

Curso de Operario de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales



Modulo 04

La Estación de Bombeo de Aguas Residuales EBAR

Jorge E. Chamorro Alonso





TIPOS DE ESTACIONES DE BOMBEO

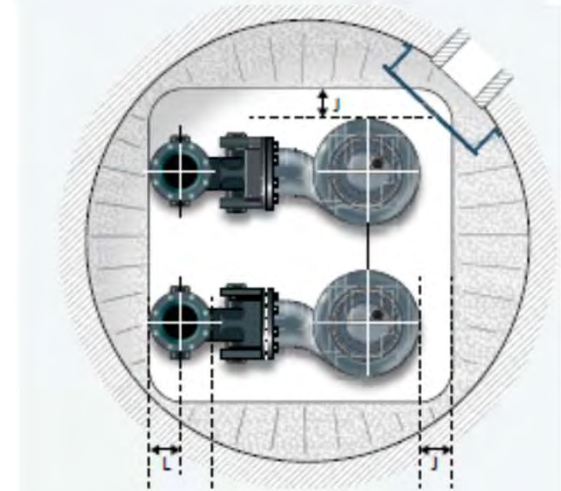
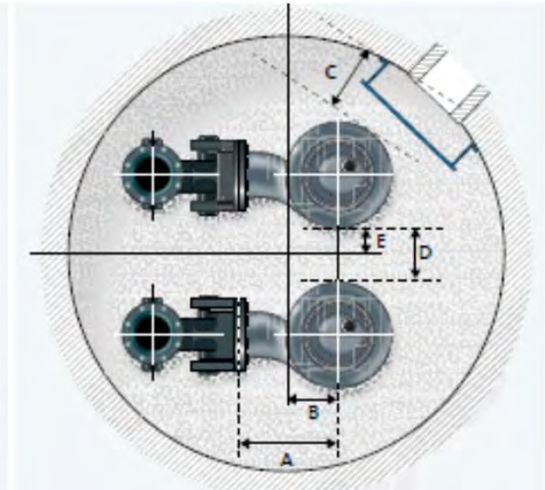
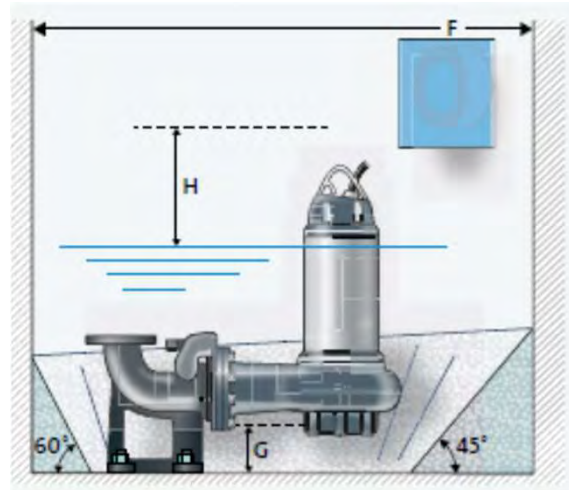
- Circulares: Caudales menores a 315 l/s
- Rectangulares: Caudales mayores a 315 l/s





ESTACIONES CIRCULARES

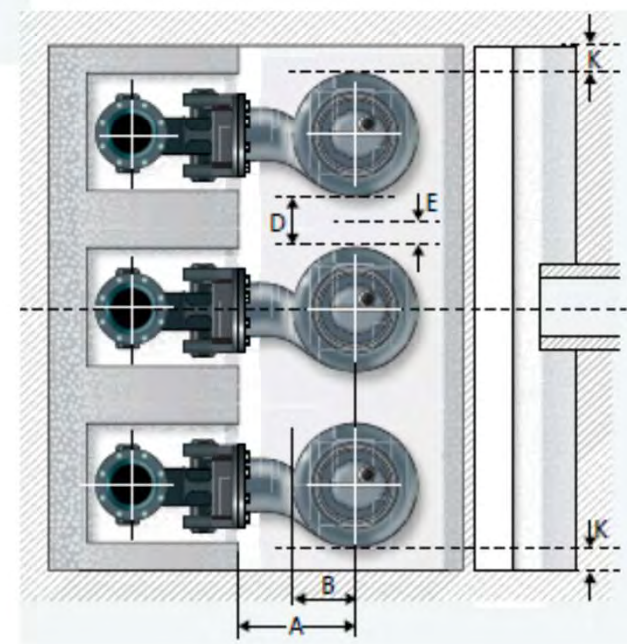
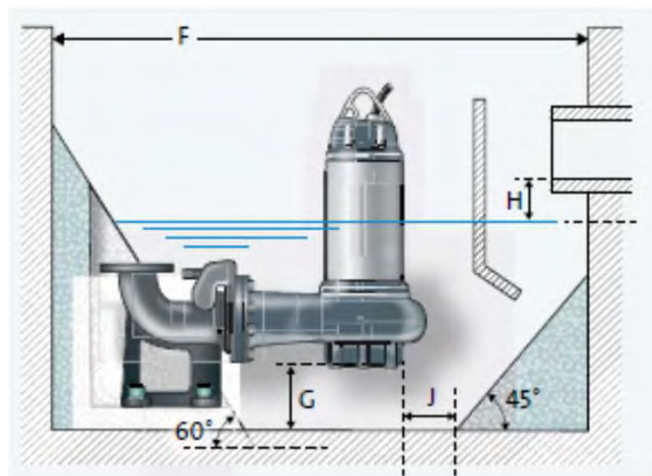
- A = Diámetro voluta
- B = $\leq A/2$
- C = Distancia a pared 0.25 A, mínimo 100 mm
- D = Distancia entre bombas A, mínimo 100 mm
- F: Diámetro pozo de bombeo
- G = Distancia mínima al suelo en la aspiración
- H = Distancia entre sumergencia mínima de la bomba (para refrigeración) y entrada de agua, mínimo 100 mm
- J = Distancia mínima entre voluta y pared inferior, mínimo 100 mm
- K = Diámetro de la brida de impulsión
- L = $K/2$ Circulares





ESTACIONES RECTANGULARES

- A = Diámetro voluta
- $B \leq A/2$
- C = Distancia a pared 0.25 A, mínimo 100 mm
- D = Distancia entre bombas A, mínimo 100 mm
- $E = D/2$
- F = Anchura pozo de bombeo
- G = Distancia mínima al suelo en la aspiración
- H = Distancia entre sumergencia mínima de la bomba (para refrigeración) y entrada de agua, mínimo 100 mm
- J = Distancia mínima entre voluta y pared inferior, mínimo 100 mm





MÓDULO 04

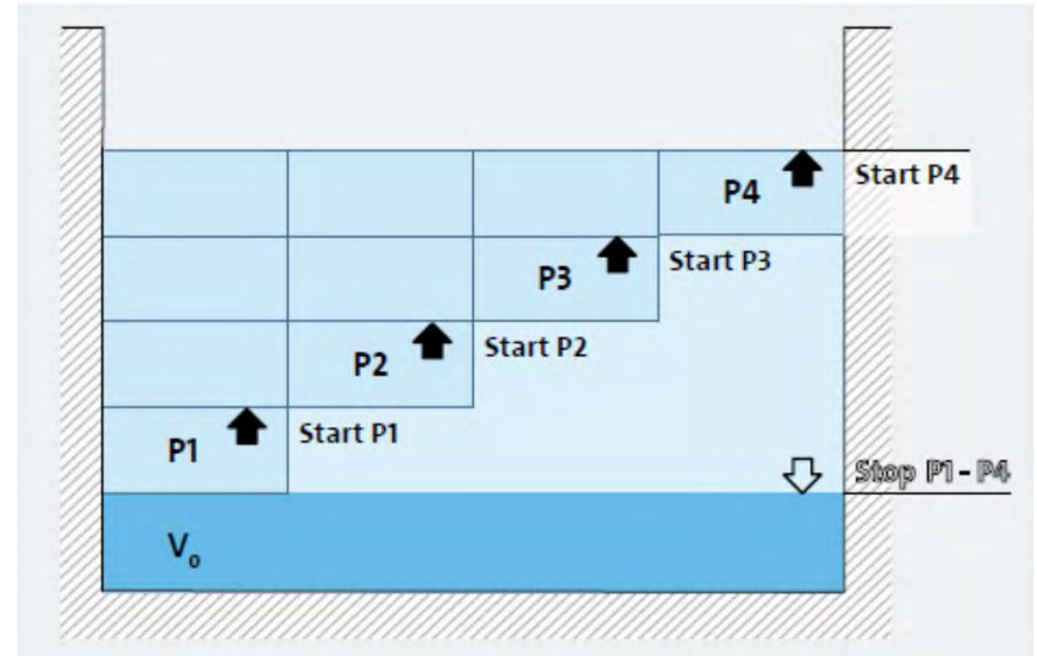
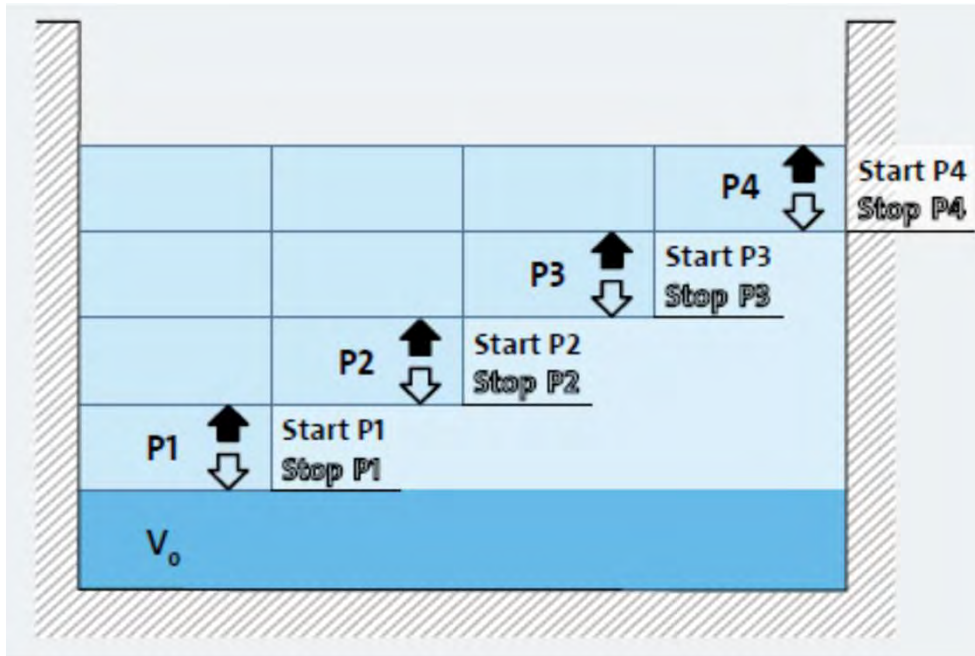
LA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES



Volumen mínimo efectivo del bombeo

- Q: Caudal de la bomba en l/sg
- Zmax = número de arranques de la bomba por hora: máximo 10

$$V_h = \frac{Q \times 3.6}{4 \times Z_{\max}}$$





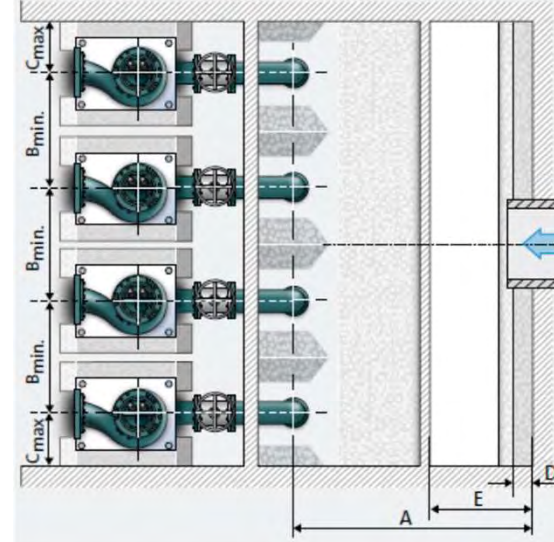
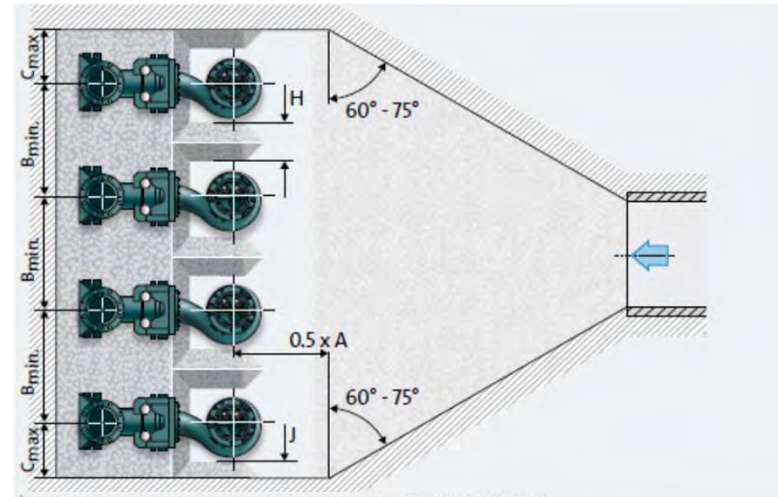
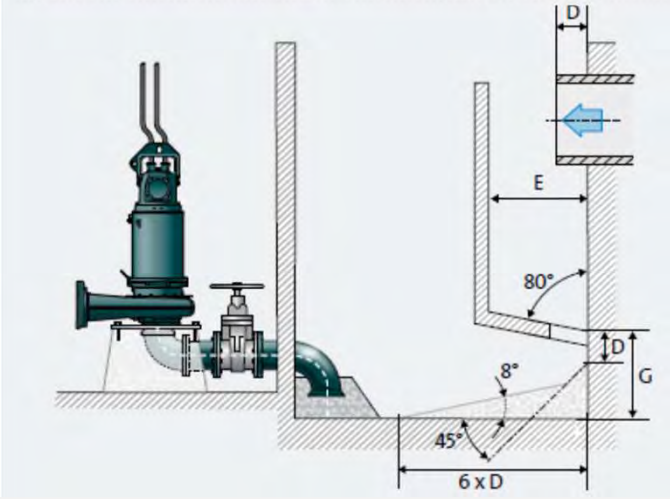
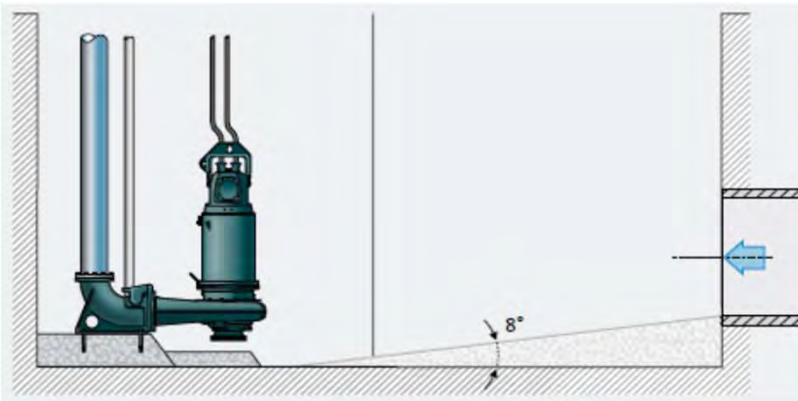
MÓDULO 04

LA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES



Ubicación de las bombas

- En el interior: sumergibles sin refrigeración
- En seco: Necesitan refrigeración



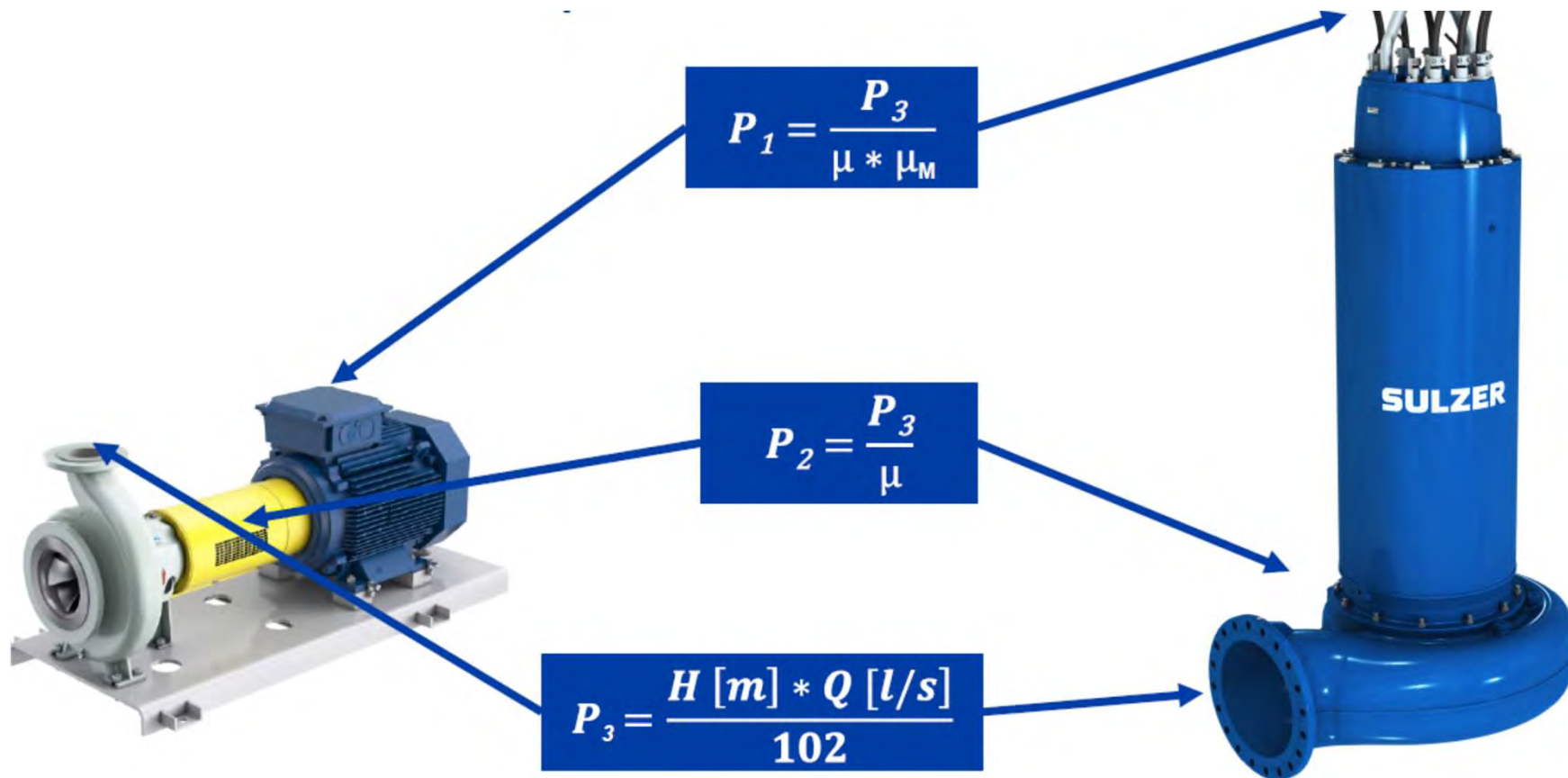


Estimación de los costes de la vida útil

Caudal	< 315 l/sg	> 315 l/sg
Inversión	16,00%	5,00%
Mantenimiento	43,00%	10,00%
Consumo energético	40,00%	84,00%
Disposición final	1,00%	1,00%



Características de las bombas





Características de las bombas

Curva QH (Caudal-Altura)

Es la característica más importante de una bomba

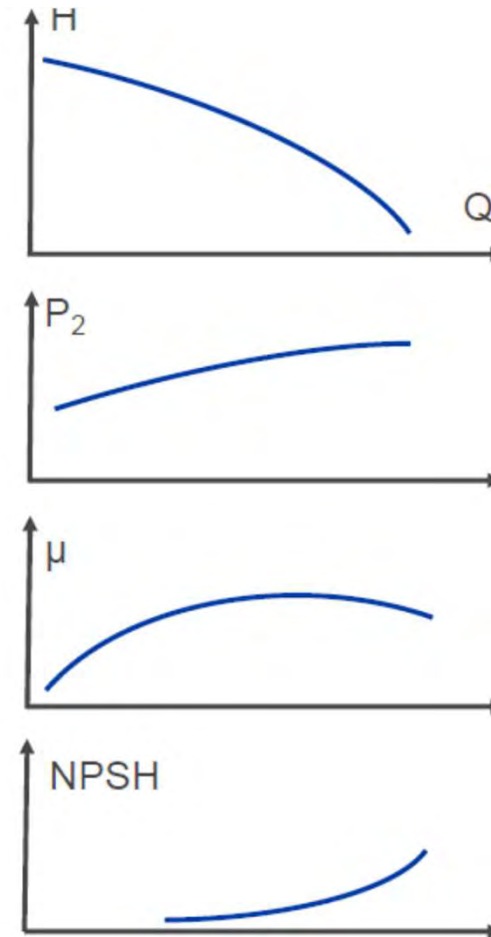
Q = Caudal: Volumen de agua bombeado por unidad de tiempo
([m³/h], [l/s], [USgpm], etc.)

H = Altura (manométrica):

- a) Altura a la que el agua es impulsada.
- b) Presión contra la que se bombea (presión manométrica).

Junto con ella se representan generalmente las curvas de:

- Potencia (P₂)
- Rendimiento hidráulico.
- HPSH





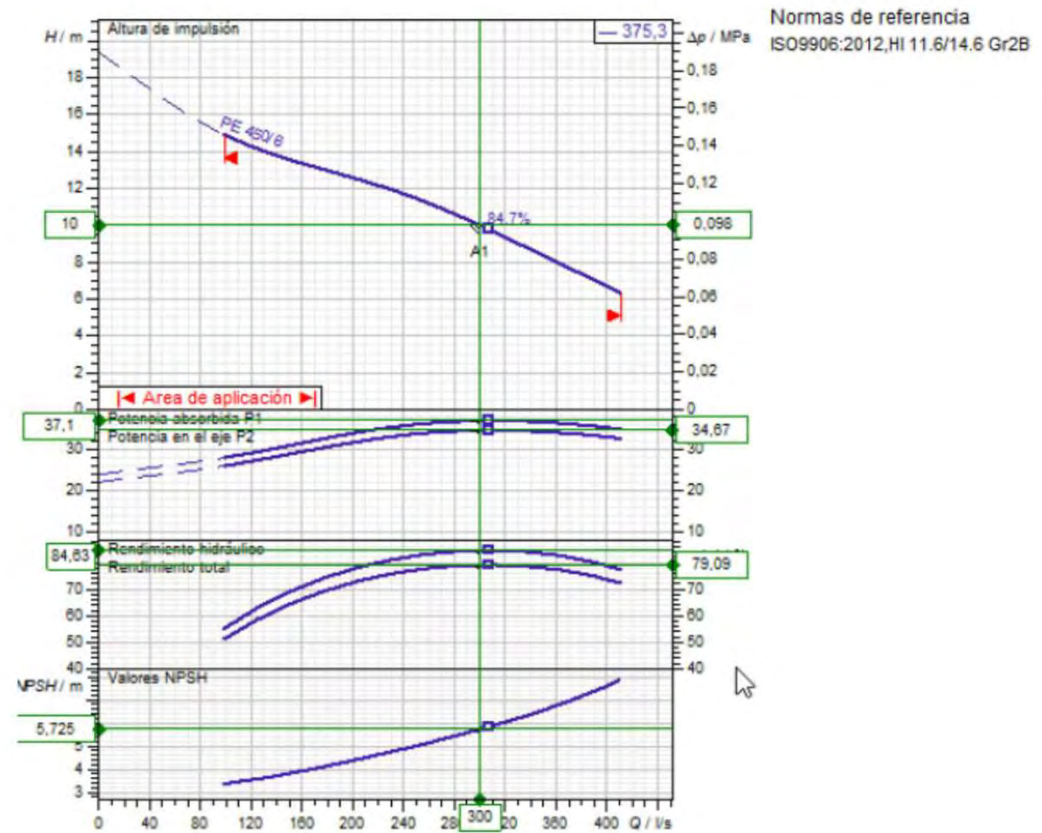
MÓDULO 04

LA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES



Características de las bombas

Bomba para $Q=300$ l/s a 10 mca

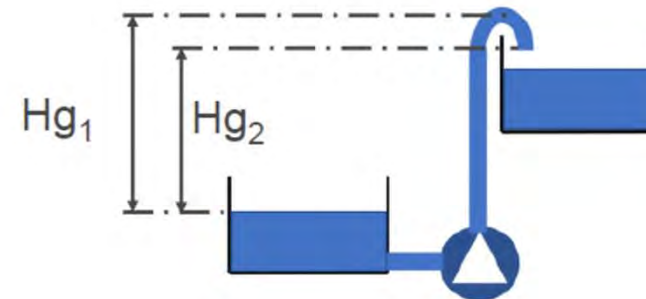
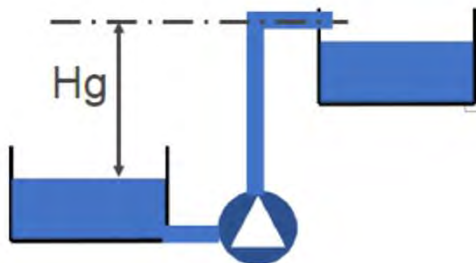
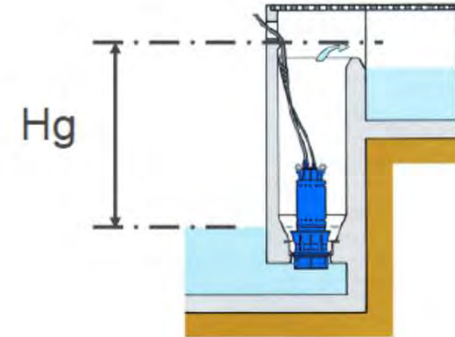
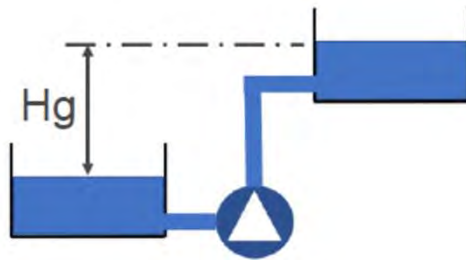




MÓDULO 04 LA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES



Altura geométrica: No incluye las pérdidas en las tuberías



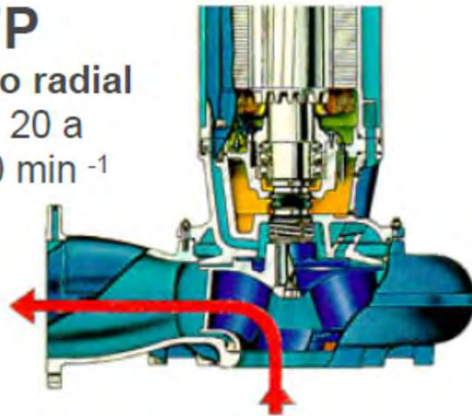


Tipos de impulsores

XFP

Flujo radial

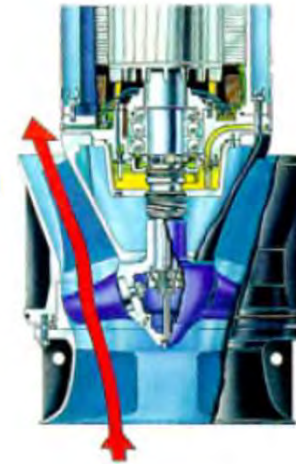
$n_q = 20$ a
 90 min^{-1}



VUPX

Flujo axial

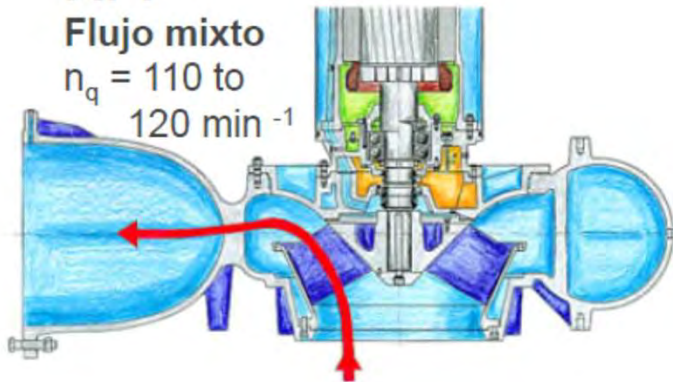
$n_q = 290$ a
 330 min^{-1}



XFP

Flujo mixto

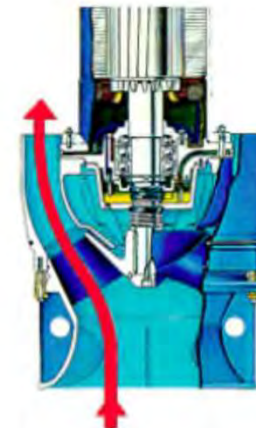
$n_q = 110$ to
 120 min^{-1}



AFLX

Flujo mixto

$n_q = 100$ to
 130 min^{-1}





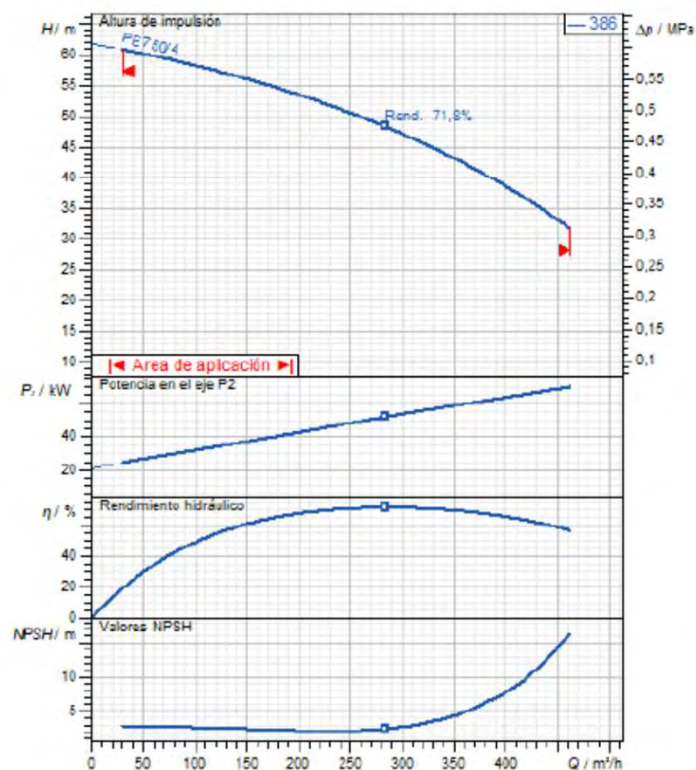
MÓDULO 04

LA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES

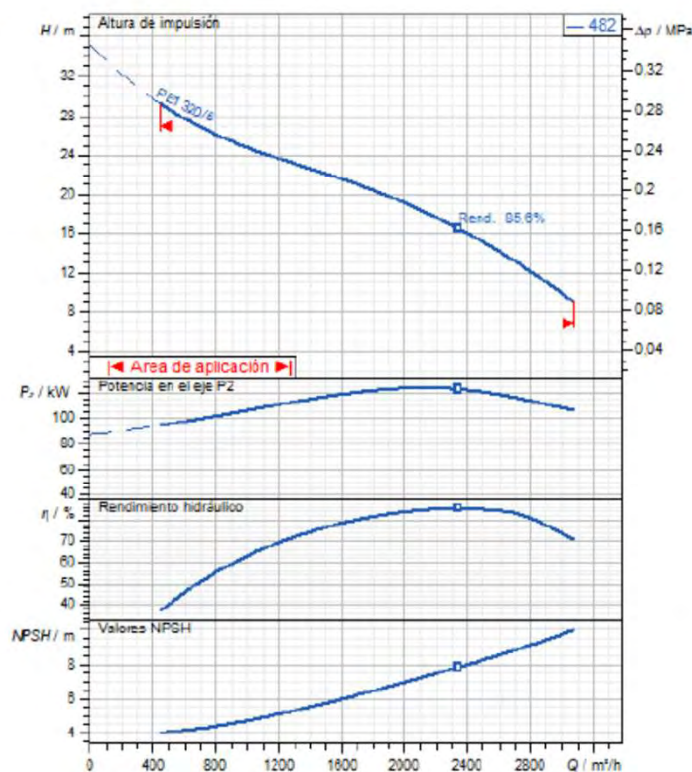


Tipos de curvas según tipo de impulsores

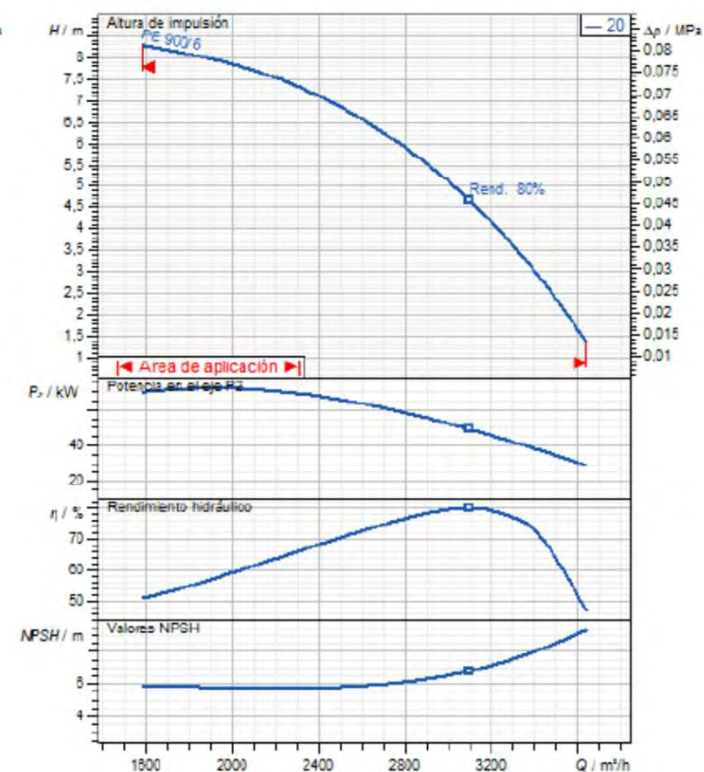
Radial



Semiaxial



Axial





Tipos de curvas según tipo de impulsores

Impulsor vortex:

Ideales para manejar líquidos que contienen:

- Gas
- Arena
- Aplicaciones con caudales pequeñas a mucha altura
- Zonas rurales remotas.
- Aplicaciones donde la eficiencia energética no sea tan importante

Rango de disponibilidad:

- DN 80 -DN 150
- Paso de sólidos de 50-100 mm
- Contenido de sólidos hasta 3..4%





Tipos de curvas según tipo de impulsores

Impulsor vortex:

Eficiencia relativamente baja en comparación con impulsores Contrablock Plus (aproximadamente 40...50% menos)

Soportan bastante bien el funcionamiento a la izquierda de la zona de rendimiento óptimo, minimizando ruido y vibración asociada a estos puntos de operación.

La curva de rendimiento y la eficiencia son estables durante un largo período de tiempo, ya que prácticamente no tienen desgaste.

Teniendo en cuenta el coste de ciclo de vida, este tipo de impulsor puede ser una buena opción en pequeñas estaciones de bombeo en lugares de difícil acceso o donde necesitemos poco mantenimiento.





Tipos de curvas según tipo de impulsores

Impulsores de canal:

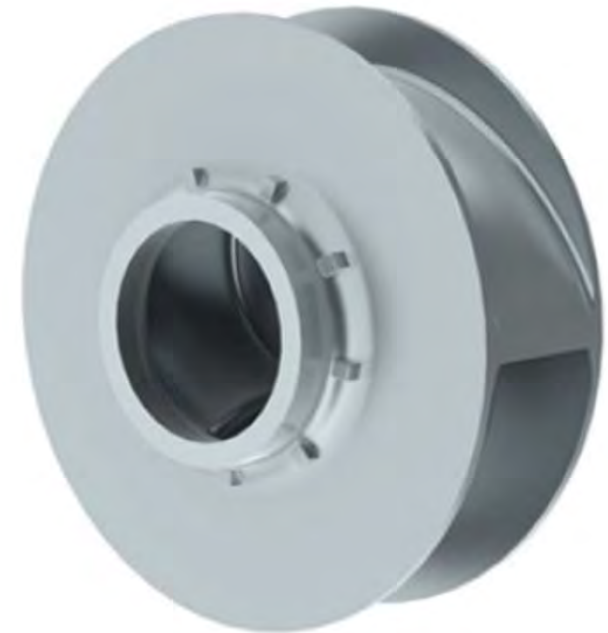
Ideales para el bombeo de líquidos sin fibras
(para agua residual con fibras, su idoneidad depende del tamaño de la bomba)

Paso de sólidos de 80 a 200x125 mm,
dependiendo del tamaño.

Contenido de sólidos <2%

Alta eficiencia

La idoneidad de los impulsores de canal cerrado para aguas residuales depende de la cantidad y el tamaño del material fibroso y la velocidad del flujo dentro del sistema hidráulico.





Tipos de curvas según tipo de impulsores

Impulsores de flujo mixto:

Diseño de flujo mixto semiabierto

Gran paso de sólidos, ideales para el bombeo de agua residual en estaciones de tamaño grande.

Disponibilidad:

DN 500-DN 600 para bombas XFP

Diseño especial para eliminar las fibras de los bordes de ataque del impulsor.

Rendimientos muy altos

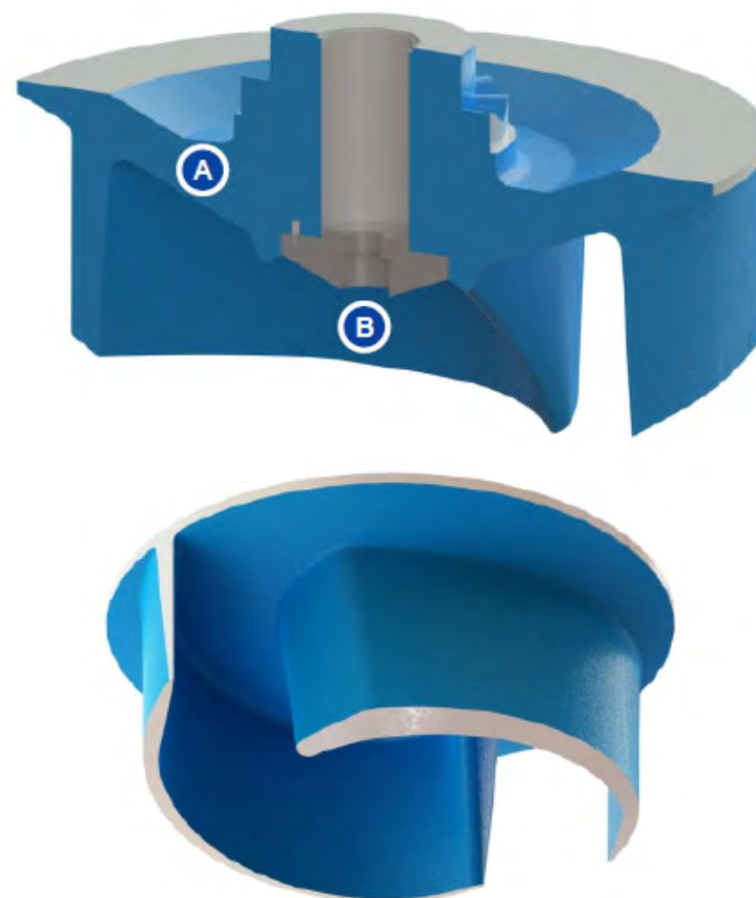




Tipos de curvas según tipo de impulsores

CB Plus - multicanal

- A. Forma cónica que impide que los residuos queden atrapados entre el impulsor y el eje.
 - Ángulo 20..35°.
- B. Tapa cónica que previene la acumulación de sólidos.

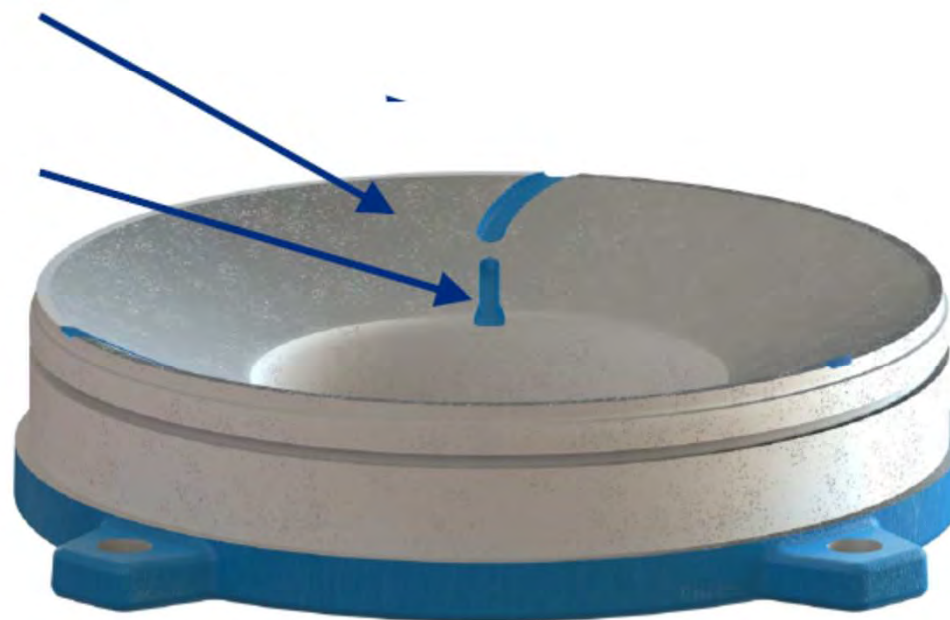




Tipos de curvas según tipo de impulsores

CB Plus - multicanal. Diseño placa base

- La placa inferior cónica mecanizada permite un ajuste preciso del espacio.
- Ranurado especial con interceptación para una excelente desintegración con eficiencia hidráulica mejorada



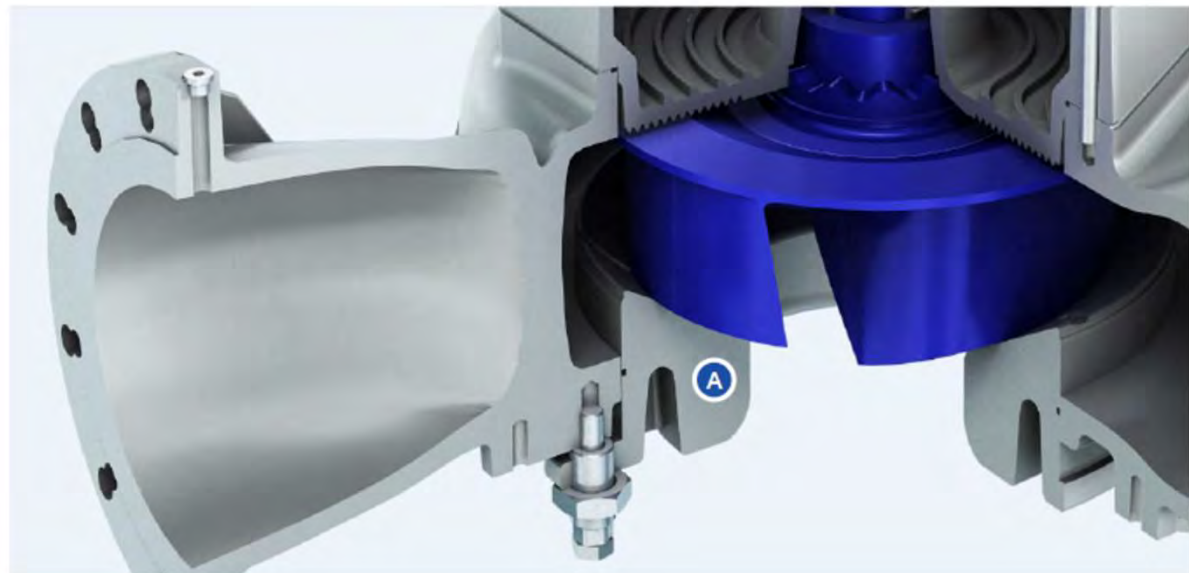


Perdida de rendimiento por desgaste

- Se espera unas pérdidas del 1 % anuales
- Si no se actúa se pueden llegar a producir pérdidas por desgaste y holgura entre el 5 % y el 15 %

CB Plus – multicanal. Placa base ajustable con ranuras

- A. El ajuste de la placa inferior restablece el rendimiento de la bomba y su capacidad de bombeo de sólidos durante toda su vida útil.





RECOMENDACIONES

- Compartimentar en dos cuerpos el bombeo
- Proceder a limpiezas diarias: ronquido si tienen camisa de refrigeración
- Revisar el ajuste del estator
- Ajustar la altura de elevación

Curso de Operario de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales



Modulo 05

El Pretratamiento y el Tratamiento Primario de una EDAR

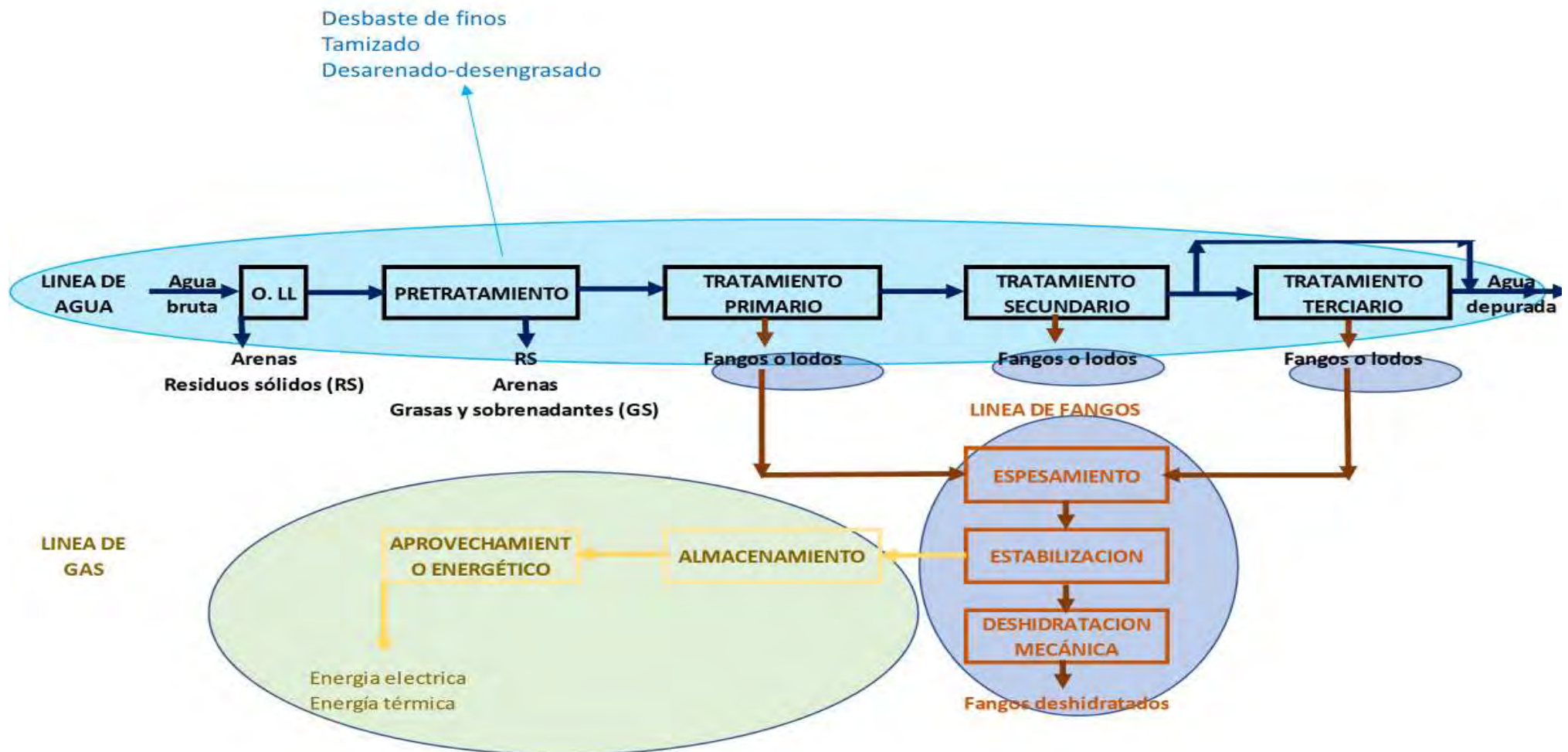
Jorge E. Chamorro Alonso





MÓDULO 05

EL PRETRATAMIENTO Y EL TRATAMIENTO PRIMARIO EN LA EDAR



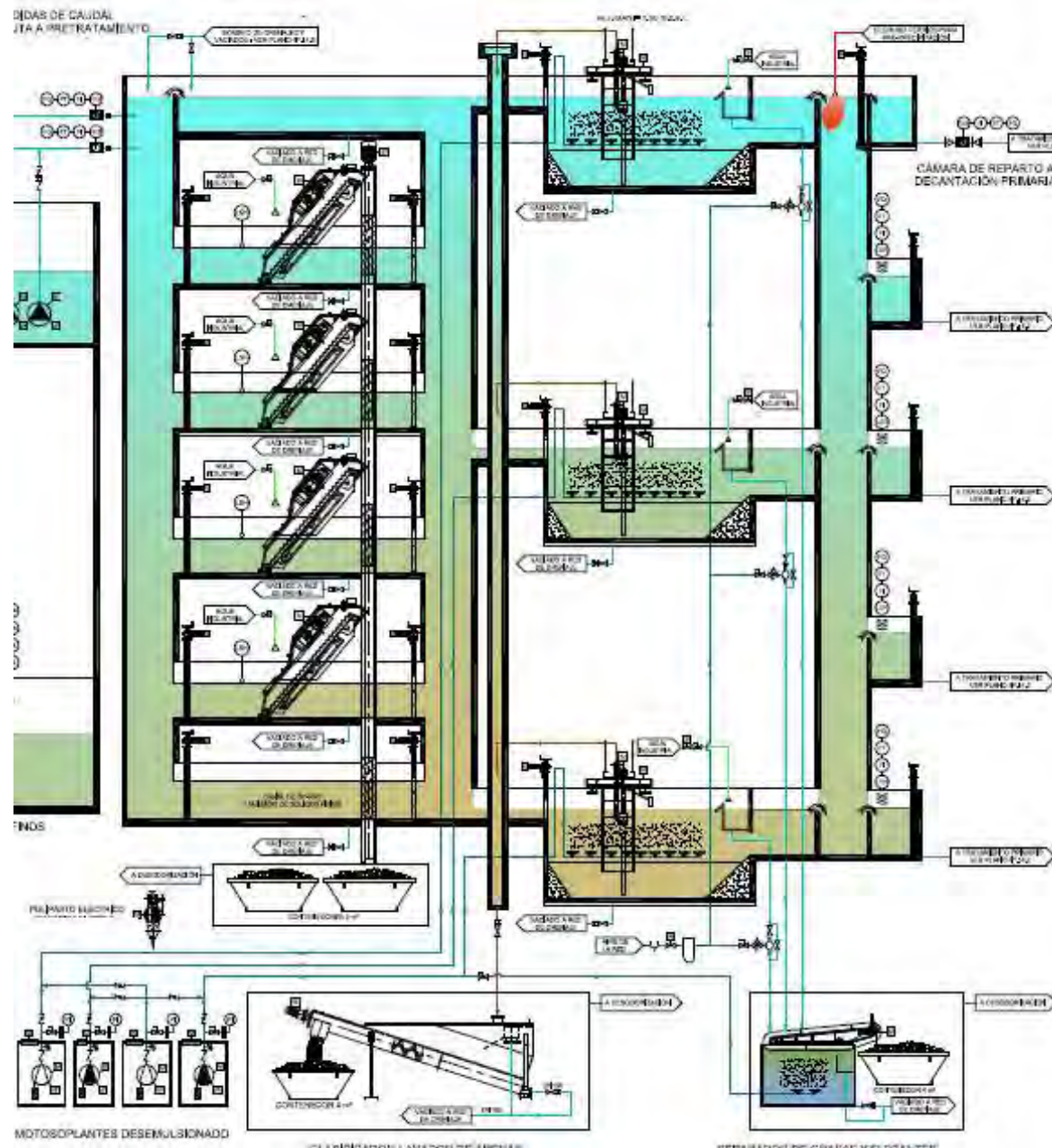


- **COMPONENTES:**
 - **DESBASTE DE RESIDUOS**
 - **DESARENADO**
 - **DESARENADO-DESENGRASADO**



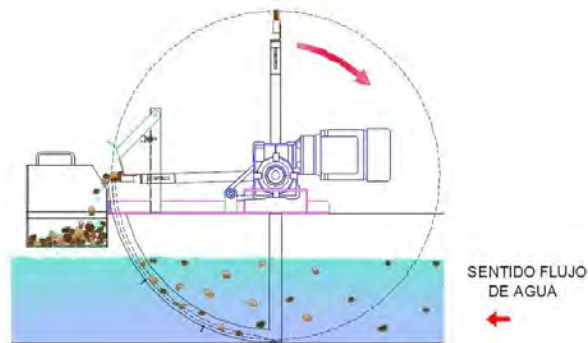
MÓDULO 05

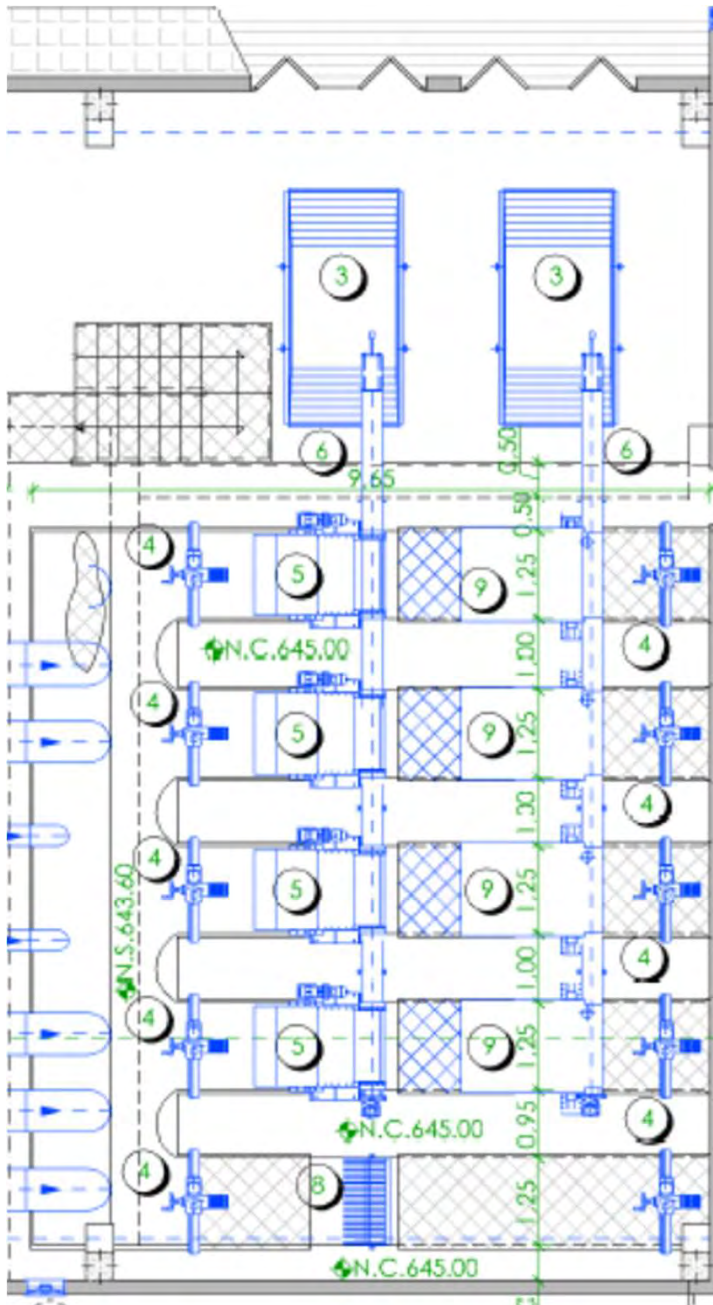
EL PRETRATAMIENTO Y EL TRATAMIENTO PRIMARIO EN LA EDAR





- **DESBASTE DE RESIDUOS:**
 - Es uno de los procesos mas importantes de una EDAR
 - Su diseño debe de ser realizado con el mayor de los detalles posibles.
 - Proceso formado por barreras físicas responsables de retirar residuos sólidos





- **Manual (EDAR < 1.000 e-h)**
 - Paso entre 15-25 mm
 - Ubicación después del desarenado
 - 1+1 Canal de reserva
- **Automático:**
 - Doble paso EDAR grandes (> 50.000 e-h)
 - Paso entre 3-15 mm
 - n+1 Canal de reserva automático con un solo paso



- **PARÁMETROS DE DISEÑO:**
 - **Velocidad en reja (V_r)**
 - **Velocidad en canal (V_c)**

Parámetro	Caudal		Unidades
	máximo	mínimo	
Velocidad en canal (V_c)		> 0,3	m/sg
Velocidad en reja (V_r)	< 1,5		m/sg



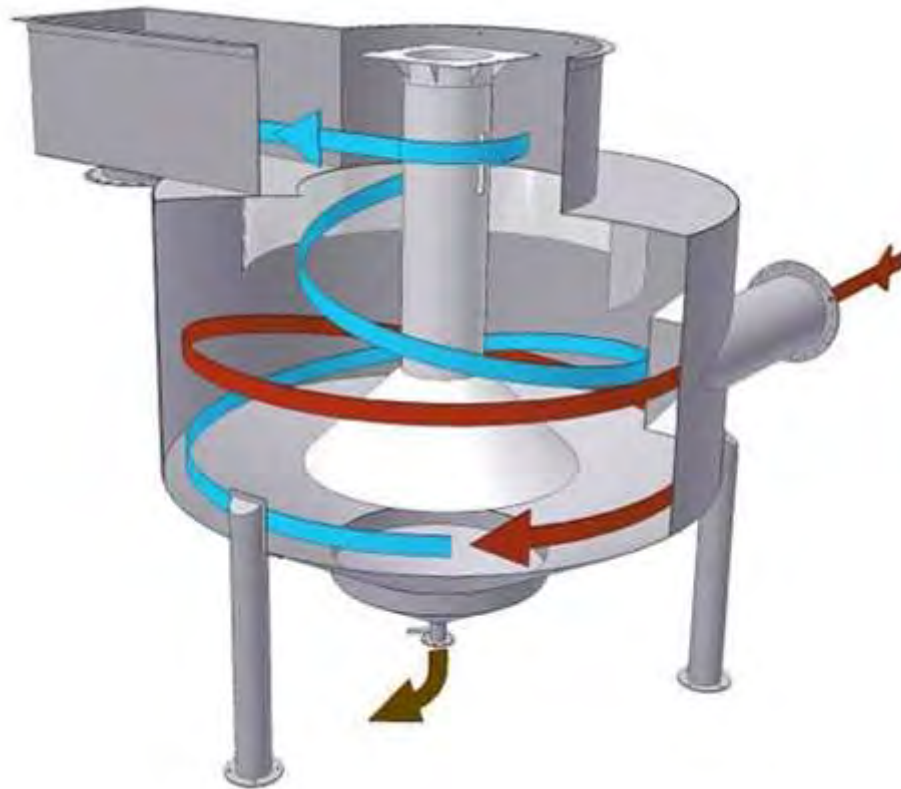
- **CONSIDERACIONES DE DISEÑO:**
 - **Número de unidades: $n + 1$ de reserva finos**
 - **Inclinación: $> 70^\circ$**
 - **Ancho: 0,5-2,00 metros**
 - **Compuertas de entrada automáticas**
 - **Compuertas de salida manuales menos la de reserva**



- **Desarenador estático de limpieza manual**

- **Relación L/A : 5-20**
- **$TRH > 1$ minuto a $Q_{\text{máximo}}$**
- **Velocidad en canal $< 0,3$ m/sg**

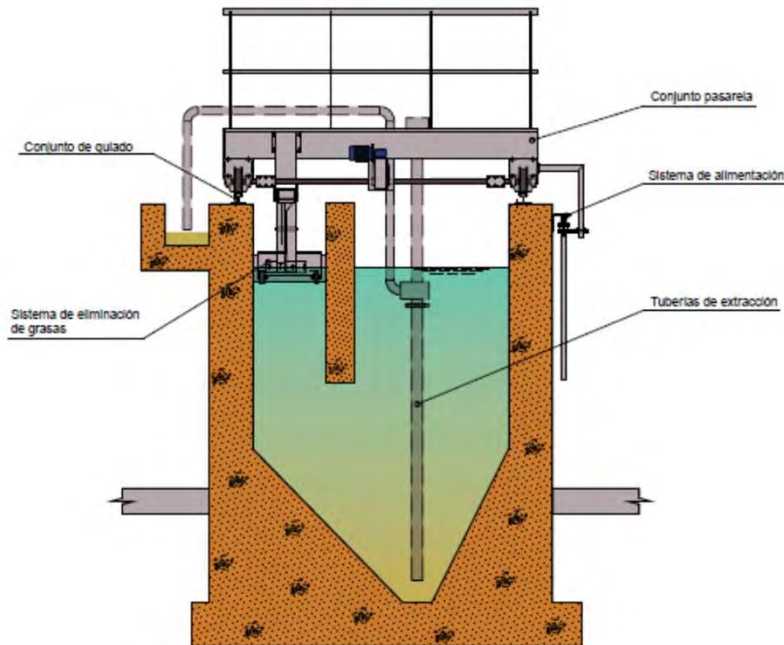




- **Desarenador Vortex**
 - Relación L/A : 5-20
 - $TRH > 1$ minuto a $Q_{\text{máximo}}$
 - Carga superficial $< 200 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ a $Q_{\text{máximo}}$



- **Desarenador-desengrasado**
 - Relación L/A : 3-5
 - $TRH > 5$ minuto a $Q_{\text{máximo}}$
 - Carga superficial $< 35 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ a $Q_{\text{máximo}}$

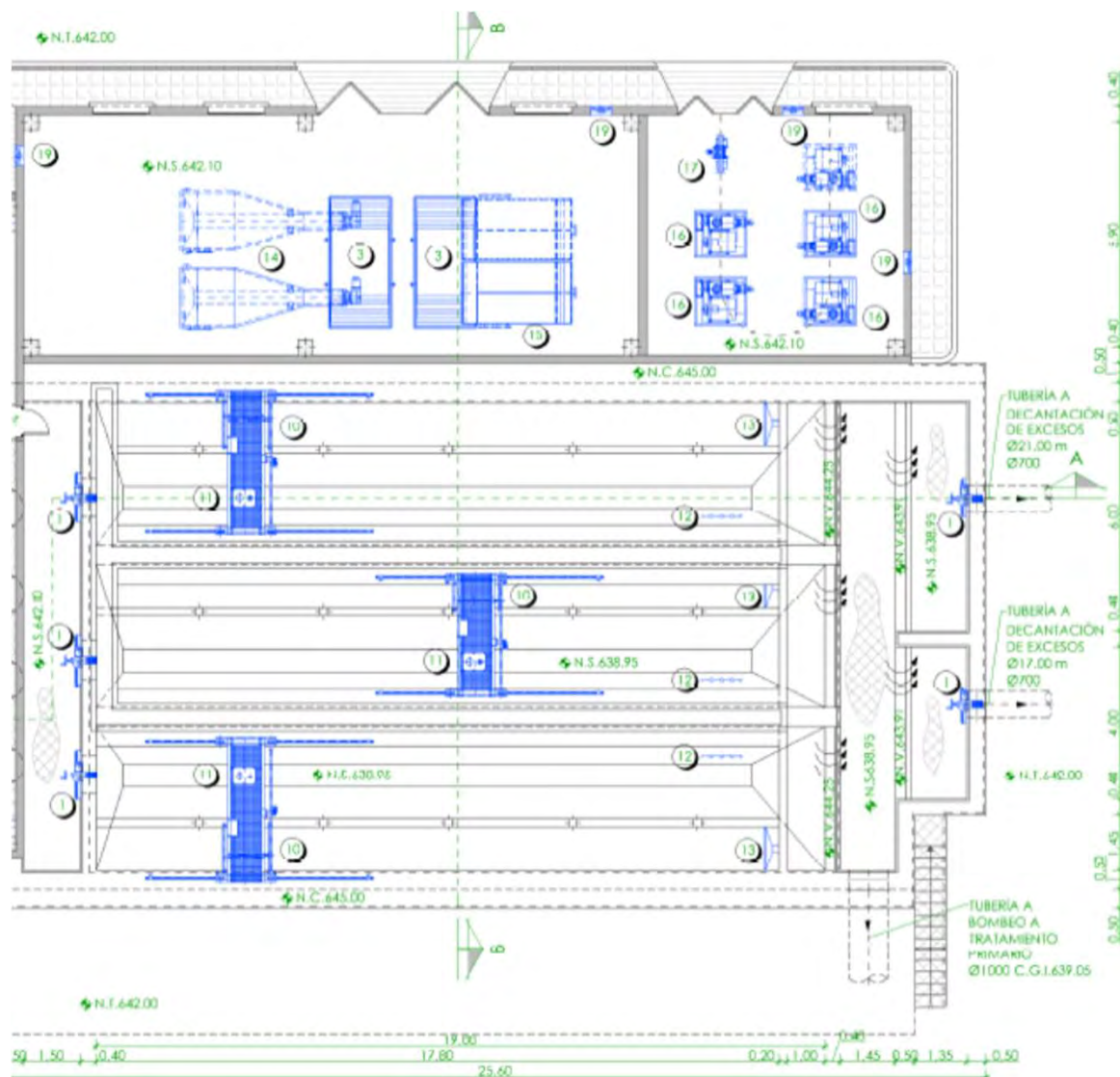


Parámetro	Caudal			Unidades
	medio	punta	máximo	
Carga Hidráulica (CH)	< 10	< 25	< 35	$\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$
Tiempo de Retención Hidráulico (TRH)	> 20		> 5	minutos



MÓDULO 05

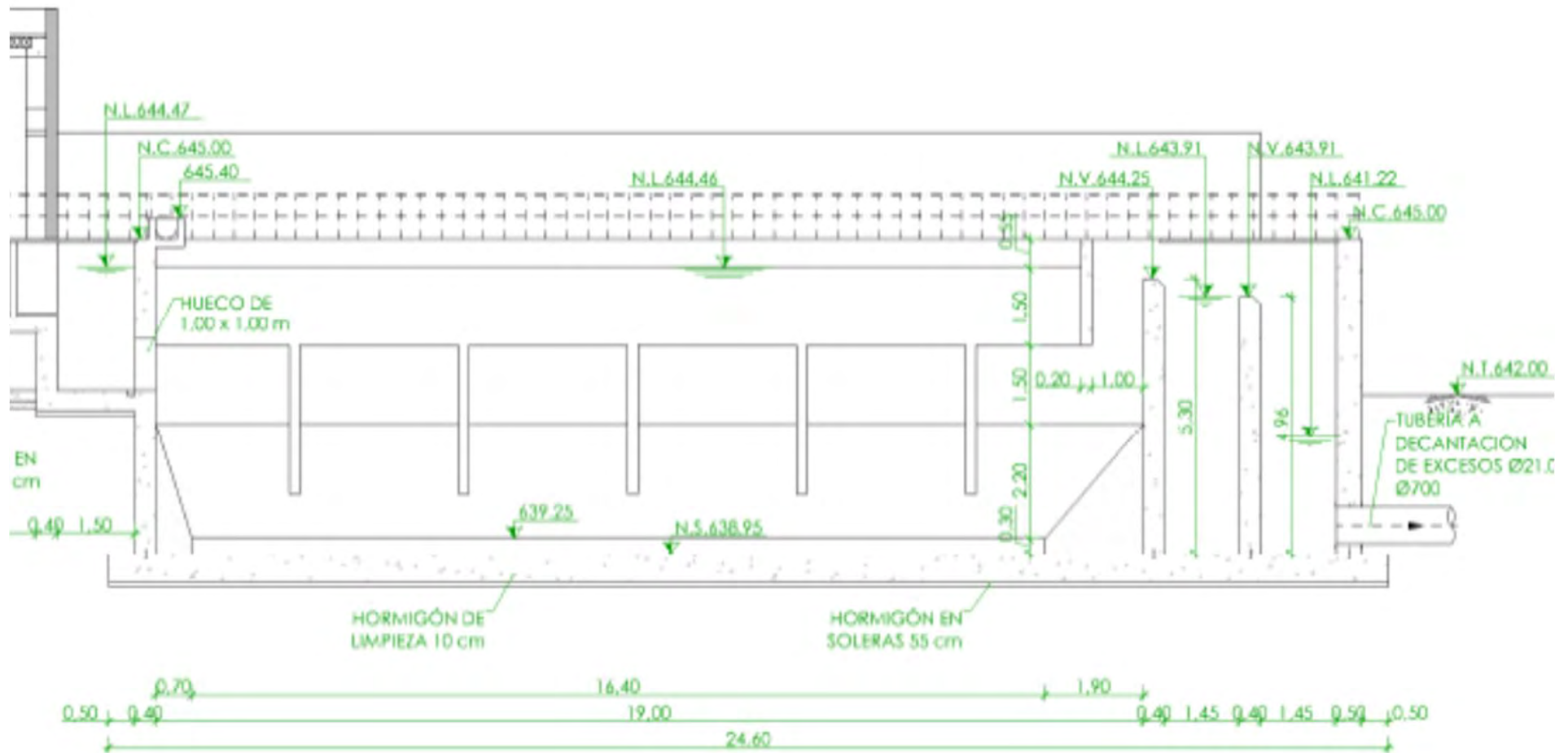
EL PRETRATAMIENTO Y EL TRATAMIENTO PRIMARIO EN LA EDAR





MÓDULO 05

EL PRETRATAMIENTO Y EL TRATAMIENTO PRIMARIO EN LA EDAR





- **CONSIDERACIONES DE DISEÑO:**
 - **Número de unidades: n**
 - **Con una unidad:**
 - **Disponer de by-pass**
 - **Aporte de aire extraíble**
 - **Dimensiones:**
 - **$3 * A < L < 5 * A$**
 - **$2,5 \text{ m} < H < 4,5 \text{ m}$**
 - **$A < 8 \text{ m}$**
 - **Caudal de aire: 5-10 Nm³/m²/h**

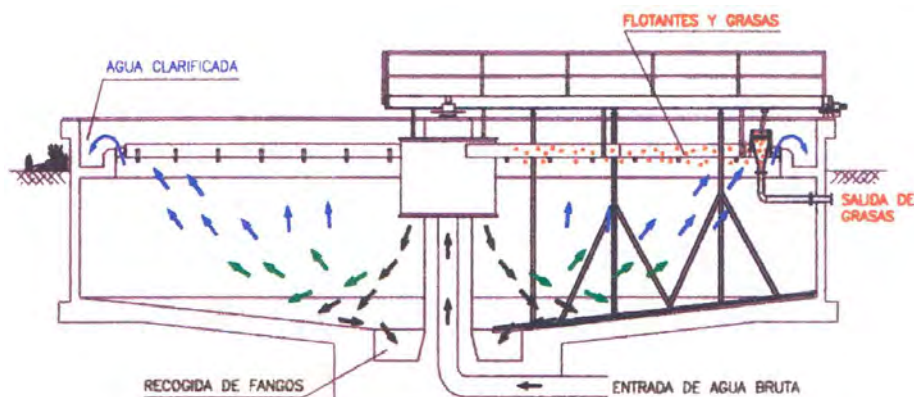


- **TRATAMIENTO PRIMARIO:**
 - **DECANTACION**
 - **FÍSICO-QUÍMICO (OPCIONAL)**
 - **BIOLÓGICO DE ALTA CARGA (OPCIONAL)**



- **Decantación gravedad:**

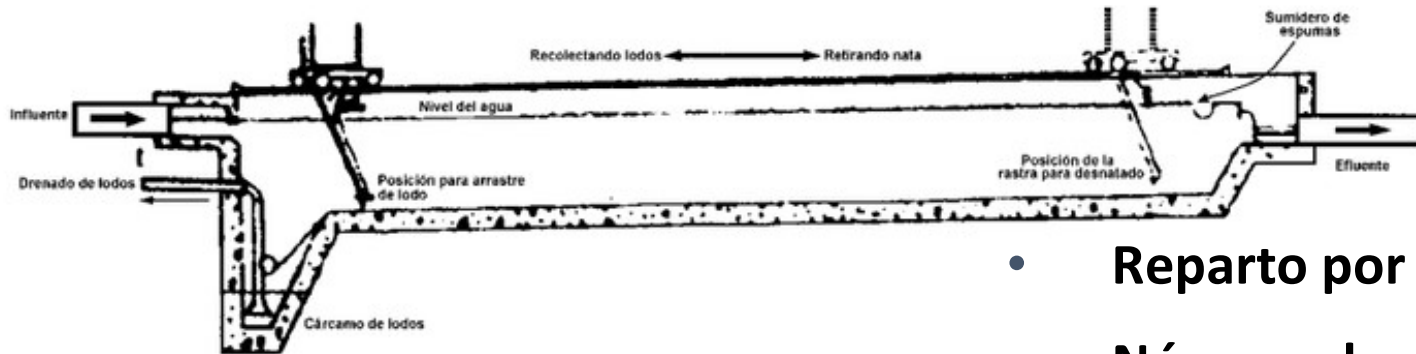
- Reducción SS: 55-65 %
- Reducción DBO5: 25-35 %
- Reducción NTK: 5-10 %
- Reducción P: 1-5 %



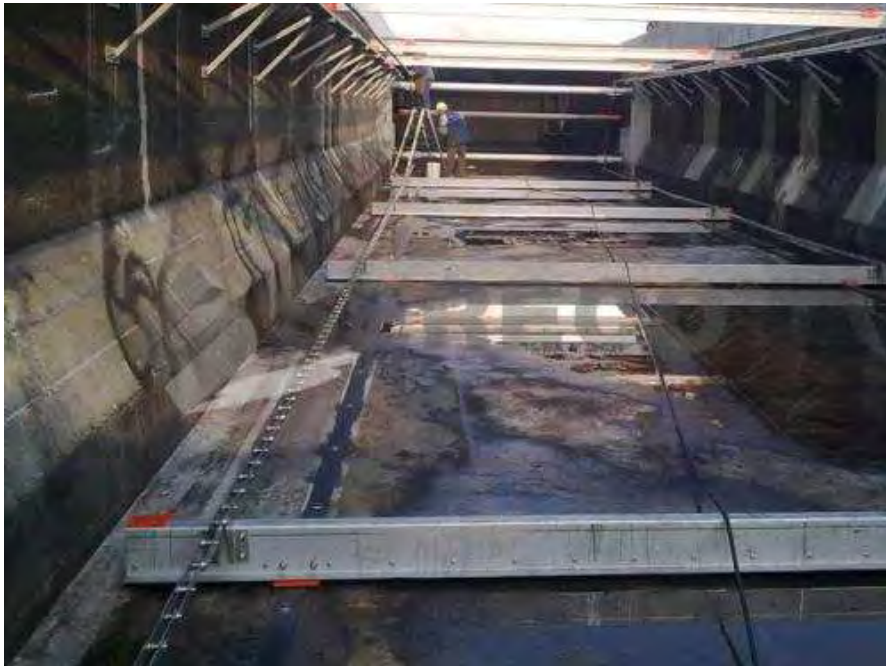
Parámetro	Caudal			Unidades
	medio	punta	máximo	
Carga Hidráulica (CH)	<1	< 2,5	< 3	m3/m2/h
Tiempo de Retención Hidráulico (TRH)	> 3	> 2	> 1	h

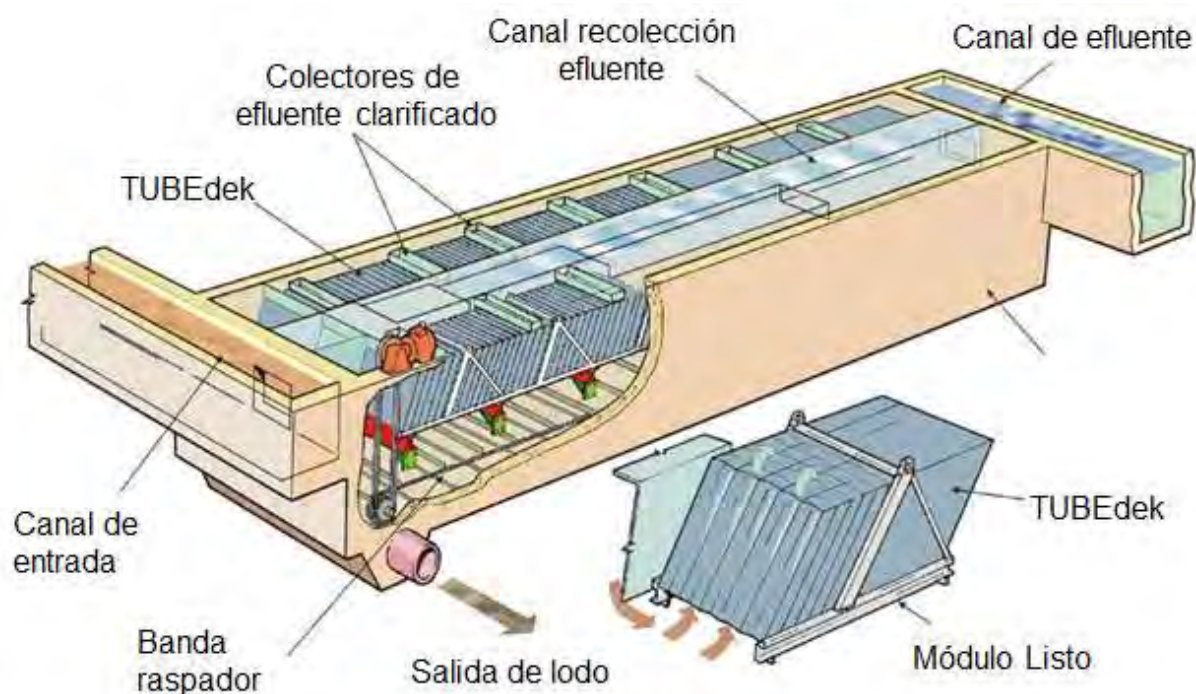


- **CONSIDERACIONES DE DISEÑO:**



- Reparto por vertedero: **Fundamental**
- Número de unidades: $n > 2$
- Tipologías:
 - Circular:
 - $\Phi < 60 \text{ m}$
 - $3\text{m} < H < 4,0 \text{ m}$
 - Rectangular:
 - $A < L < 3 * A$
 - $L < 60 \text{ m}$
 - $3 \text{ m} < H < 4,0 \text{ m}$
- Disponer de un by-pass al tratamiento secundario





- **CONSIDERACIONES DE DISEÑO:**
 - **Reparto por vertedero:**
Fundamental
 - **Distribución hidráulica:**
Fundamental: entrada y vertederos de salida
 - **Dimensiones:**
 - $A < L < 3 * A$
 - $4,5 \text{ m} < H < 6,0 \text{ m}$
 - **Disponer de un by-pass al tratamiento secundario**

Parámetro	Caudal			Unidades
	medio	punta	máximo	
Carga Hidráulica (CH)	< 5	< 10	< 15	m ³ /m ² /h
Velocidad de Hazen (VH)	< 1	< 2,5	< 3	m ³ /m ² /h



MÓDULO 05

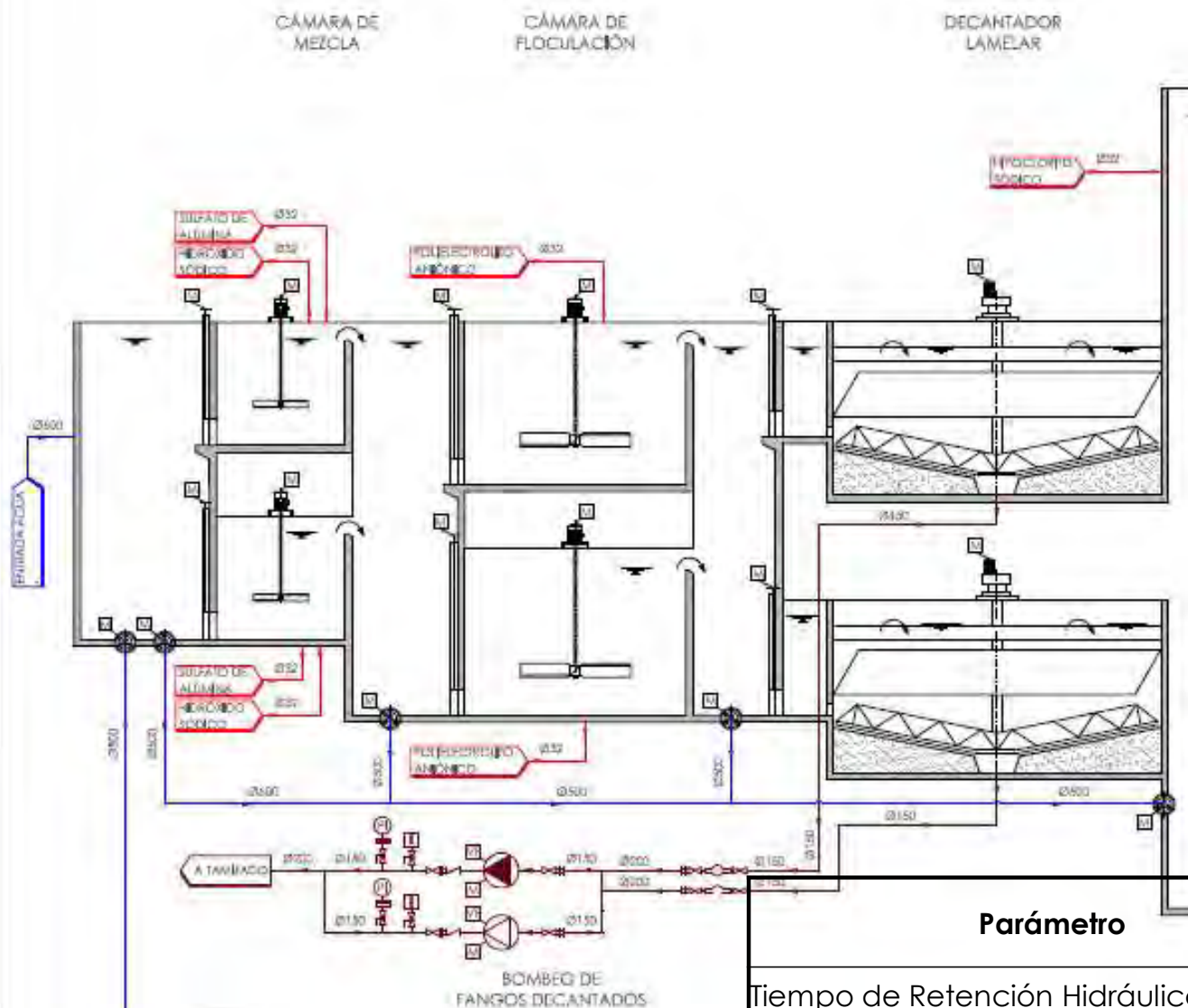
EL PRETRATAMIENTO Y EL TRATAMIENTO PRIMARIO EN LA EDAR



- **Cámara de mezcla:**

- **Reparto por vertedero:**
Fundamental

- $A = L$
- $A < H < 5,0 \text{ m}$



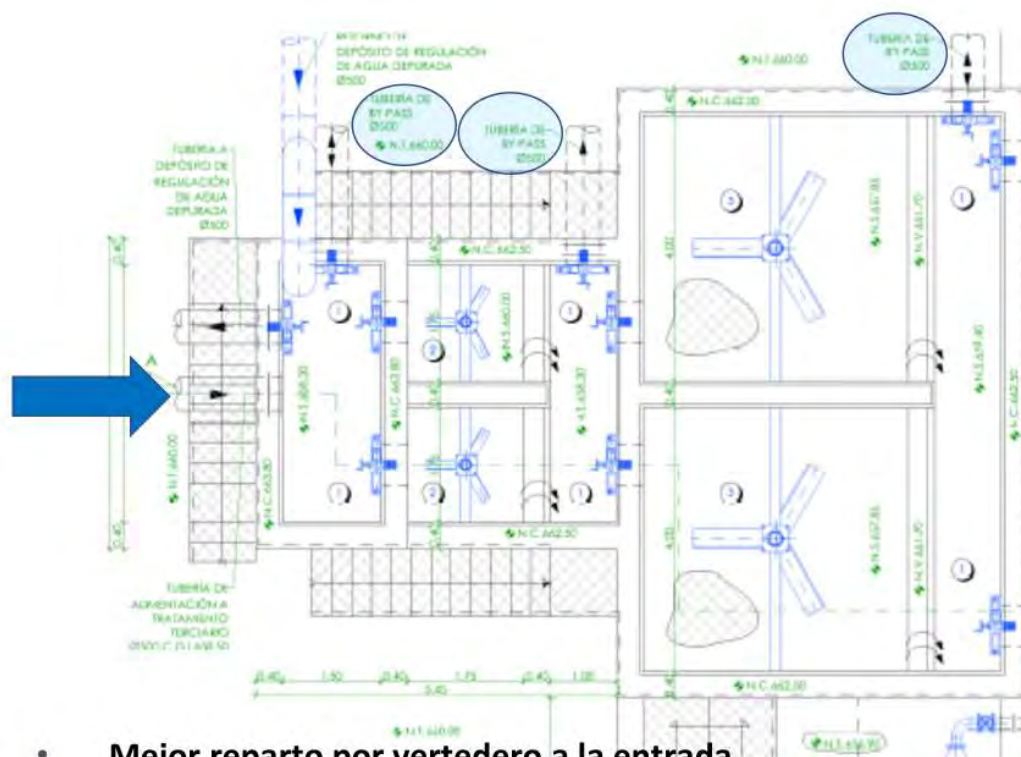


MÓDULO 05

EL PRETRATAMIENTO Y EL TRATAMIENTO PRIMARIO EN LA EDAR



- **Cámara de floculación:**
 - $A = L$
 - $A < H < 5,0 \text{ m}$

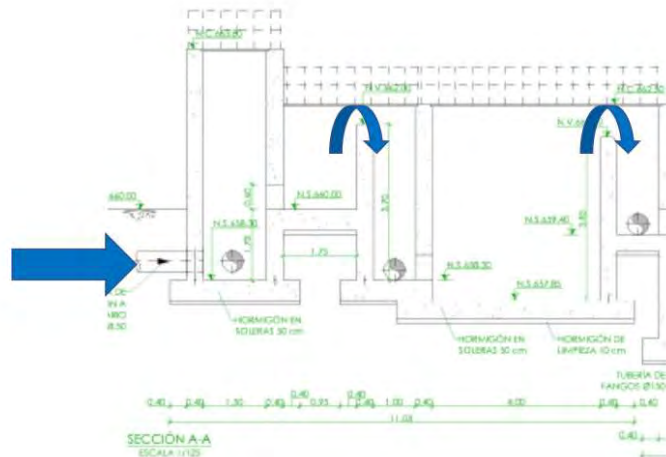


- **Mejor reparto por vertedero a la entrada**
- **Opcionalmente: Usar los vertederos de salida como reparto solo vale si se diseña el canal de entrada con velocidades menores de 0,5 m/sg**

Parámetro	Caudal		Unidades
	medio	punta	
Tiempo de Retención Hidráulico (TRH)	> 25	> 15	min



- **CONSIDERACIONES DE DISEÑO:**
 - **Número de unidades: n**
 - **Dimensiones:**
 - **Preferentemente plantas cuadradas**
 - **$L = A < 8 \text{ m}$**
 - **$H < 5 \text{ m}$**
 - **Disponer de un by-pass al tratamiento secundario**
 - **Disponer de diferentes puntos de dosificación de reactivos**

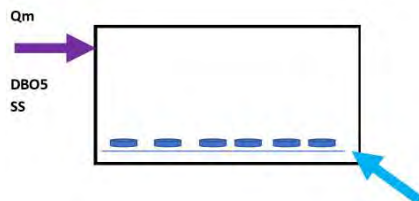




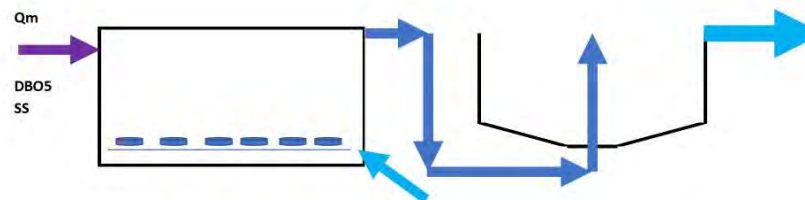
- **CONSIDERACIONES DE DISEÑO:**
 - **Ventajas:**
 - **Protege el tratamiento biológico**
 - **Necesario para aguas industriales**
 - **Inconvenientes:**
 - **Cambia características del agua (pH, conductividad, etc.)**
 - **Poco compatible con procesos posteriores de reducción de nutrientes**
 - **Mayor producción de fangos (minerales)**
- **En la actualidad en desuso en las aguas residuales urbanas**



Biológico Fangos Activos de Alta Carga



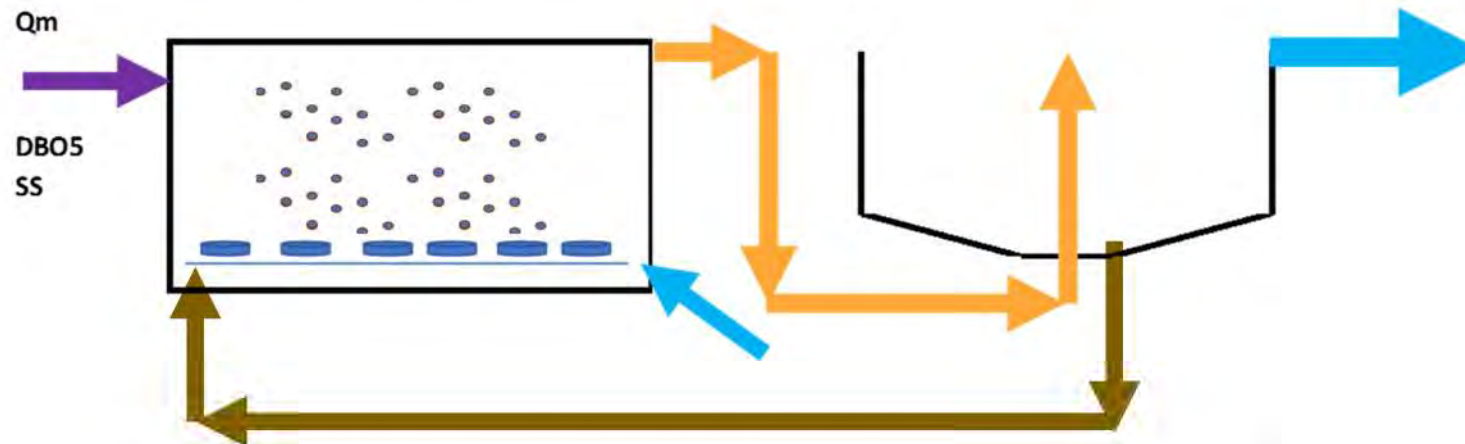
- Depósito donde tiene lugar la reducción de la carga contaminante.
- Aporte de oxígeno: Aire
- Su diseño depende de las condiciones medioambientales que el diseñador selecciona



- Depósito donde tiene lugar la separación de los microorganismos responsables de la depuración y el agua depurada
- Su diseño es tan importante o mas que el de la balsa biológica
- Su diseño depende de las condiciones hidráulicas:
 - Caudal medio de aguas residuales
 - Caudal punta: máximo de aguas residuales



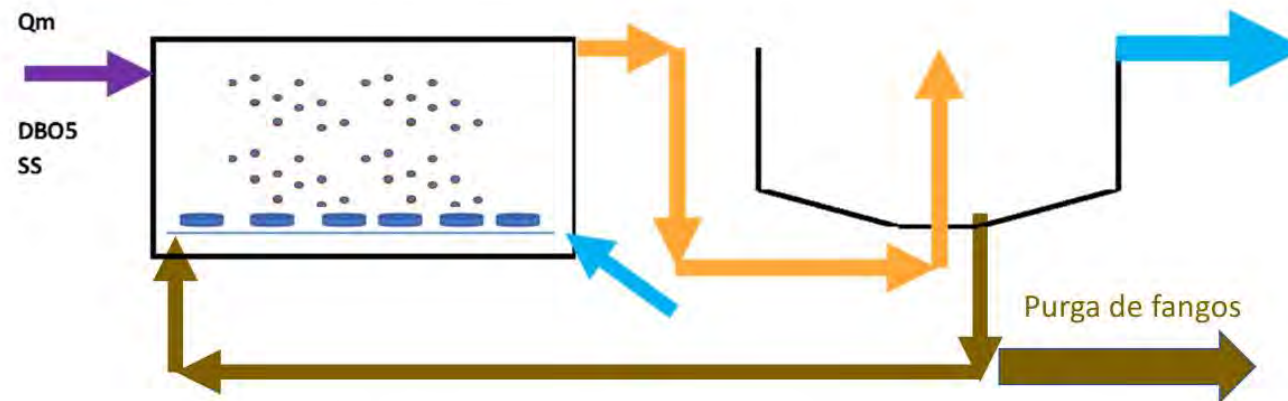
Recirculación externa: Fangos Activos de Alta Carga



- Necesaria para mantener los MLSS de la balsa biológica
- Se recirculan desde el fondo del decantador hasta cabecera de la balsas biológica



Edad del fango: Fangos Activos de Alta Carga



- La edad del fango es el tiempo medio que los MLSS están en el sistema
- Se mide en días
- La purga de fangos es la que determina la edad del fango



- **Rendimientos biológico alta carga**
 - **Reducción DBO5: 50-80 %**
 - **Reducción de SS: 60-80 %**
 - **Reducción NTK: 10 %**
 - **Reducción P: 10 %**

Edad del fango en función de la reducción de DBO5					
Reducción DBO5	50	60	70	80	%
θ (Edad del fango)	0,30	0,50	0,75	1,00	días



Fangos Activos de Alta Carga

- **FORMULAS:**

- **Edad del fango (θ):**

$$\theta \text{ (días)} = \frac{V(\text{m}^3) * \text{MLSS (ppm)}}{\text{Pf} \left(\frac{\text{kg}}{\text{d}} \right) * 1.000 \text{ (gr/kg)}}$$

- **Producción de fangos (Pf):**

$$\text{Pf} \left(\frac{\text{kg}}{\text{d}} \right) = \frac{Q_m \left(\frac{\text{m}^3}{\text{d}} \right) * (\text{DBO5e (ppm)} - \text{DBO5s (ppm)}) * \zeta \left(\frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right)}{1.000 \left(\frac{\text{gr}}{\text{kg}} \right)}$$

$$\zeta \left(\frac{\text{kgSS}}{\text{kgDBO5eliminada}} \right) = (0,35 + 1,17 * r) * \theta^{-0,07}$$

$$r = \frac{\text{SSe (ppm)}}{\text{DBO5e (ppm)}}$$

- **Recirculación externa (re):**

$$re \text{ (\%)} > \frac{\text{MLSS (ppm)} - \text{SSe (ppm)}}{\text{Cp (ppm)} - \text{MLSS (ppm)}}$$



Fangos Activos de Alta Carga

- **CONSIDERACIONES DE DISEÑO:**
 - **Número de unidades: mínimo 2**
 - **Consideraciones geométricas:**
 - **Aireación superficial: $H < 4 \text{ m}$**
 - **Burbuja gruesa: $H < 4,5 \text{ m}$**
 - **Burbuja fina: $5,0 \text{ m} < H < 7,0 \text{ m}$**
 - **Disponer de un by-pass al tratamiento secundario y a los decantadores**
 - **No admite decantación lamelar**



Fangos Activos de Alta Carga

- **Ventajas:**
 - **Protege el tratamiento biológico frente a elementos inhibidores**
 - **No aumenta la producción de fangos finales**
- **Inconvenientes:**
 - **Consumo de energía**
 - **Poco compatible con procesos posteriores de reducción de nutrientes**



MUCHAS GRACIAS



+ INFORMACIÓN

info@aeopas.org

955 40 85 06



aeopas

Asociación Española de Operadores
Públicos de Abastecimiento y Saneamiento

