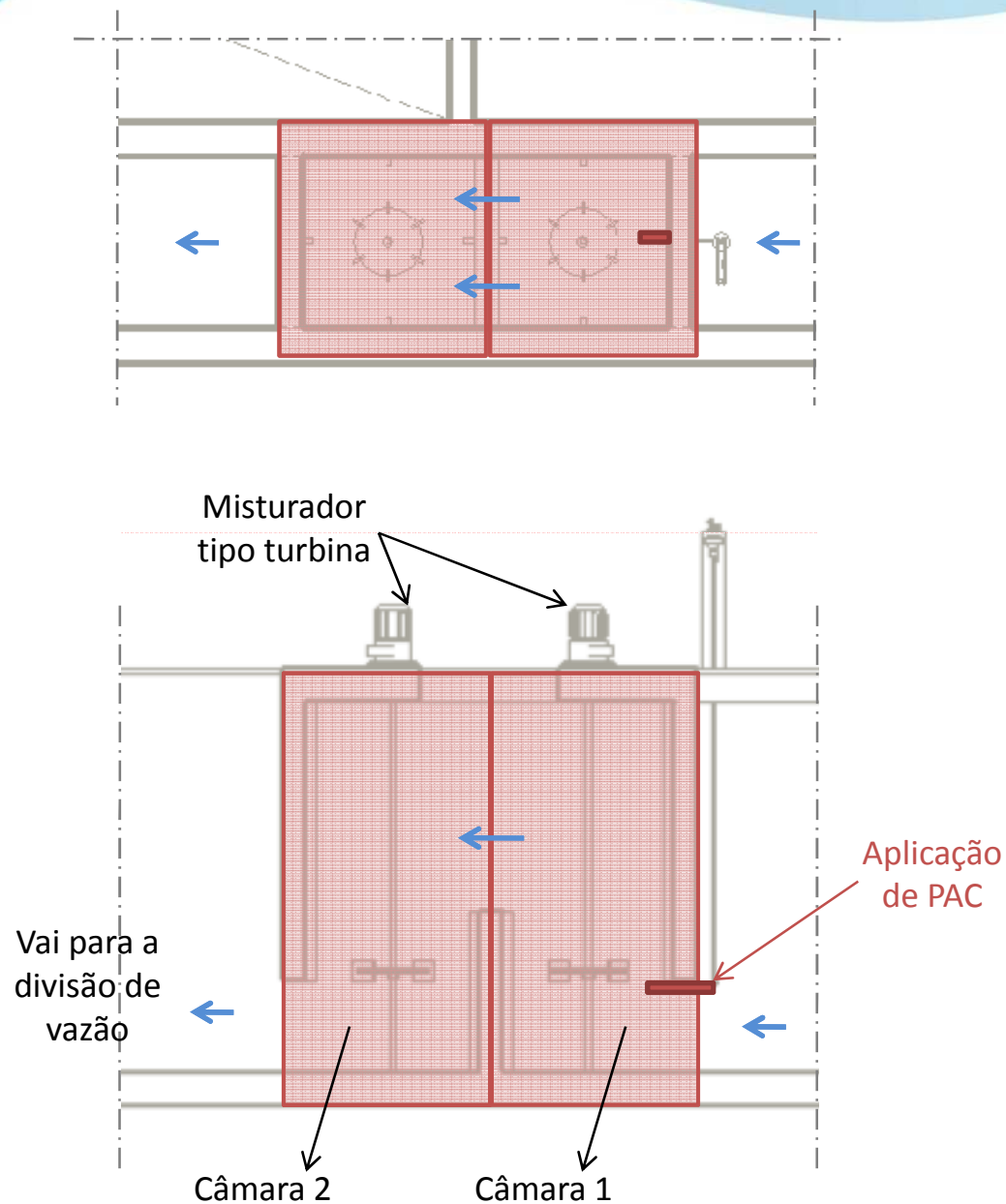
## ::NOVA UNIDADE DE PRÉ-OXIDAÇÃO

- Construção de uma unidade de pré-oxidação provida de chicanas para escoamento horizontal.
- Unidade compartimentada: duas câmaras em paralelo, com 26 chicanas.
- Dimensões internas das câmaras:
  - Comprimento de 32,20 m;
  - Largura de 7,00 m;
  - Altura útil de 5,10 m.
- Tempo de contato total 30 min (15 min para o dióxido de cloro e 15 min para o cloro).
- Aplicação de dióxido de cloro na chegada de água bruta e aplicação de cloro na curva da 13ª chicana



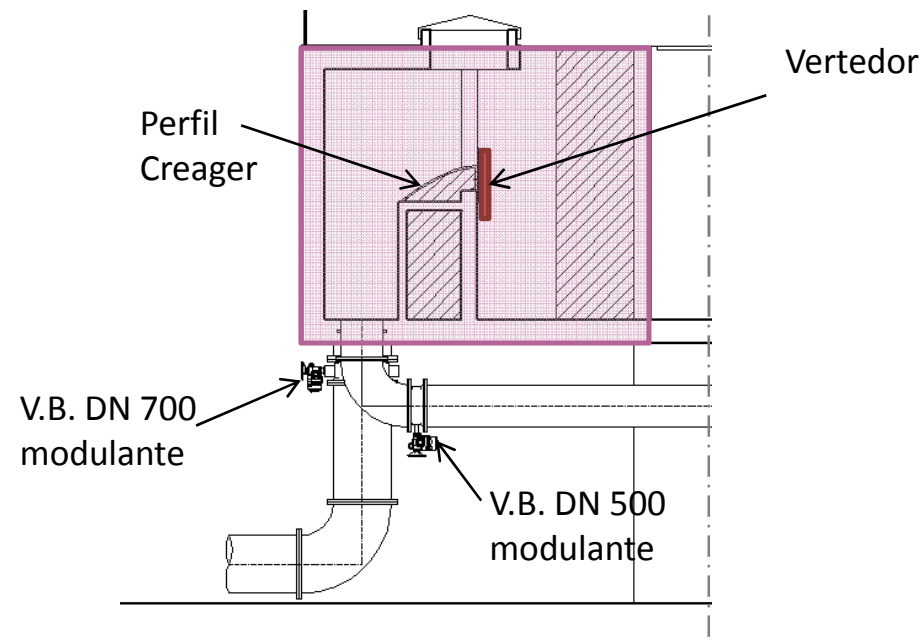
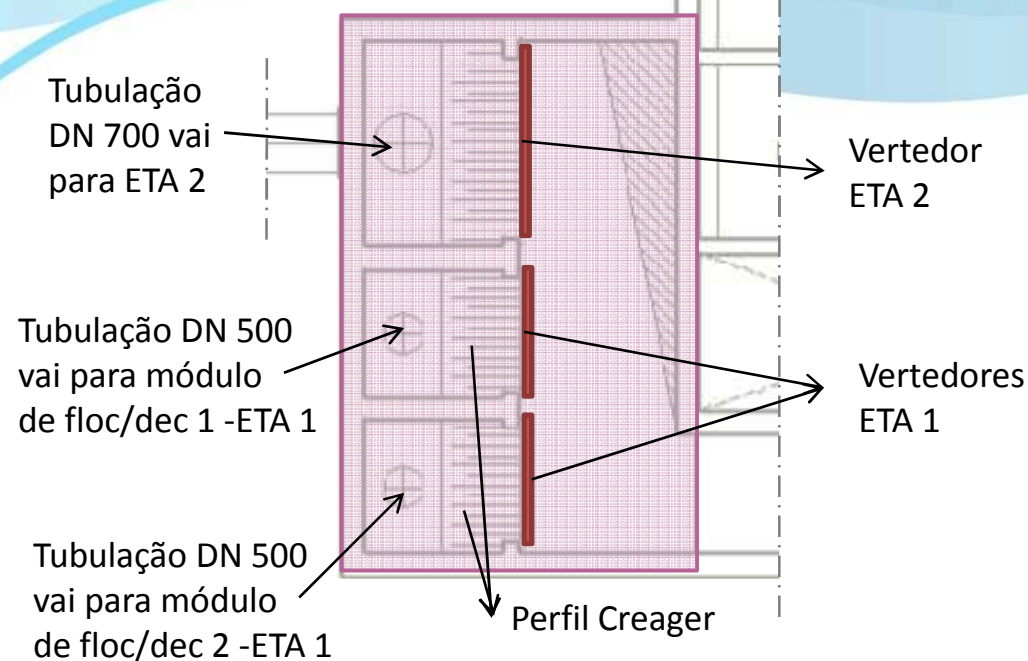
## ::NOVA UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA

- Construção de uma unidade mistura rápida mecanizada para atender a vazão total aduzida às ETAs
- Unidade composta por duas câmaras em série providas de misturadores do tipo turbina
- Dimensões das câmaras:
  - Comprimento de 1,50 m;
  - Largura de 1,50 m;
  - Altura útil de 2,25 m.
- Vantagens
  - Variação do gradiente médio de velocidade na mistura em função da qualidade da água afluyente;
  - Redução da flotação de flocos;
  - Coagulação em um único ponto.



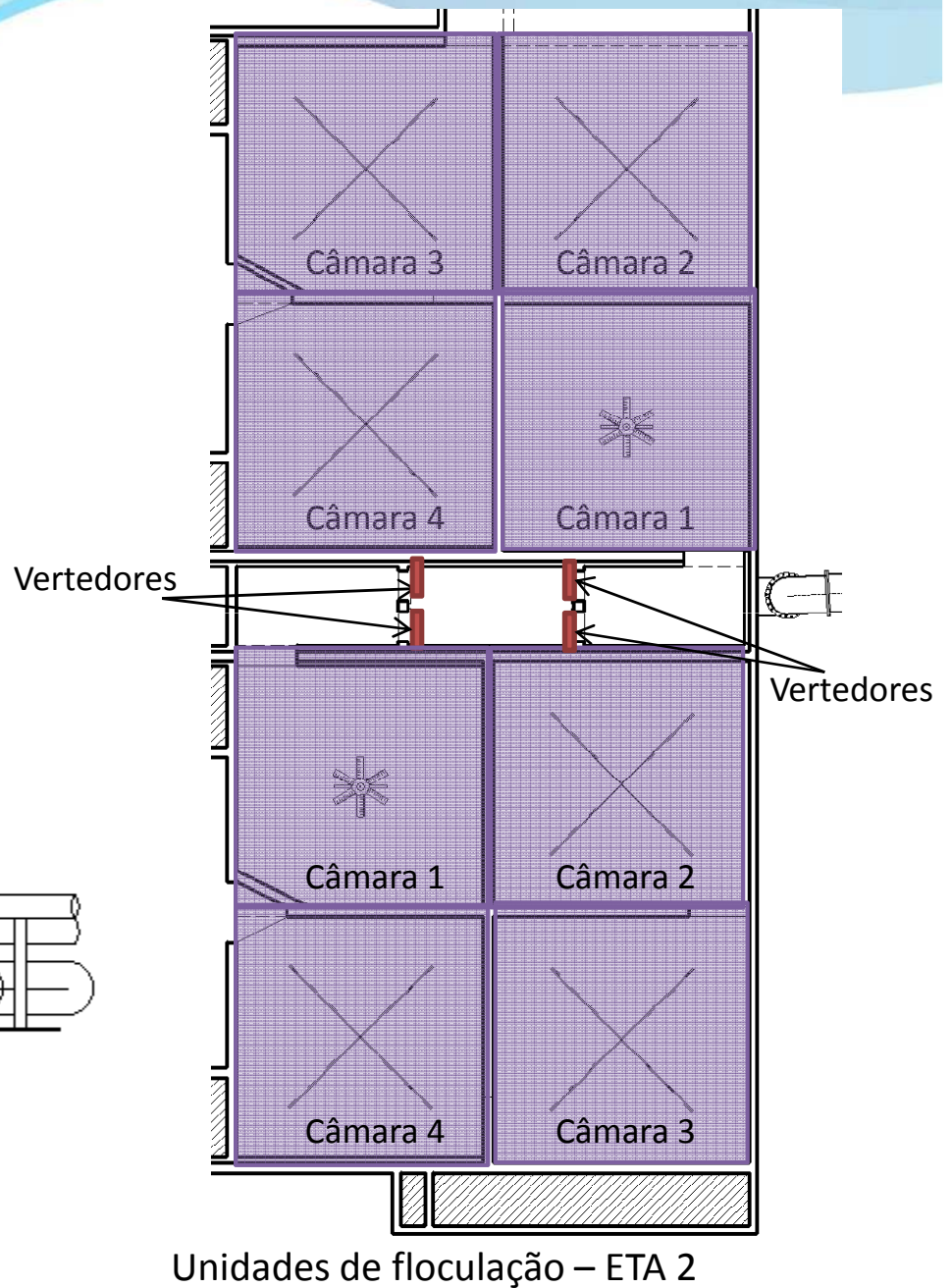
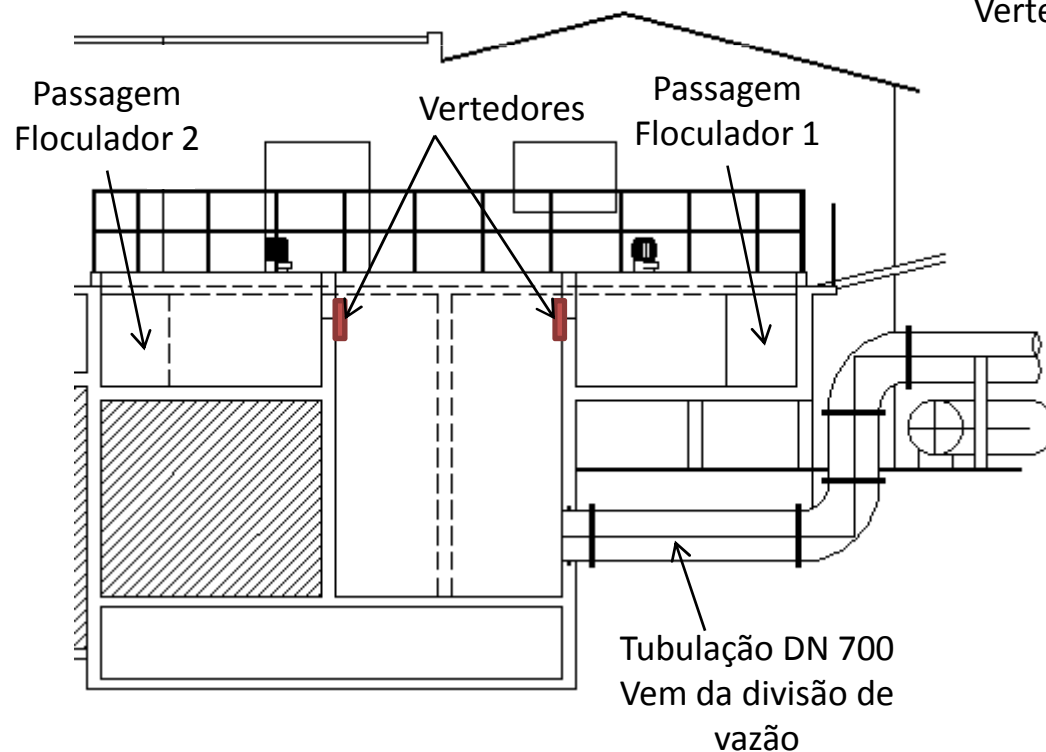
## ::NOVA UNIDADE DE DIVISÃO DE VAZÃO

- 3 vertedores retangular com perfil Creager:
  - 2 vertedores com largura útil de 1,375 m para ETA 1;
  - 1 vertedor com largura útil de 2,25 m para a ETA 2.
- A água coagulada será veiculada para ETA 2 por uma tubulação DN 700 e para a ETA 1 por duas DN 500. As tubulações serão providas de V.B. modulante.
- O perfil creager e as V.B. modulante visam reduzindo a inserção de ar e flotação de flocos.

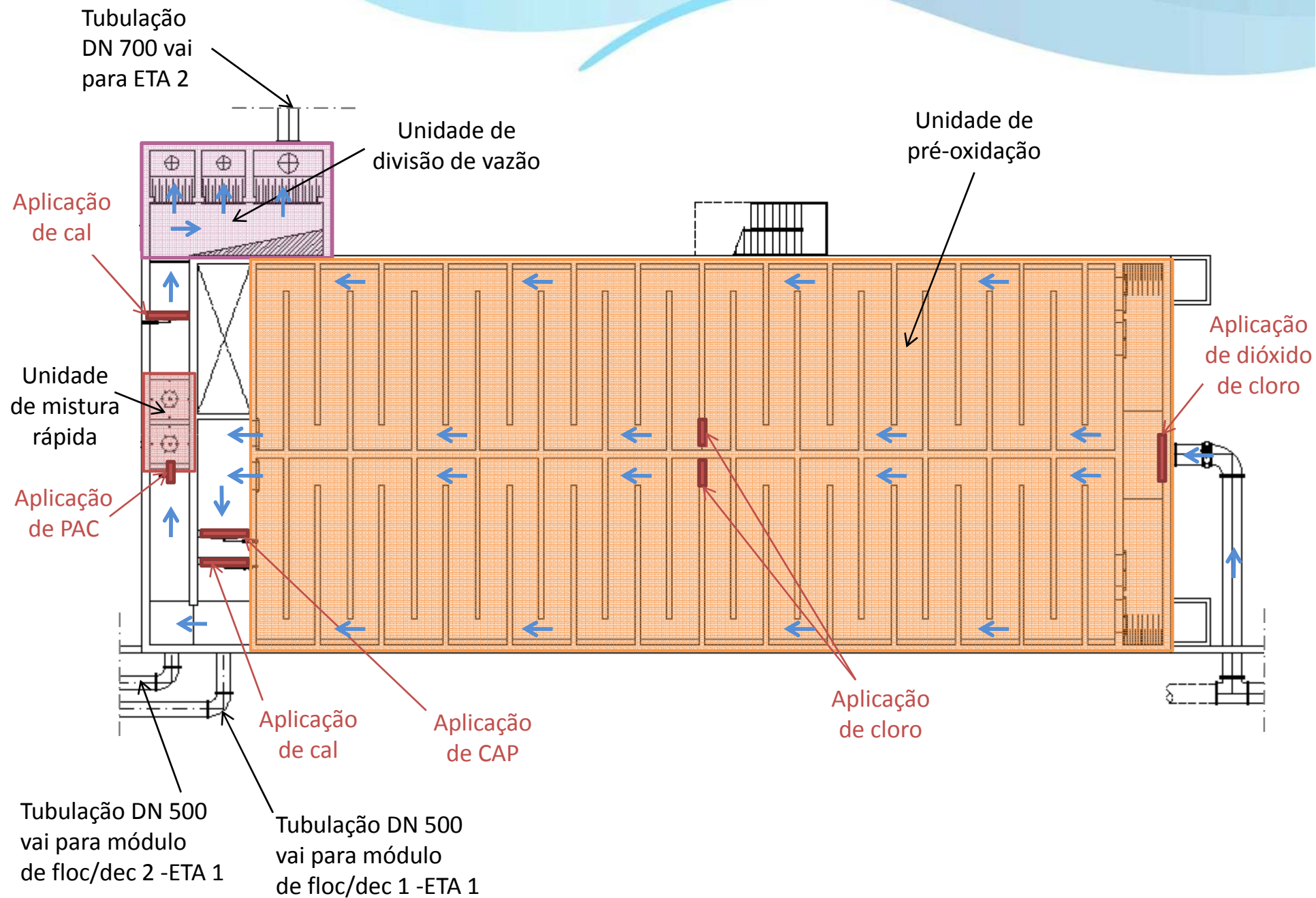


## ::DIVISÃO DE VAZÃO NA ETA 2

- A divisão de vazão entre os módulos de floculação/decantação da ETA 2 será efetuada através de 4 vertedores instalados no canal entre as unidades.

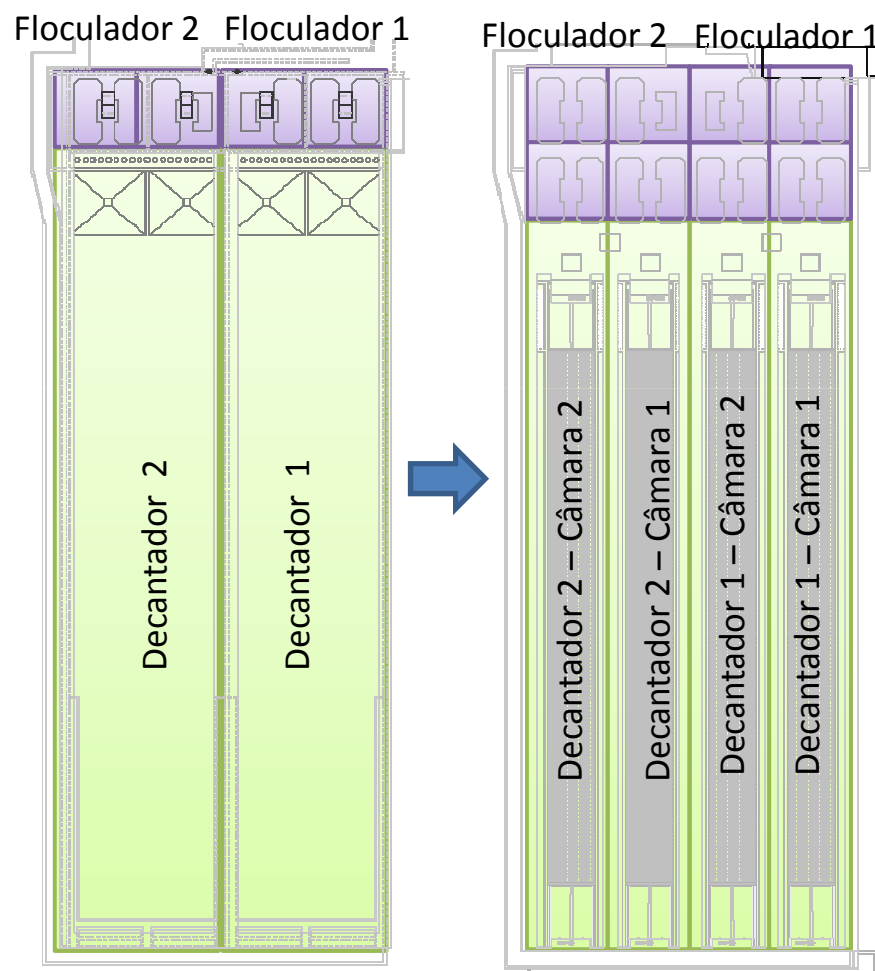




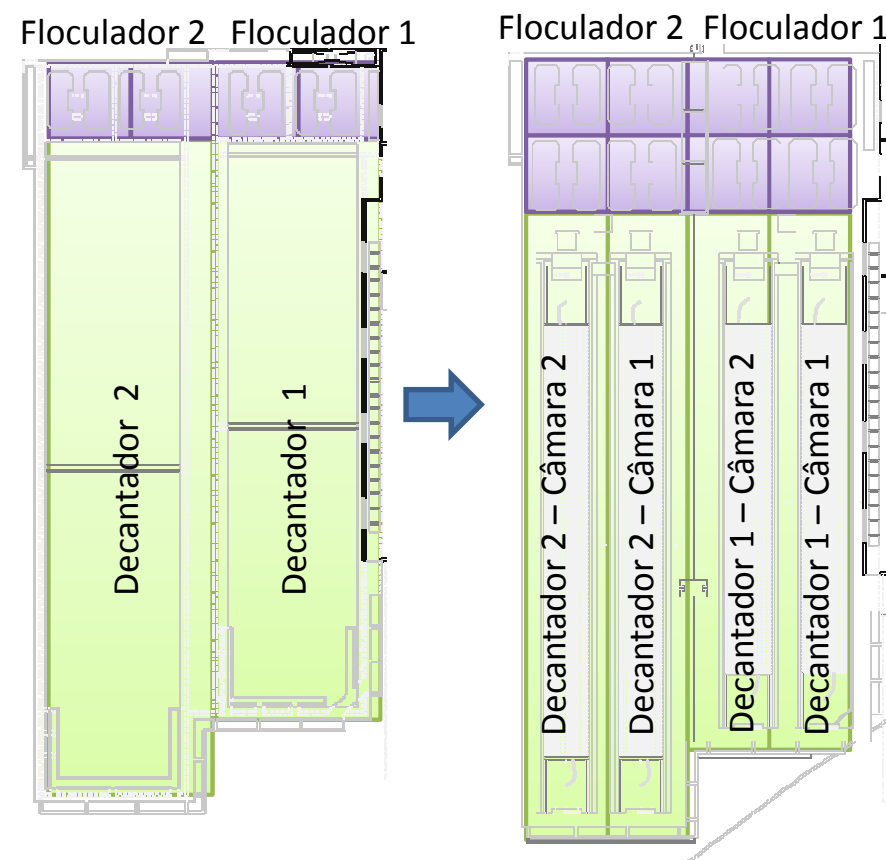




## ::MÓDULOS DE FLOCULAÇÃO/ DECANTAÇÃO (REFORMA)



Módulos de floculação/decantação – ETA 1  
Antes e após a reforma



Módulos de floculação/decantação – ETA 2  
Antes e após a reforma

## ::UNIDADES DE FLOCULAÇÃO (REFORMA)

- Construção de duas câmaras de floculação adicionais em cada unidade de floculação – resultando 4 câmaras em série.

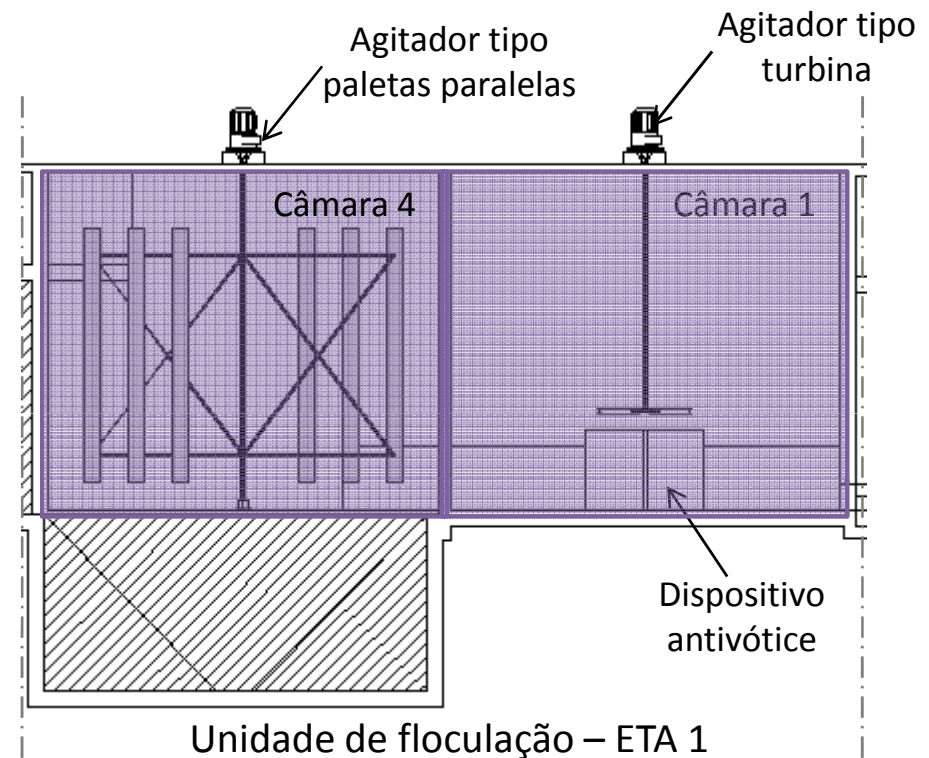
- Tempo de floculação:

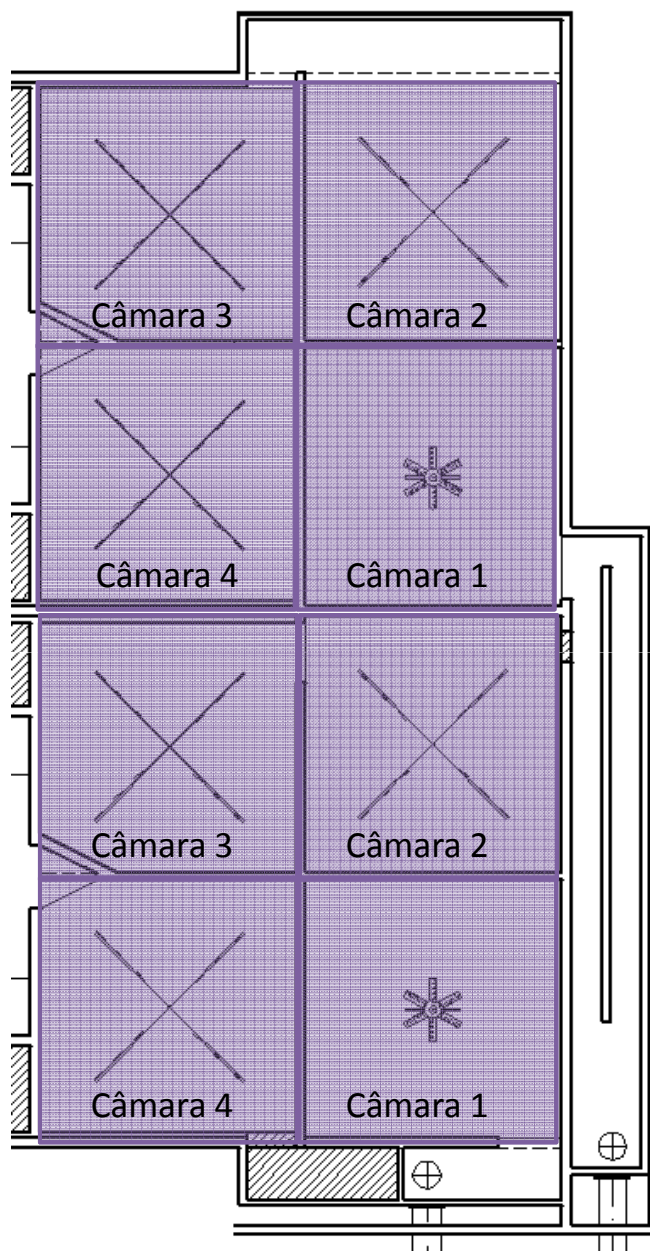
ETA	Módulo de floculação/decantação	Tempo teórico de floculação (min)
1	1	23,5
	2	23,5
2	1	29,2
	2	29,2

- Equipamentos de floculação:

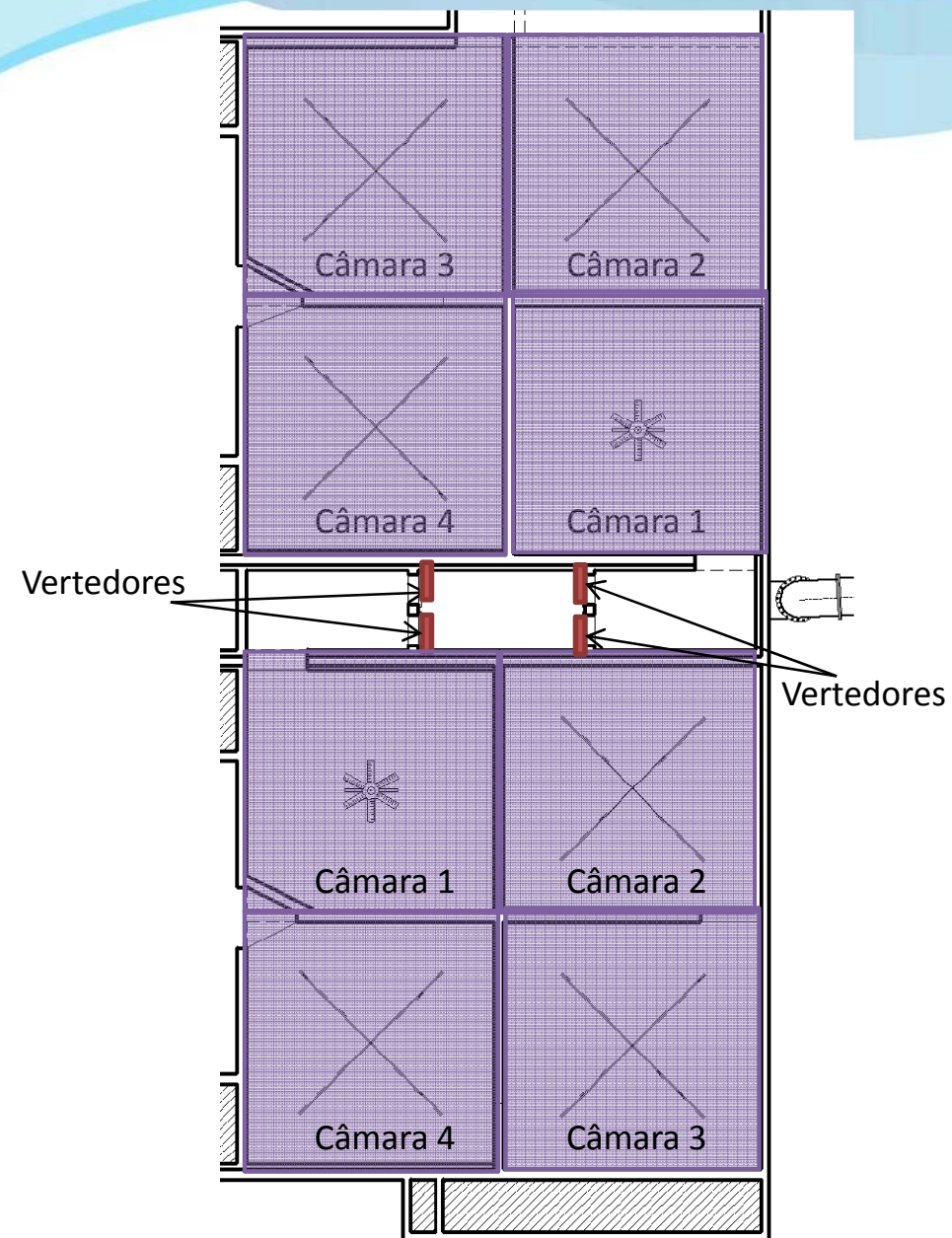
Turbina – 1ª câmara de floculação;

Paletas paralelas ao eixo vertical – 2ª, 3ª e 4ª câmara de floculação.





Unidades de floculação – ETA 1



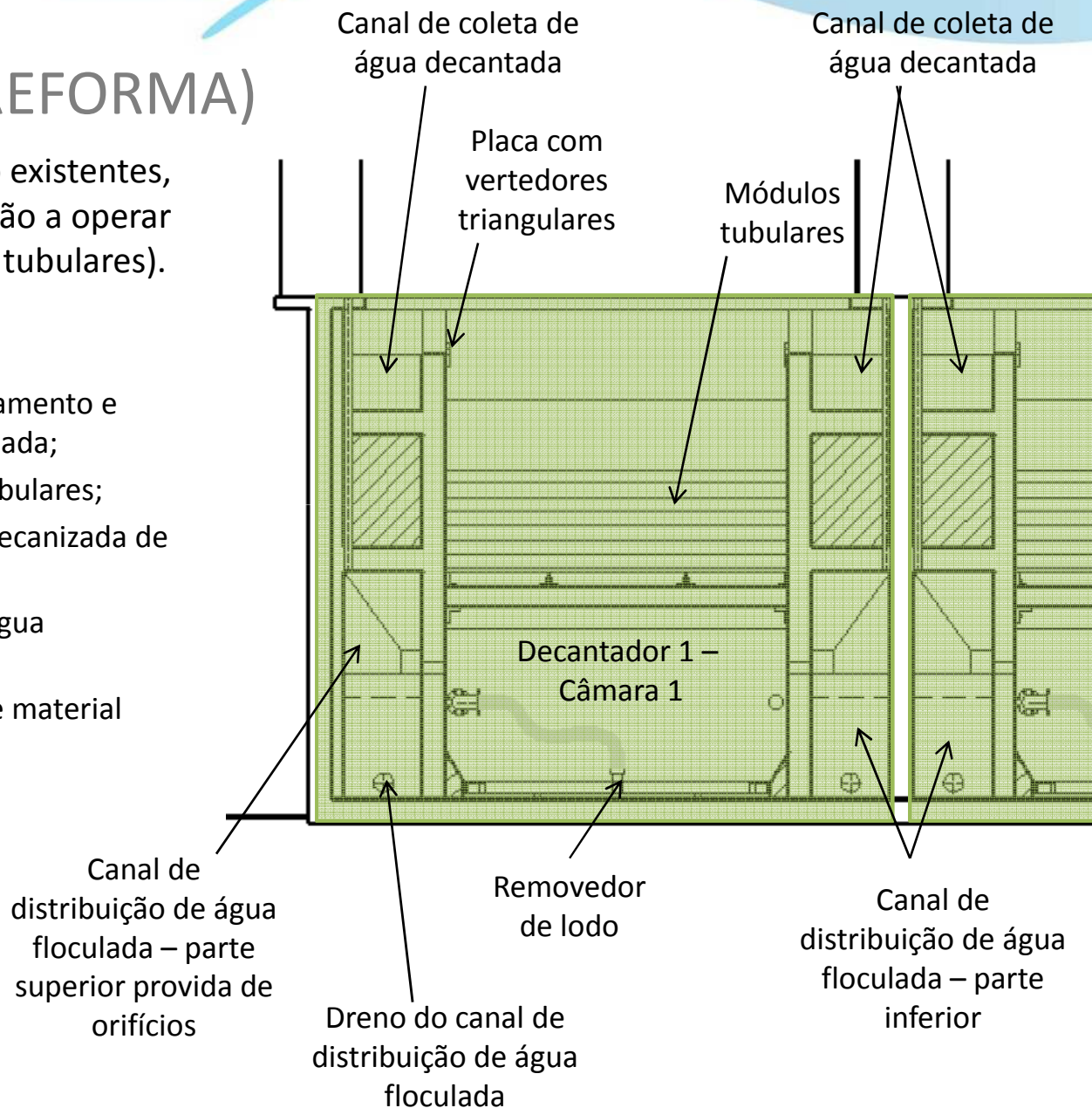
Unidades de floculação – ETA 2

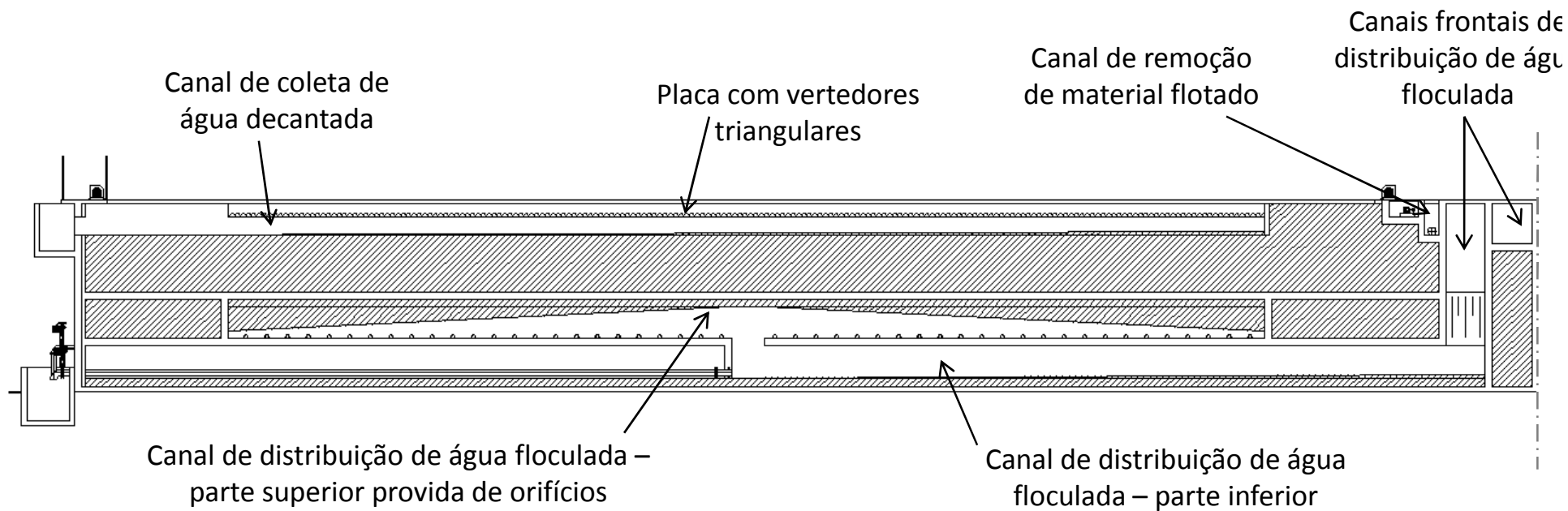
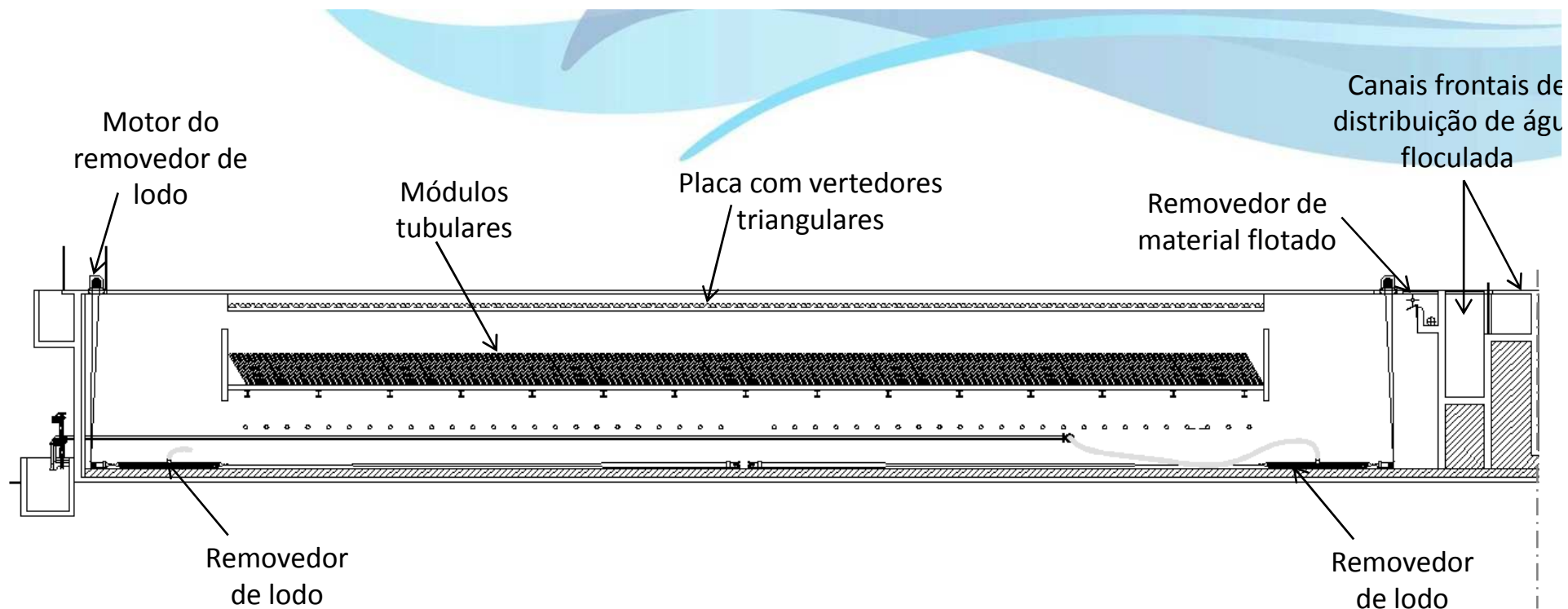
## ::UNIDADES DE DECANTAÇÃO (REFORMA)

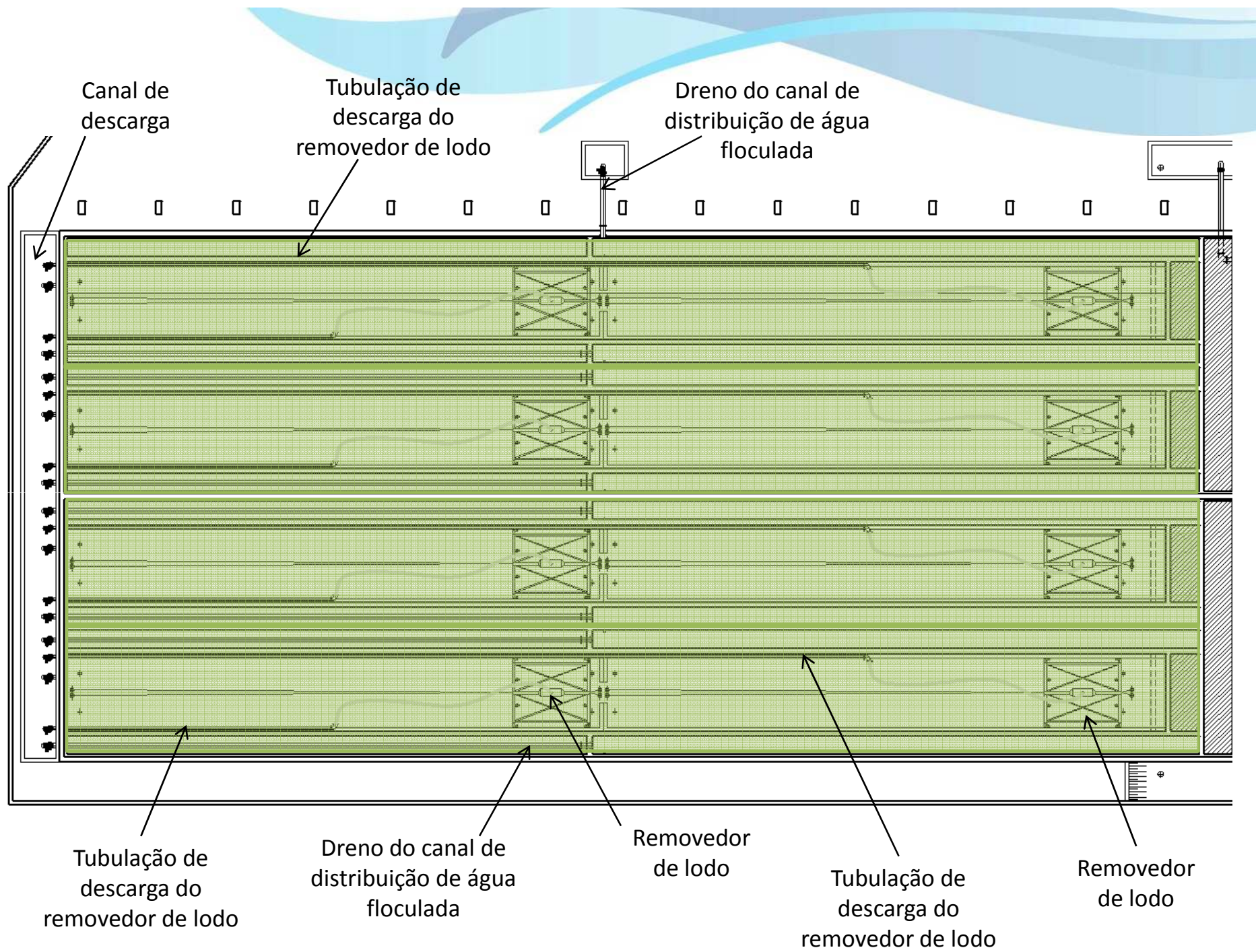
- As unidades de decantação existentes, do tipo convencional, passarão a operar com alta taxa (com módulos tubulares).

- Alterações previstas:

- Alterações no encaminhamento e distribuição da água floculada;
- Instalação de módulos tubulares;
- Instalação de remoção mecanizada de lodo;
- Alterações na coleta de água decantada;
- Instalação de remoção de material flotado.





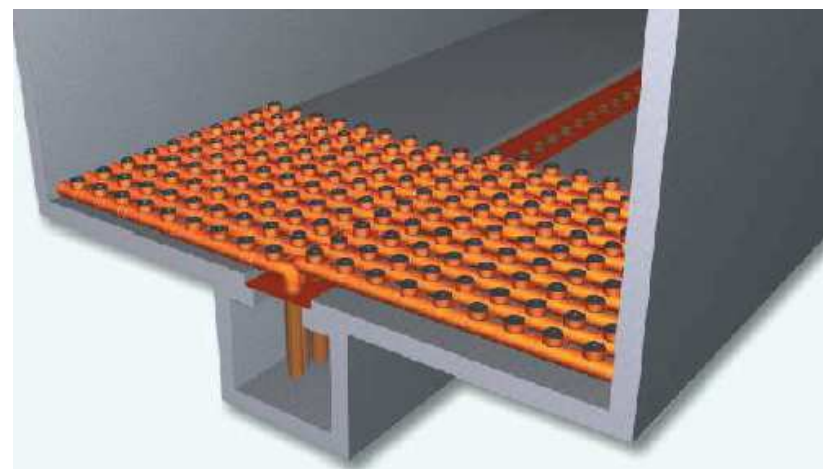
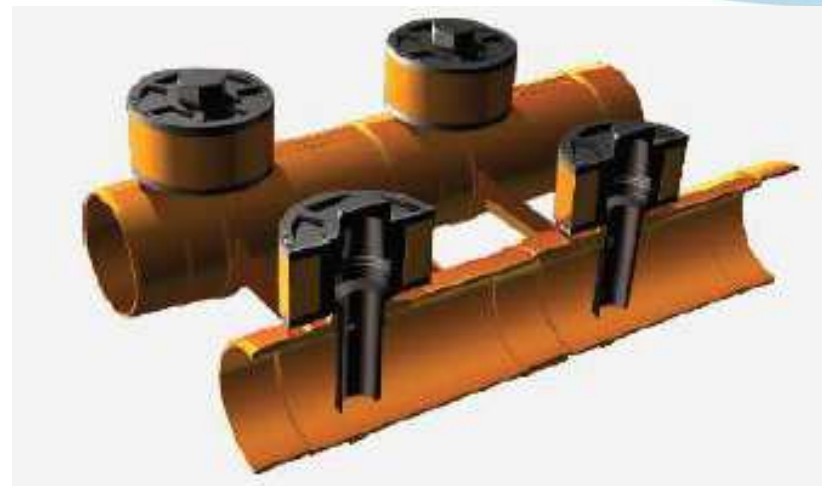




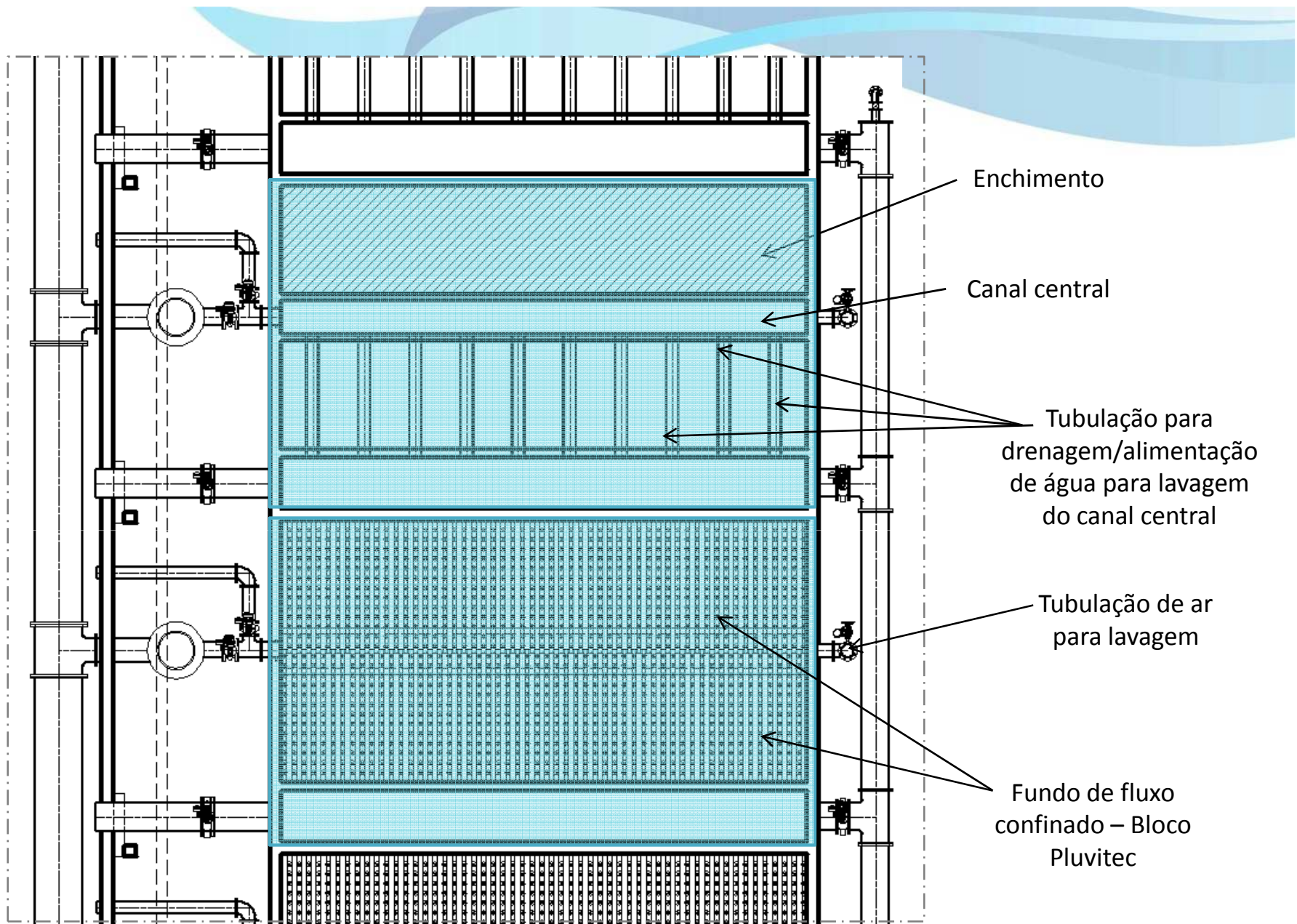
## ::UNIDADES DE FILTRAÇÃO (REFORMA)

•As principais intervenções previstas para a reforma das unidades de filtração existentes foram:

- Substituição do meio filtrante;
  - Alteração do método de lavagem dos filtros, com implantação da lavagem com ar e a adequação da lavagem com água;
  - Substituição das crepinas e adequação do fundo dos filtros;
  - Modificação da entrada de água decantada nos filtros;
  - Substituição dos comandos das válvulas e comportas existentes por comandos eletromecânicos.
- Nos filtros da ETA 1 também serão substituídas tubulações e válvulas de descarga por válvulas de maior diâmetro.

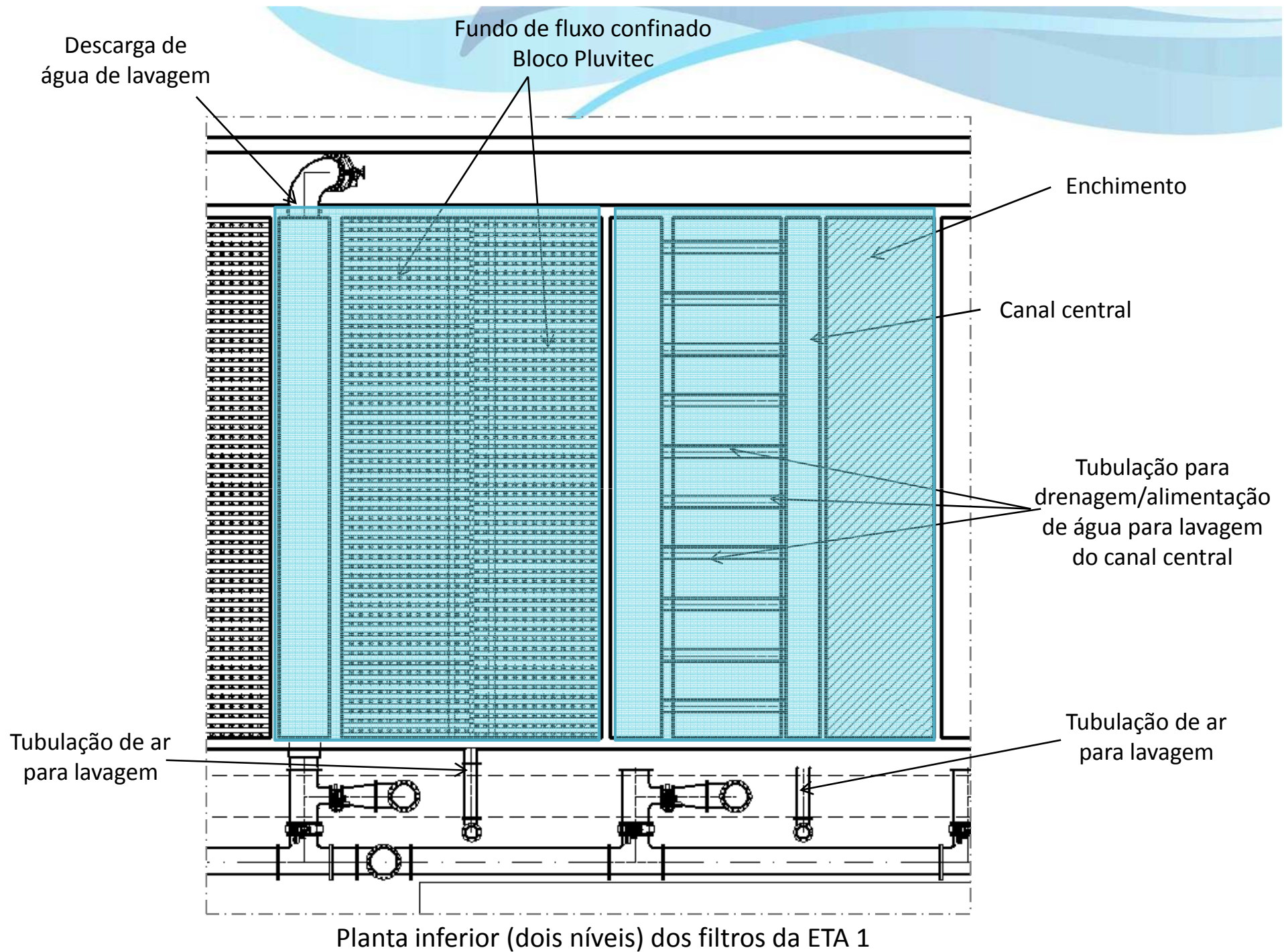


Fundo de fluxo confinado – Blocos Pluvitec



Planta inferior (dois níveis) dos filtros da ETA 2





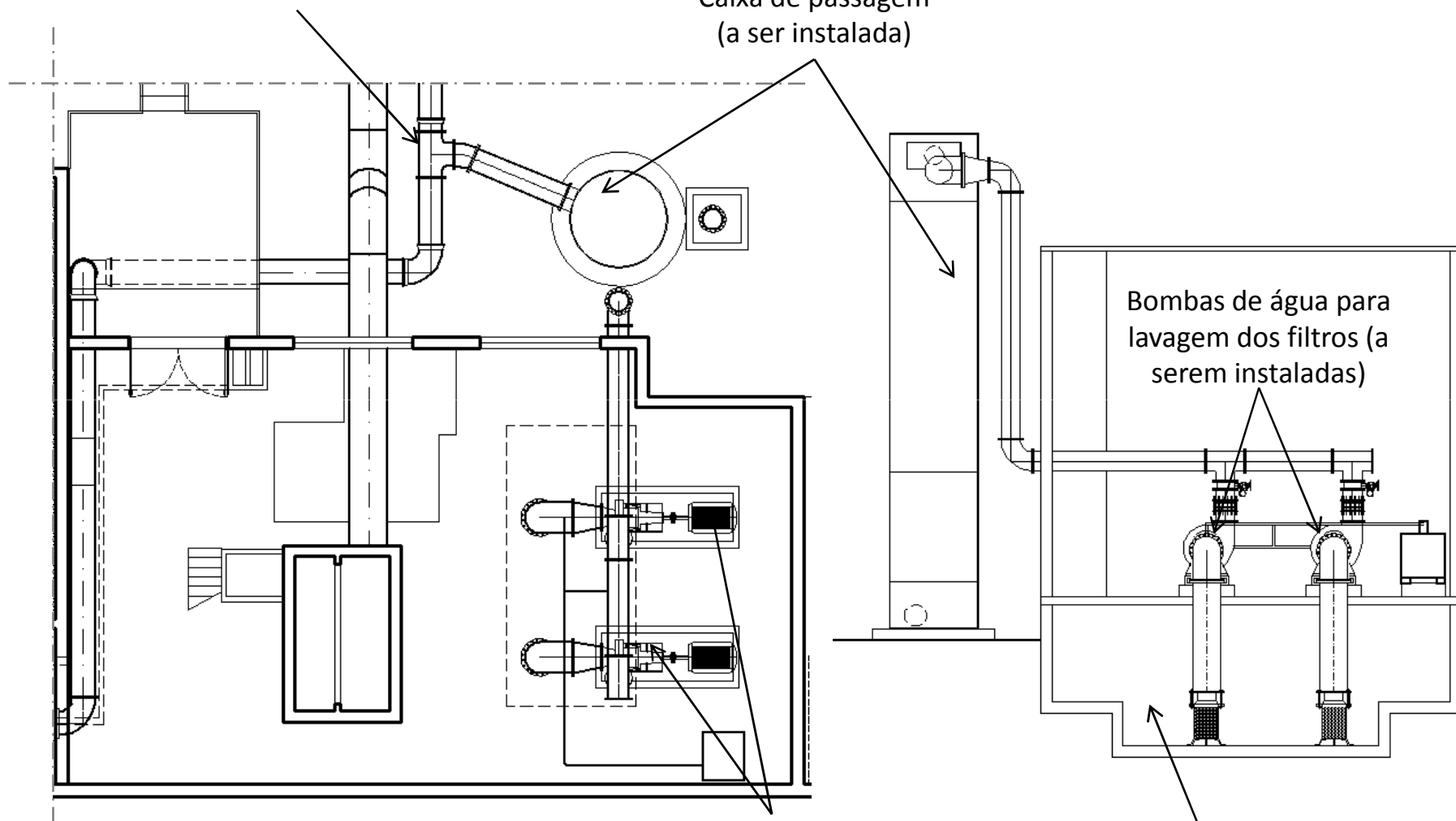
Conexão com a tubulação  
existente de água para  
lavagem (a ser instalada)

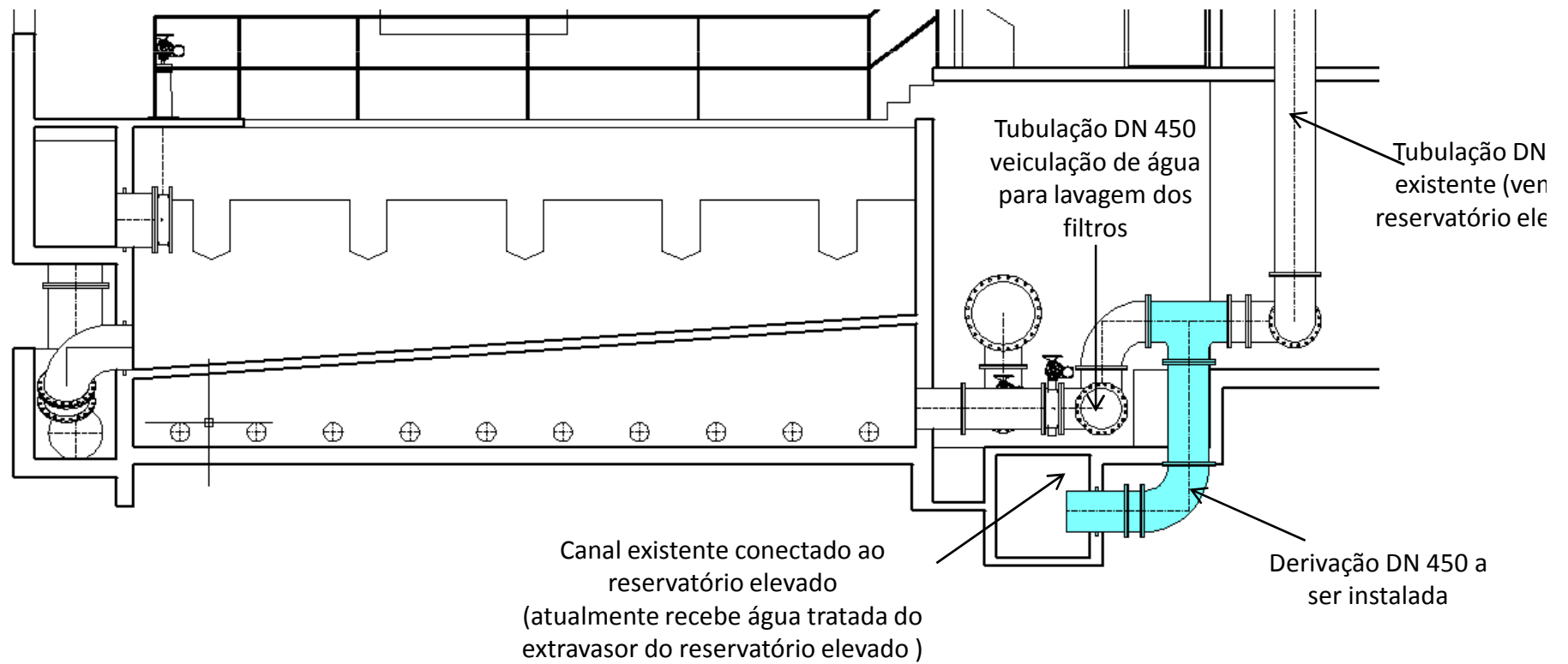
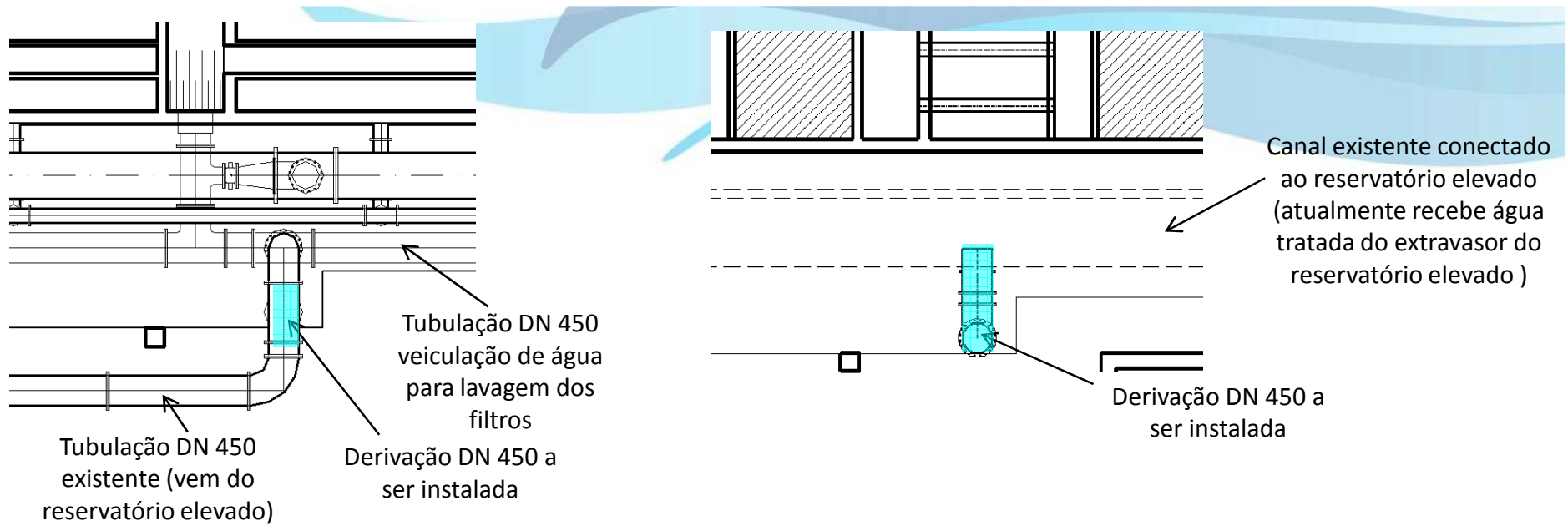
Caixa de passagem  
(a ser instalada)

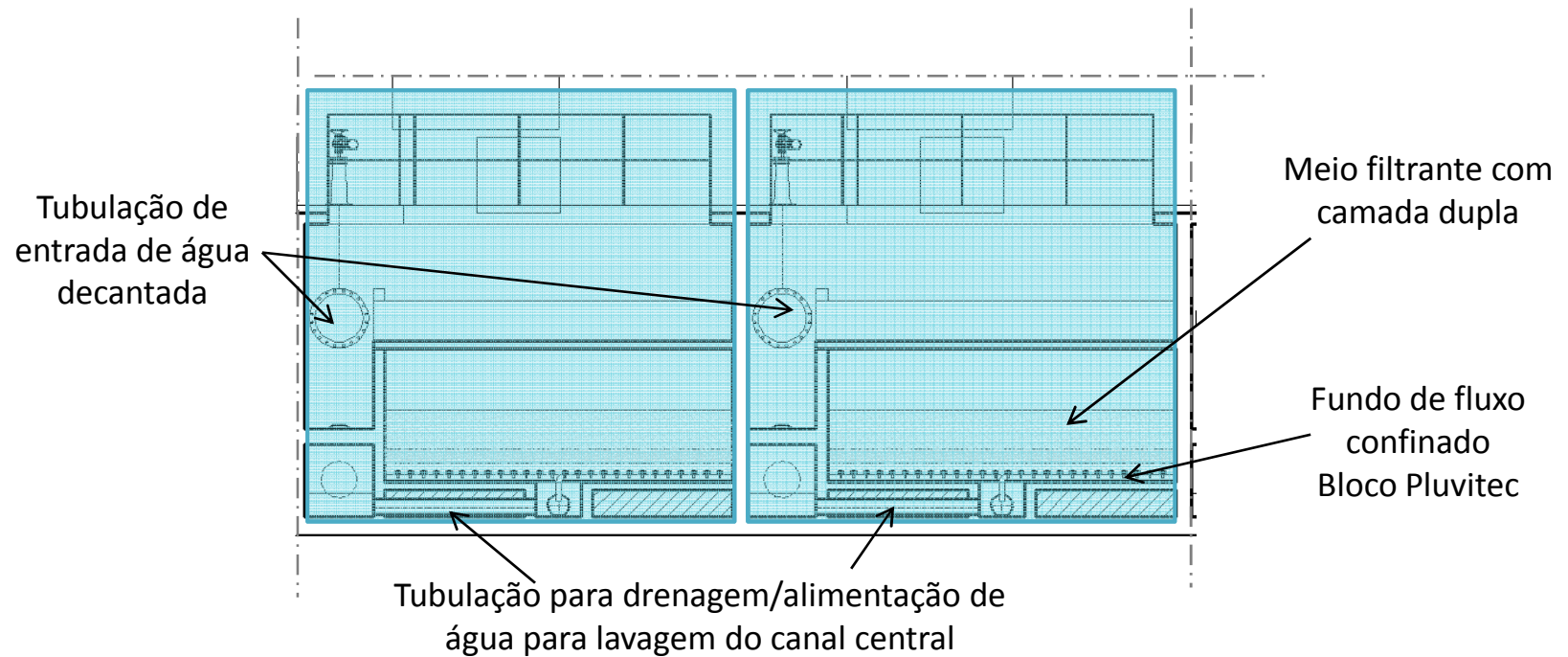
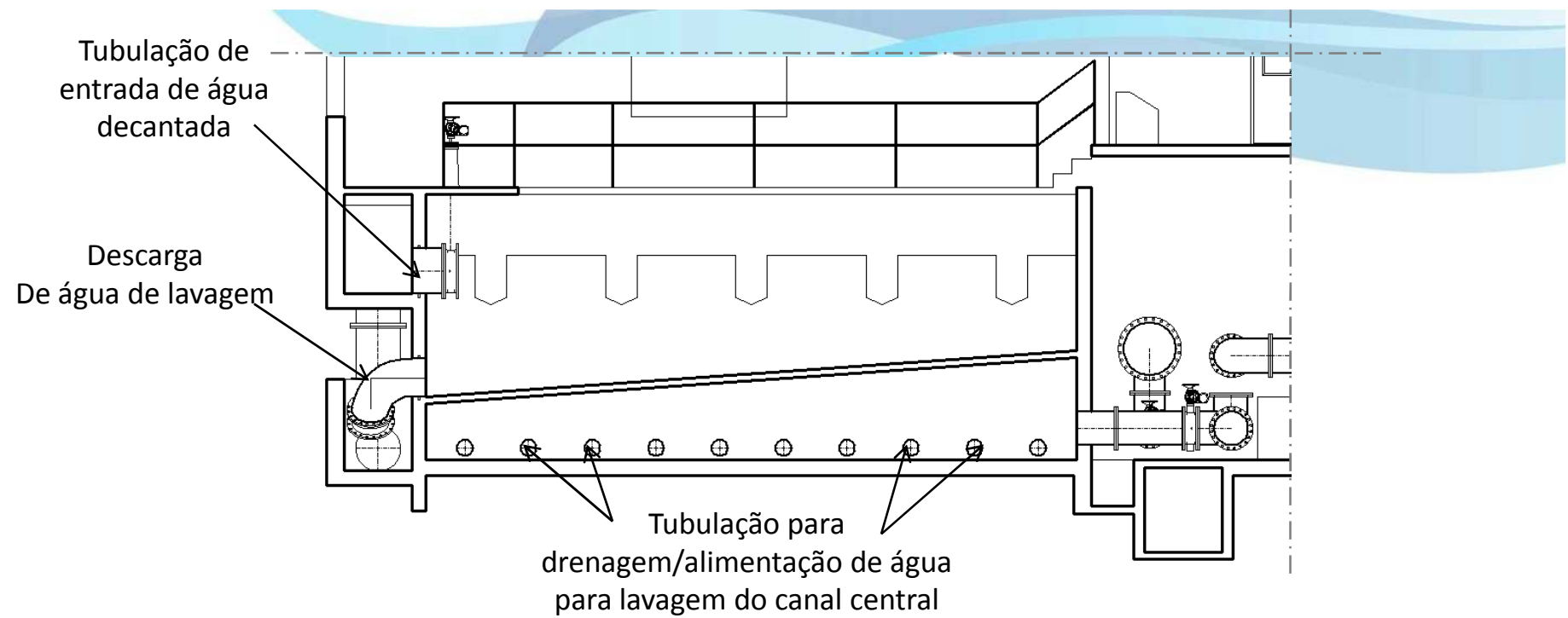
Bombas de água para  
lavagem dos filtros (a  
serem instaladas)

Bombas de água para  
lavagem dos filtros (a  
serem instaladas)

Reservatório enterrado de  
água filtrada da ETA 1  
(existente)







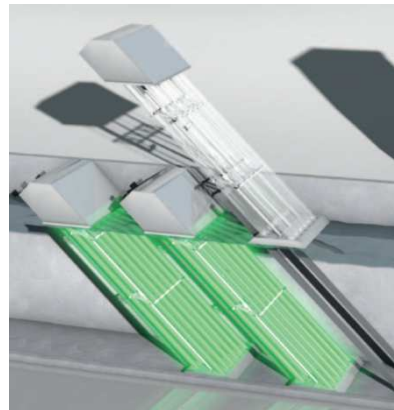
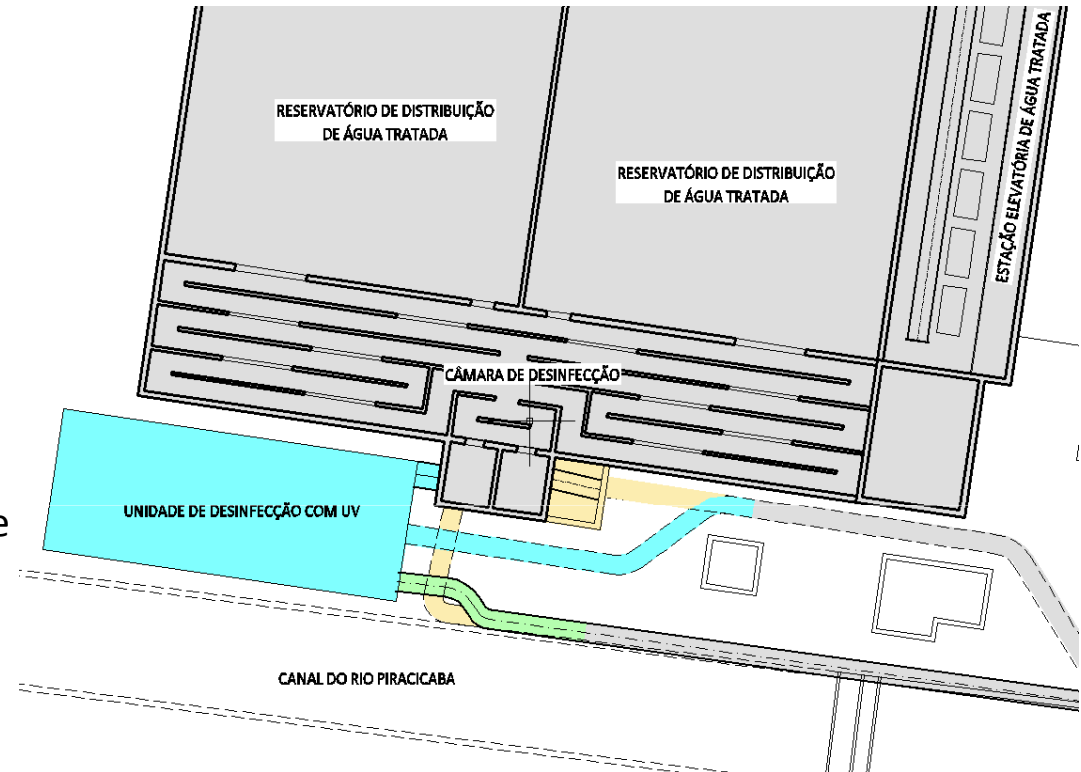
# ::NOVA UNIDADE DE DESINFECÇÃO COM UV

- Proposto para garantir a qualidade microbiológica da água tratada
- Desinfecção da água filtrada com inativação de 99,9% de *cryptosporidium*
- Desinfecção UV proposta em canal com escoamento livre provido de módulos de lâmpadas UV com inclinação 45°

Adequado para a baixa carga hidráulica disponível - em torno de 0,30 m

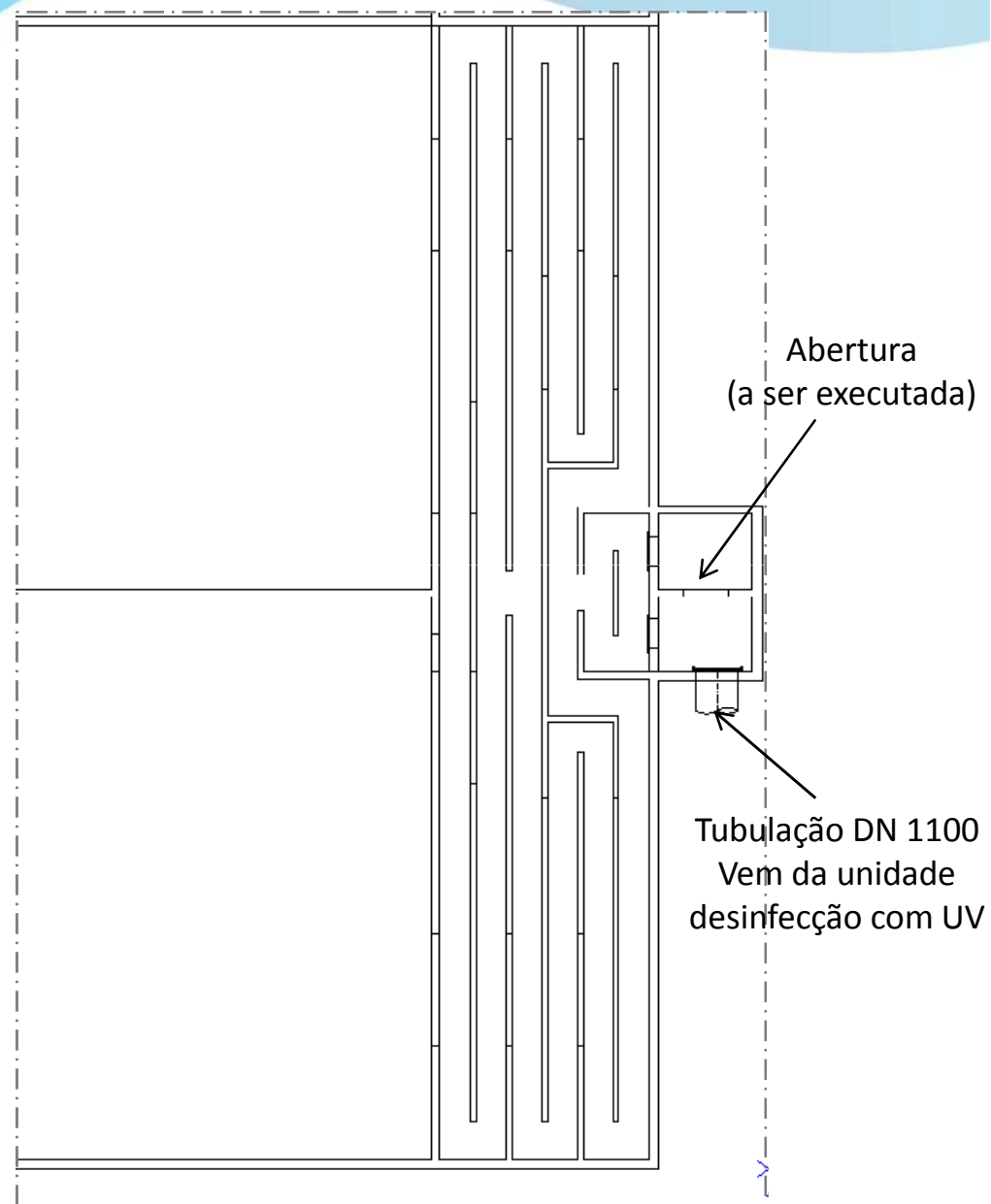
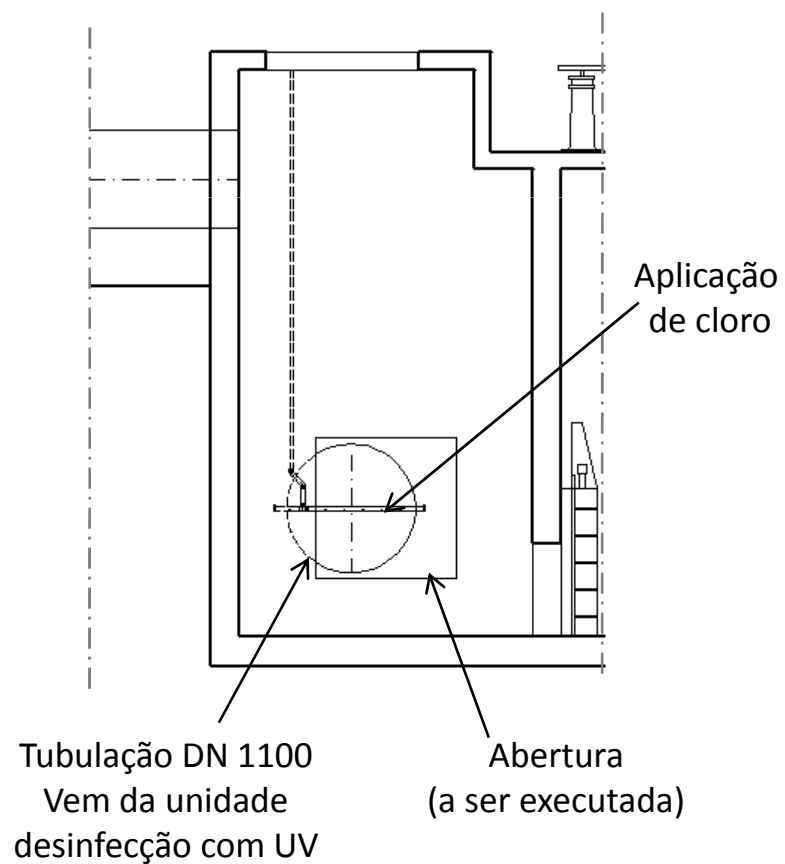
Os módulos permitem a redução da profundidade do canal, ao mesmo tempo que mantém uma pequena área de ocupação

- Uso de lâmpadas de 600 W com transmitância mínima de 84 %



## ::CÂMARA DE CONTATO (REFORMA)

- Em função da implantação da unidade de desinfecção com UV a montante da câmara de contato

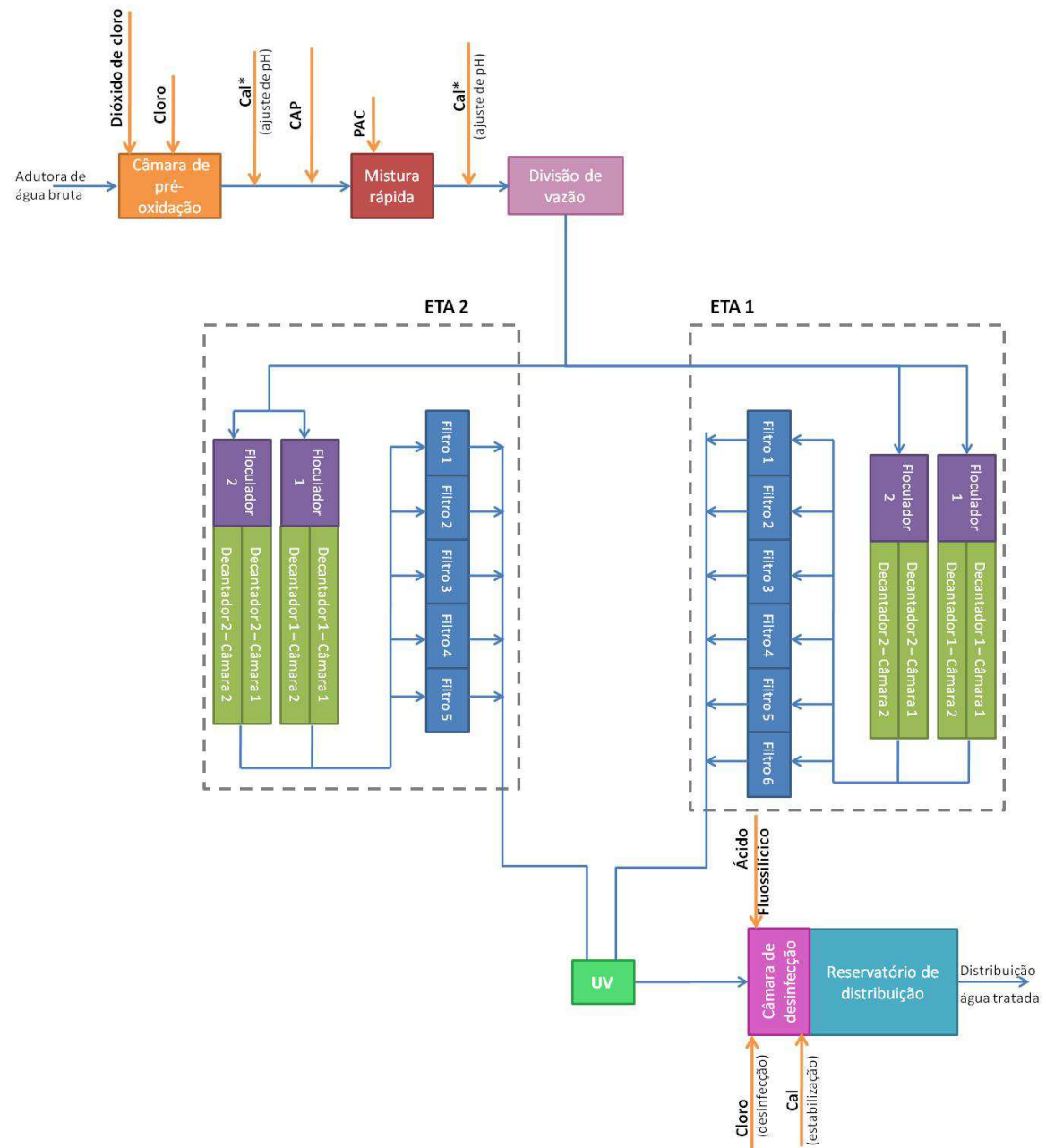




## ::REFORMA E AMPLIAÇÃO DOS PRODUTOS QUÍMICOS

- Adequação de sistemas existentes:
  - Cloro (desinfecção)
  - PAC (coagulação)
- Construção de novas instalações:
  - Dióxido de cloro (pré-oxidação)
  - CAP
  - Cal hidratada (ajuste de pH de coagulação)
  - Ácido fluossilícico



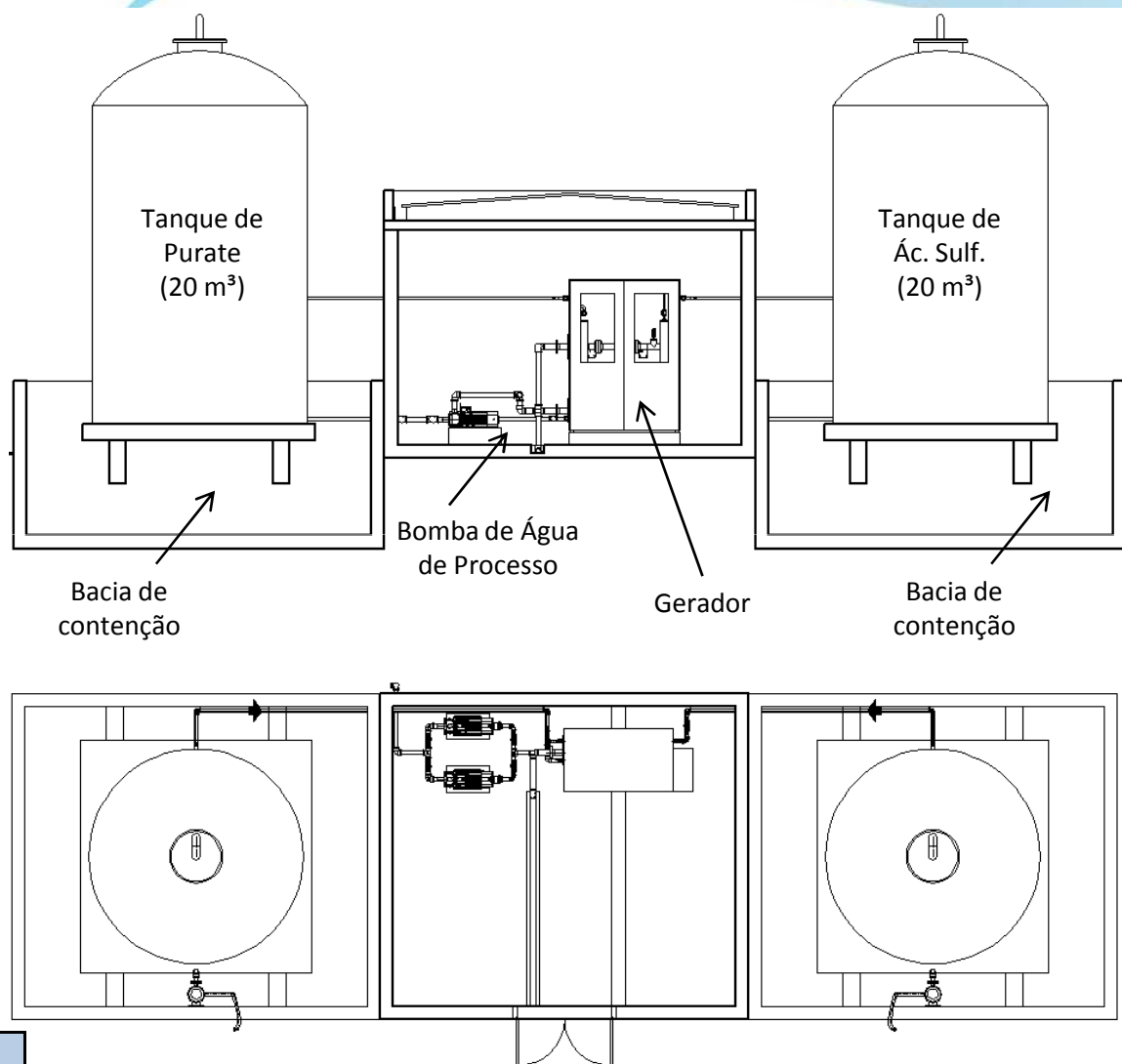




# Dióxido de cloro (novas instalações)

- Geração de dióxido de cloro: sistema SVP (Purate e ácido sulfúrico 78%).
- Instalação com abrigo para o gerador de dióxido de cloro e bacia de contenção para os tanques de armazenamento.
- Armazenamento: 2 tanques de 20 m<sup>3</sup> (1 Purate e 1 ácido sulfúrico).
- Aplicação: 1 difusor na nova unidade de pré-oxidação
- Consumo:

Dosagem máxima (mg/L)	Consumo	
	(kg/dia)	(t/mês)
5	432	13



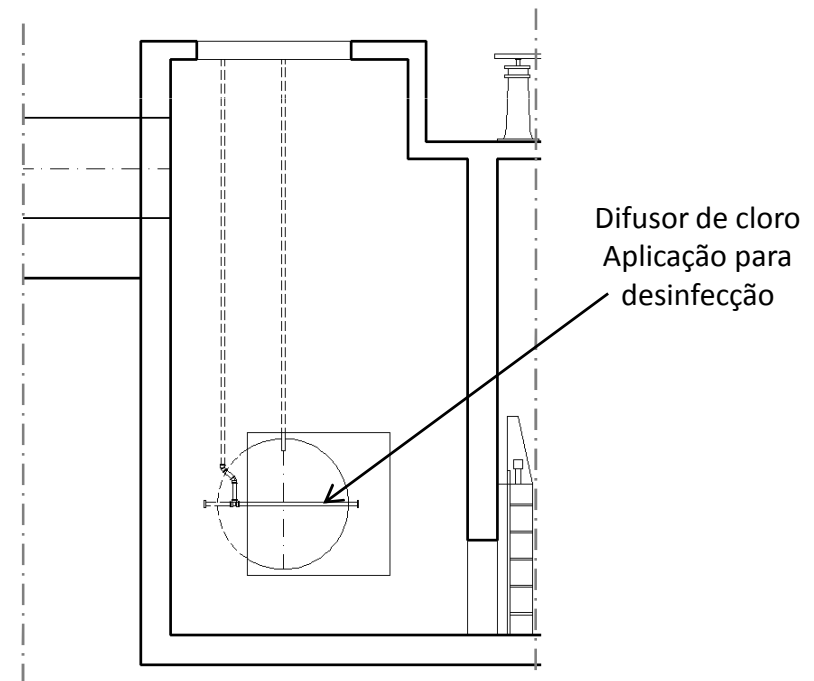
# Cloro (adequação do sistema existente)

- Uso para pré-oxidação e para desinfecção
- Substituição de equipamentos: evaporador, cloradores, injetores e bombas de água de processo
- Ampliação da capacidade de armazenamento (novas edificações) de 9 para 53 cilindros de 900 kg
- Instalação de um novo lavador de gás
- Consumo

Dosagem máxima (mg/L)	Consumo	
	(kg/dia)	(t/mês)
pré-oxidação	50	4320
desinfecção	5	432

•Aplicação para pré-oxidação: 3 linhas de injeção (1 reserva) e 2 difusores

•Aplica para estabilização: 2linhas de injeção (1 reserva) e 1 difusor



Sala de  
armazenamento  
(a ser construída)

Lavador de gás  
( a ser instalado)

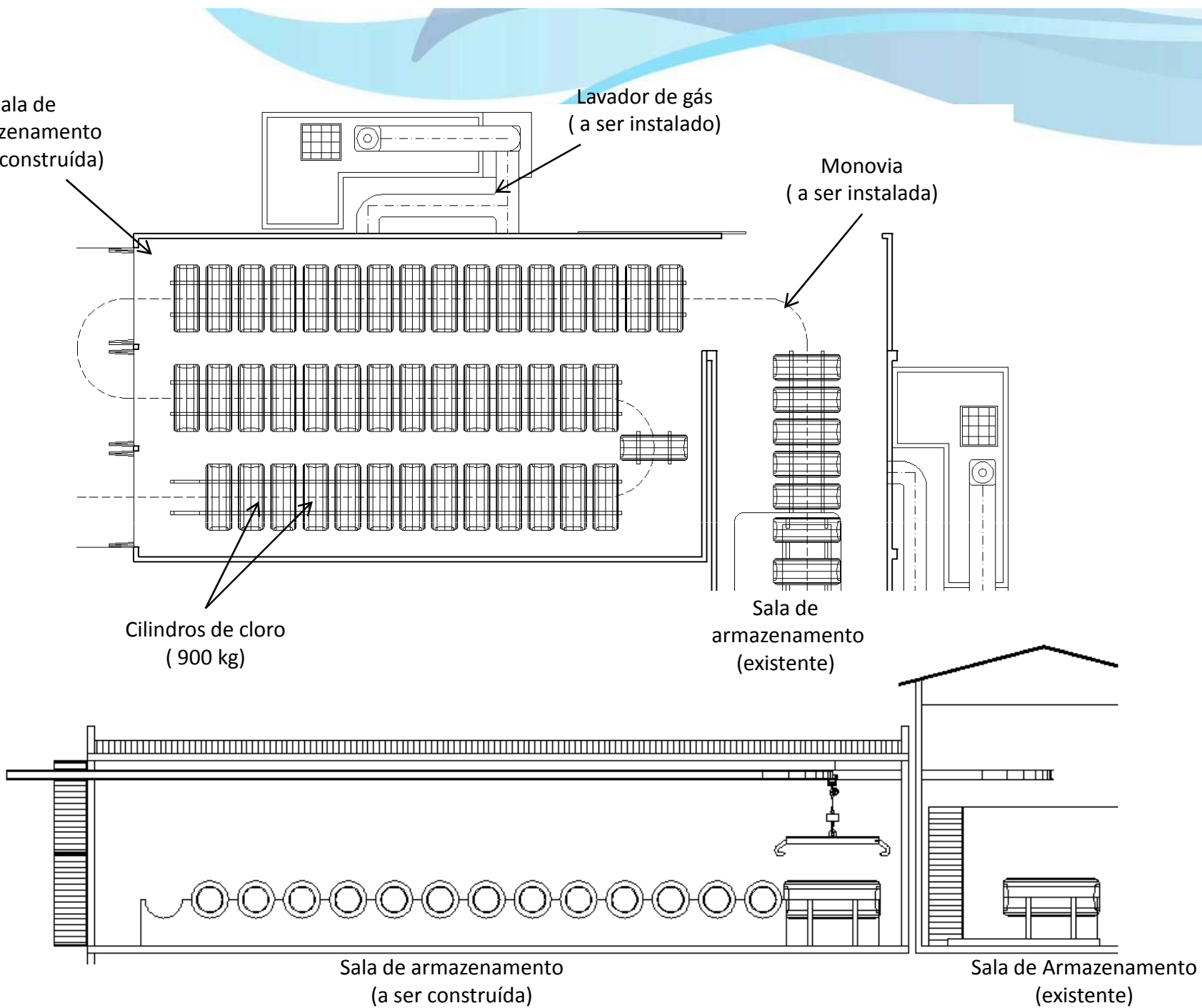
Monovia  
( a ser instalada)

Cilindros de cloro  
( 900 kg)

Sala de  
armazenamento  
(existente)

Sala de armazenamento  
(a ser construída)

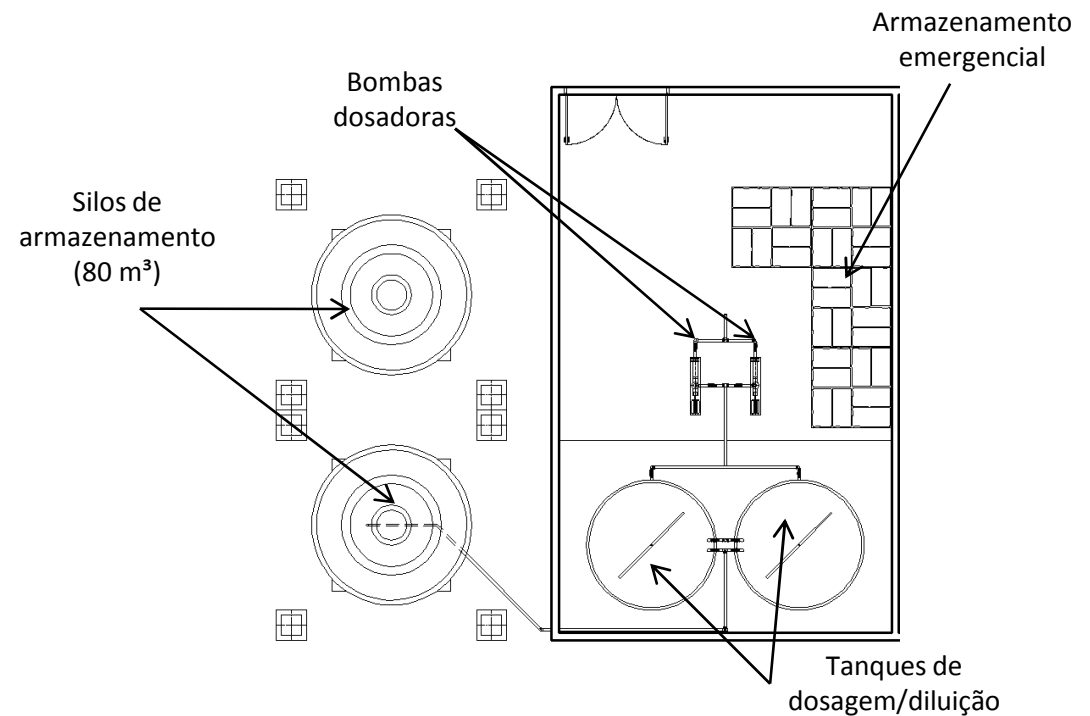
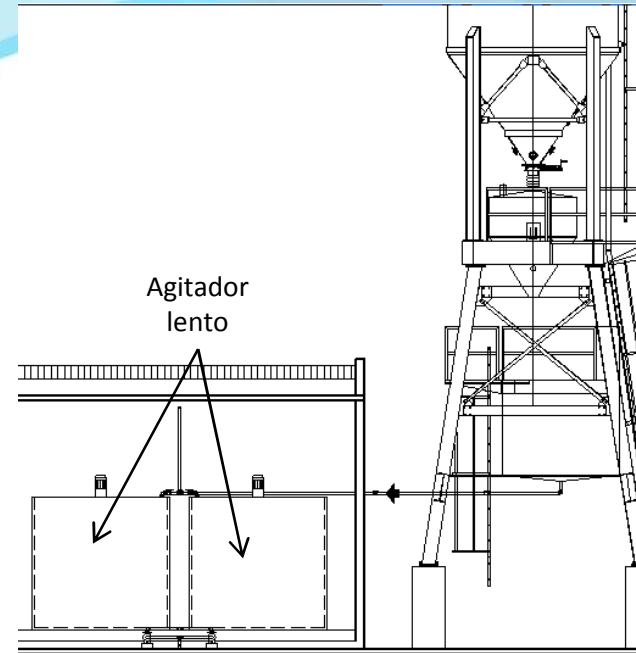
Sala de Armazenamento  
(existente)



## CAP (novas instalações)

- Construção de abrigo para as bombas e tanques de dosagem/diluição
- Armazenamento: 2 silos de 80 m<sup>3</sup>
- Armazenamento emergencial: 260 sacos.
- Aplicação: meia-cana à jusante da unidade de pré-oxidação
- Consumo:

Dosagem máxima (mg/L)	Consumo	
	(kg/dia)	(t/mês)
75	6480	194



## CAL (ajuste do pH de coagulação novas instalações)

- Construção de abrigo para as bombas e tanques de dosagem/diluição
- Novas bombas dosadoras e tanques de dosagem com misturador lento em novas edificações
- Armazenamento: 1 silo de 80 m<sup>3</sup>
- Armazenamento emergencial: 200 sacos
- Aplicação: meia-cana a jusante da pré-oxidação

### • Consumo:

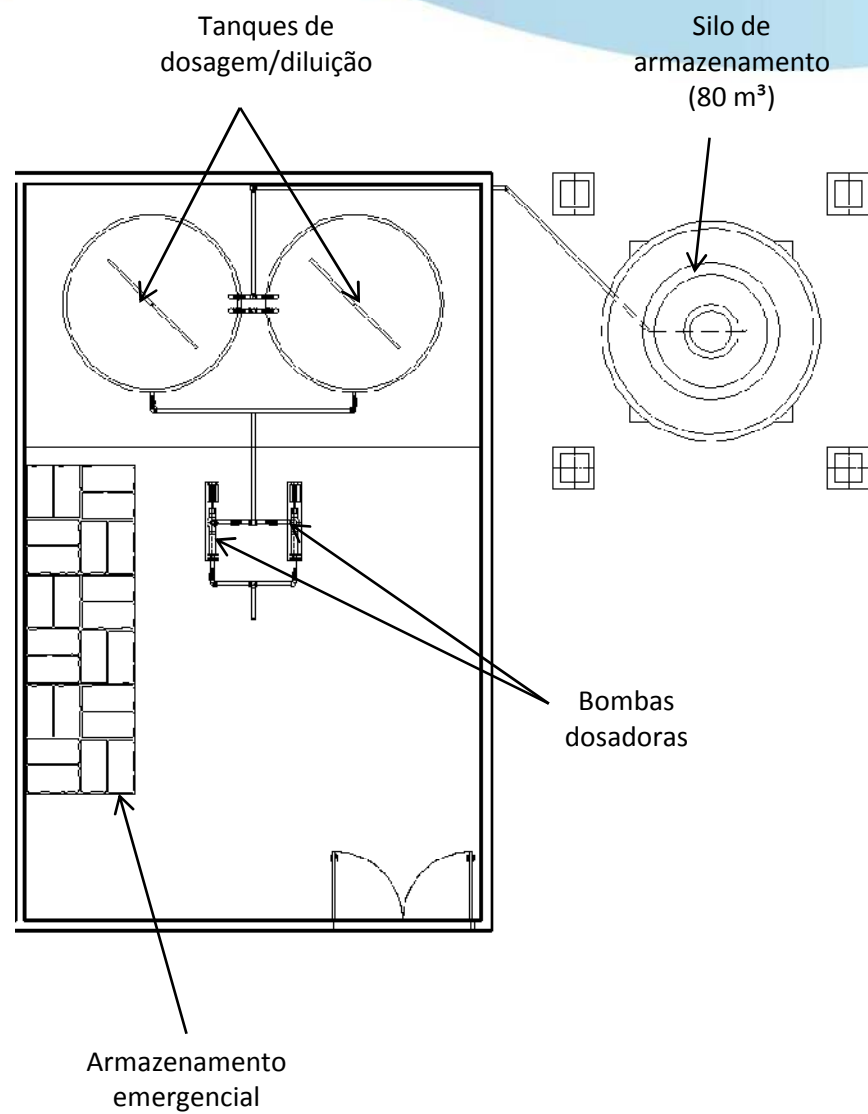
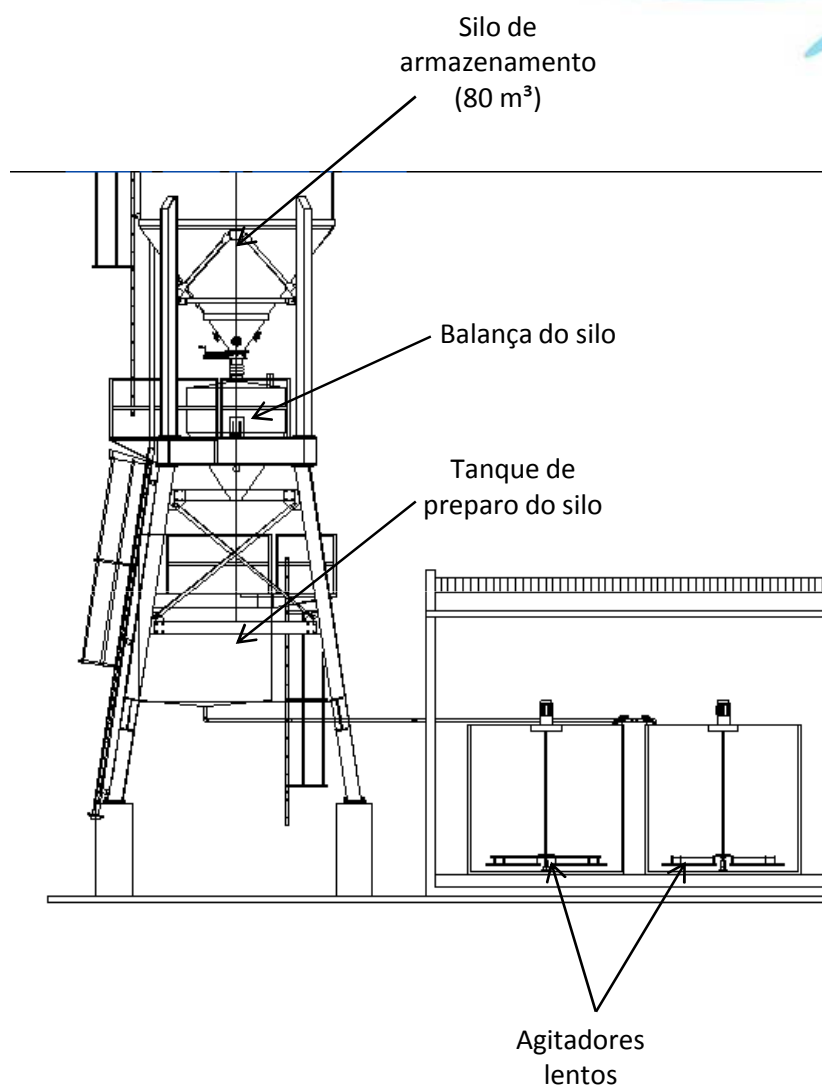
Dosagem máxima (mg/L)	Consumo	
	(kg/dia)	(t/mês)
50	4320	130

## CAL (estabilização – instalações existentes)

- Manutenção das instalações existentes
- Aplicação: meia-cana a jusante da pré-oxidação
- Consumo:

Dosagem máxima (mg/L)	Consumo	
	(kg/dia)	(t/mês)
10	864	26

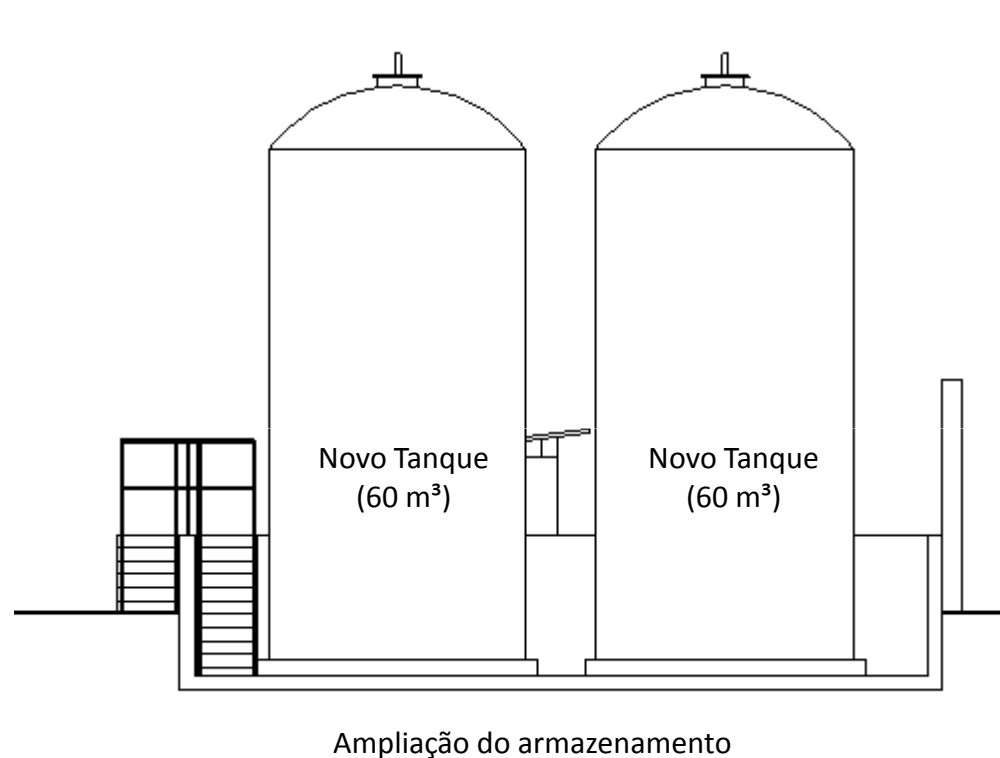


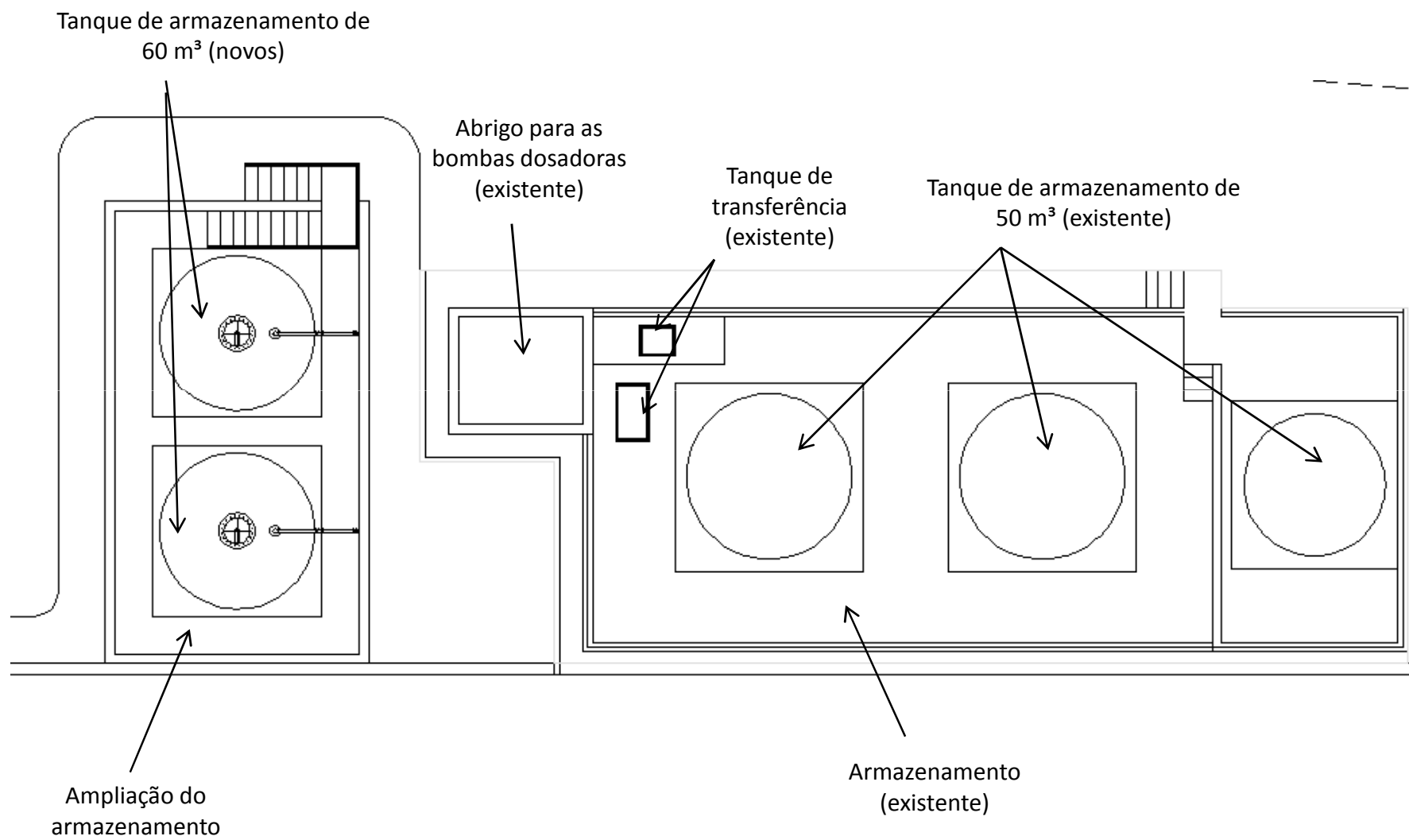


## PAC (adequação do sistema existente)

- Equipamentos: novas bombas dosadoras peristálticas
- Ampliação da capacidade de Armazenamento de 150 m<sup>3</sup> para 270 m<sup>3</sup> (2 novos tanques de 60 m<sup>3</sup>)
- Aplicação: 1 injetor na unidade de mistura rápida mecanizada
- Consumo:

Dosagem máxima (mg/L)	Consumo	
	(kg/dia)	(t/mês)
400	34561	1037







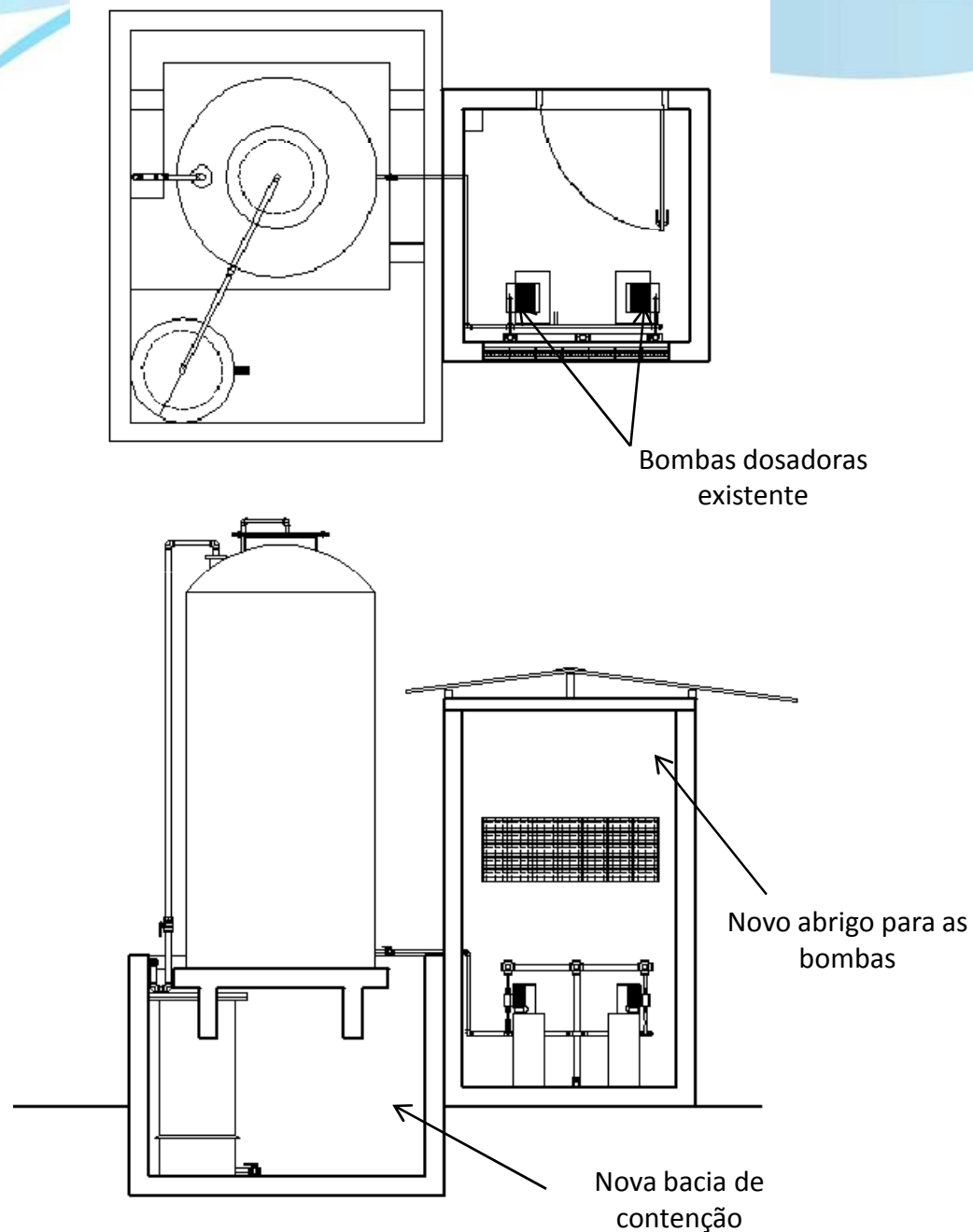
# Ácido fluossilícico (nova instalação)

- Construção de um novo abrigo para as bombas e de uma bacia de contenção para o tanque de armazenamento
- Realocação de bombas dosadoras existentes
- Armazenamento: 1 tanque de 12 m<sup>3</sup> em nova edificação

Aplicação: 2 injetores, 1 em cada tubulação de veiculação de água filtrada (aplicação em 1 ponto por vez)

## • Consumo:

Dosagem máxima (mg/L)	Consumo	
	(kg/dia)	(t/mês)
1	546	16



# **ALTERNATIVAS PARA O TRATAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NAS ETAS LUIZ DE QUEIROZ**





## ::ALTERNATIVAS PARA O STR

- Alternativa 1
  - Regularização do resíduo e envio para ETE
- Alternativa 2
  - Tratamento no local das ETAs com adensamento e desaguamento mecanizados dos resíduos para recuperação de água e obtenção do teor de sólidos necessário para destinação final do lodo em aterro sanitário.
    - Alternativa 2A: separação dos resíduos
    - Alternativa 2B: regularização dos resíduos antes do tratamento
- Projeto deverá considerar a limitada área disponível e topografia da mesma



## ::ALTERNATIVAS PARA O STR

Alternativa	Característica	Vantagens	Desvantagens
Alternativa 1	Regularização e envio para tratamento na ETE	Menor custo de implantação Menor área de implantação Maior simplicidade operacional Não necessita aplicação de produtos químicos	Necessidade de compatibilização com o sistema de tratamento de esgoto (capacidade da rede e da ETE, características do tratamento da ETE) Não há recuperação de água
Alternativa 2A	Separação dos resíduos para tratamento	Redução do índice de perdas (recuperação de água) Tratamento na fonte geradora Menor consumo de produtos químicos no desaguoamento	Maior custo de implantação e operação Maior área de implantação e Uso de produtos químicos Maior complexidade operacional Necessidade de mão-de-obra especializada
Alternativa 2B	Regularização dos resíduos para tratamento	Redução do índice de perdas (recuperação de água) Tratamento na fonte geradora Tratamento contínuo dos resíduos	Maior custo de implantação e operação Maior área de implantação e Uso de produtos químicos Maior complexidade operacional Necessidade de mão-de-obra especializada



Av. São Carlos, 2205, sl.106  
CEP: 13560-900  
São Carlos SP  
tel. 16 3371 3466  
[contato@hidrosanengenharia.com.br](mailto:contato@hidrosanengenharia.com.br)

Av. São Carlos, 2205, r. 106  
Zip Code 13560-900  
São Carlos SP Brazil  
phone +55 16 3371 3466

[www.hidrosanengenharia.com.br](http://www.hidrosanengenharia.com.br)