

Sistema de flotación por aire disuelto (DAF)



Kenda Al Shamas

BDM Biological Wastewater Treatment

Kenda.al.shamas@xylem.com

June 2025

Contenido

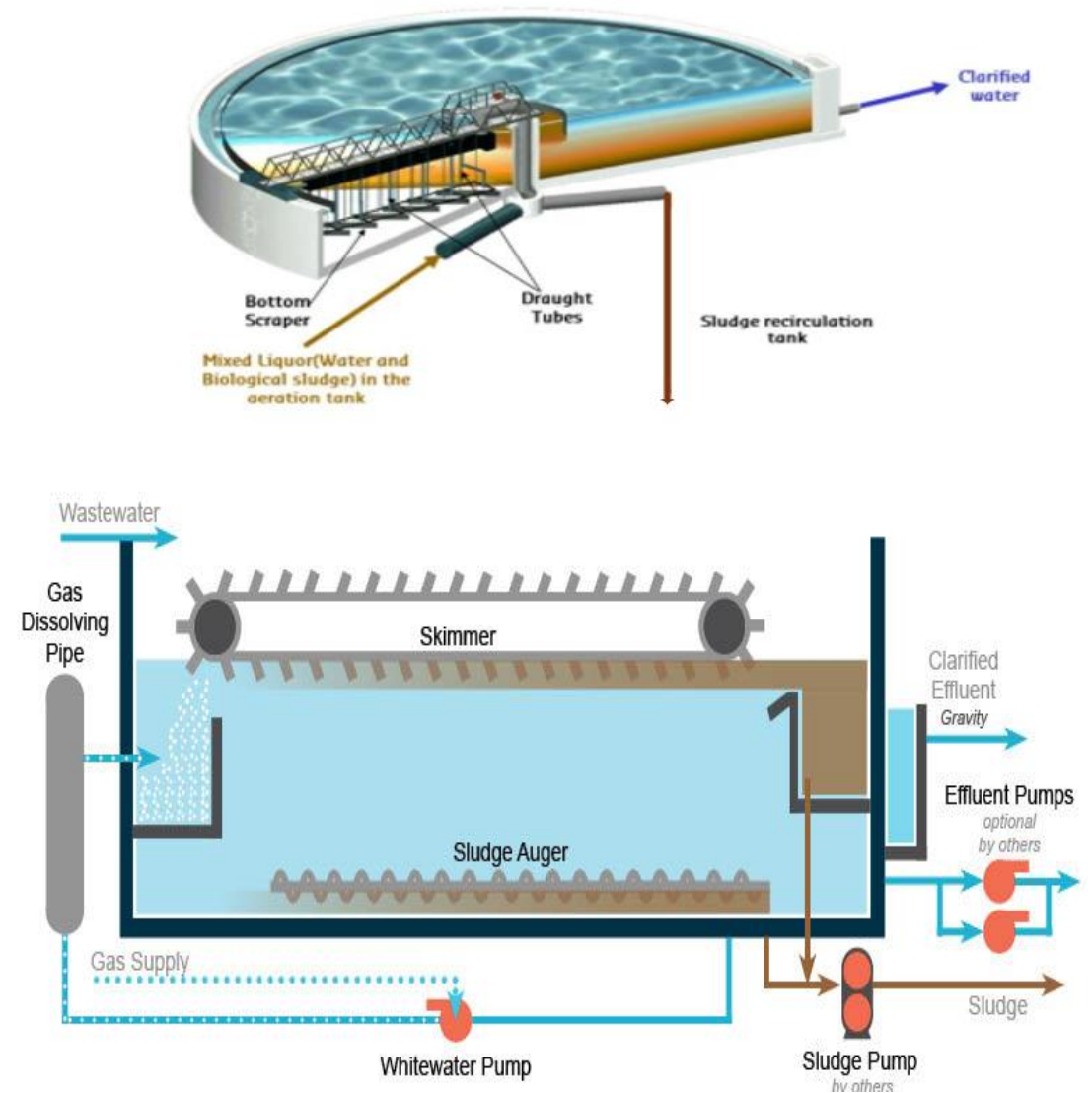


- 1 Introducción al DAF
- 2 ¿Cómo funciona el DAF?
- 3 XYLEM DAF portfolio
- 4 Aplicaciones DAF
- 5 Ventajas de la tecnología DAF
- 6 Casos de estudio

Introducción al DAF:

Proceso de separación físico-química

- El DAF es una tecnología alternativa a los clarificadores convencionales por gravedad con mayor eficiencia en la separación de sólidos suspendidos y partículas finas.
- DAF es un proceso diseñado para eliminar sólidos en suspensión, aceites, grasas y otros contaminantes de las aguas residuales en un **espacio compacto**.
- El sistema elimina de manera eficaz una amplia gama de sólidos en suspensión, aceites, grasas y metales, lo que reduce significativamente la parte particulada de DQO/DBO.
- El sistema DAF es una tecnología reconocida y confiable a nivel mundial por su alta eficiencia en el tratamiento de aguas residuales, tanto municipales como industriales.



¿Cómo funciona el DAF?

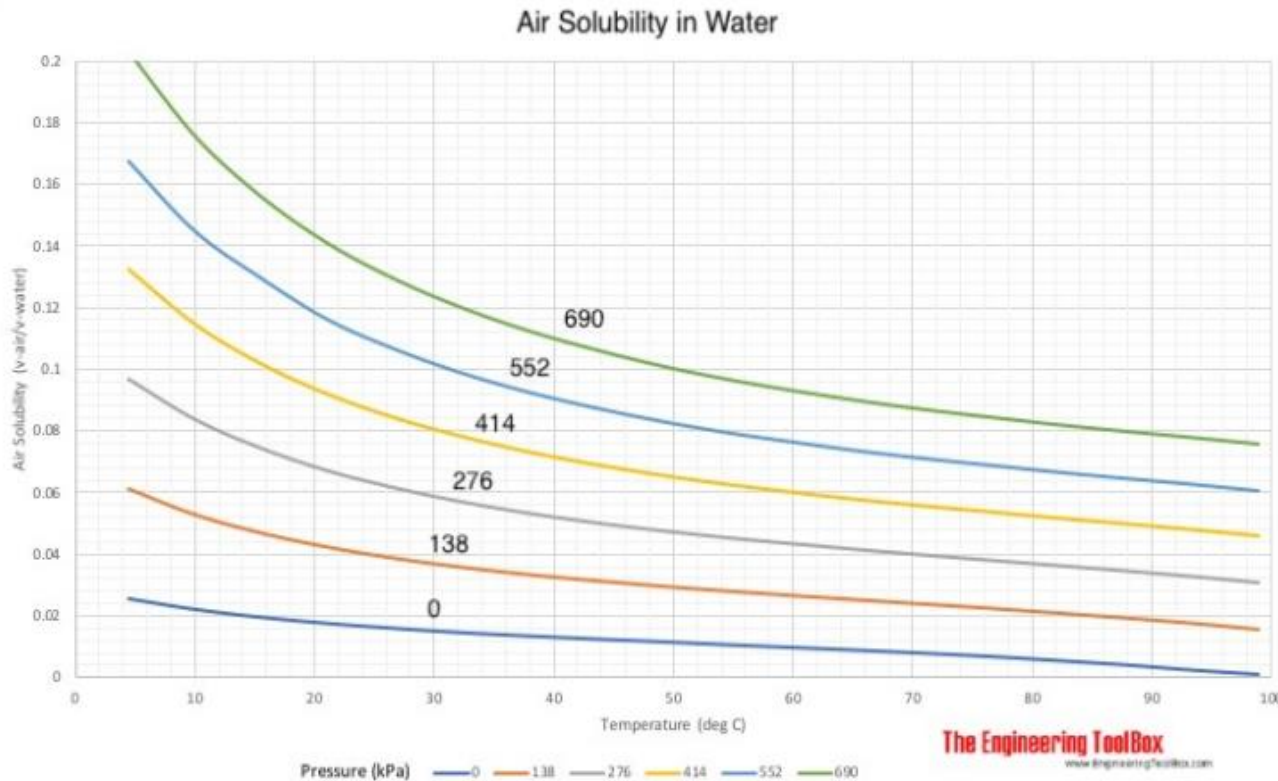
- La separación sólido-líquido se consigue disolviendo aire en una corriente reciclada del efluente bajo presión, seguido de su despresurización controlada en un tanque de flotación
- El aire liberado genera microburbujas (de 10 a 50 micras) que se adhieren a las partículas en suspensión, facilitando su ascenso a la superficie del agua, donde pueden ser retiradas mediante un sistema de rasquetas y una bomba de lodos.
- las partículas con una densidad demasiado alta para flotar se sedimentan en el fondo y son evacuadas mediante un sinfín inferior y una bomba de lodos."



DAF Skimming Systems

¿Cómo funciona el DAF?

- Temperatura de 0 °C - 45 °C
- Se utiliza aire ambiente no compresor de aire, eductor para aportar la cantidad óptima de aire sin provocar cavitación en la bomba



DAF Whitewater Systems



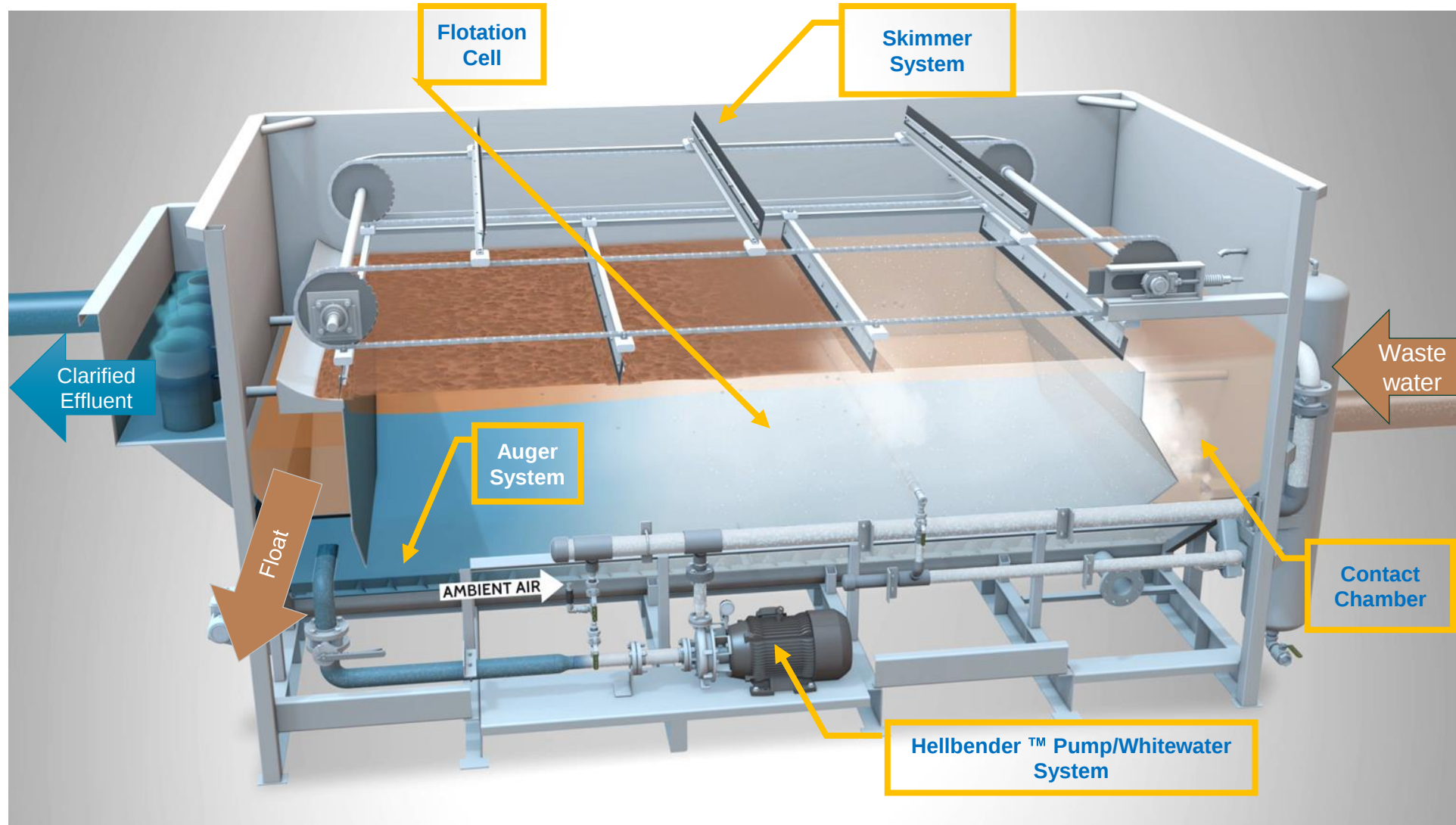
¿Cómo funciona el DAF?

Coagulación Floculación

- La mayoría de las aplicaciones DAF requieren el uso de coagulantes y/o polímeros en las aguas residuales, inmediatamente antes de la etapa DAF.
- Xylem suministra los sistemas necesarios para dosificación basándose en los resultados de la prueba de Jar test.
- La coagulación y floculación suelen consistir en:
 - ✓ Neutralización del pH (aplicación específica).
 - ✓ Coagulación: adición de sales férricas o de aluminio como con agitación rápida para favorecer la desestabilización de las partículas.
 - ✓ Floculación de partículas más grandes, mediante la adición de polímeros y mezcla lenta.



¿Cómo funciona el DAF?



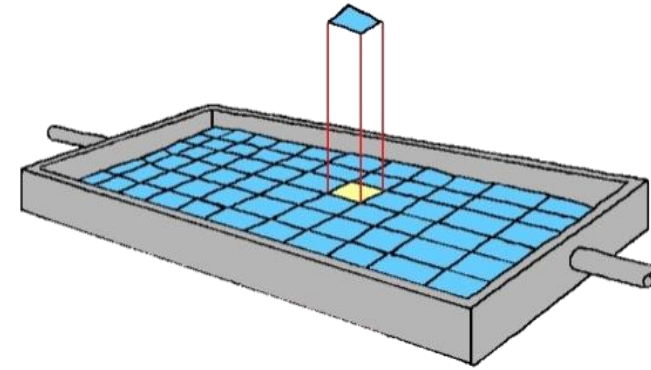
Criterios de Diseño y ventajas VS. Clarificador por gravedad

- La tecnología DAF requiere solo aproximadamente el 25% del área superficial necesaria en comparación con las tecnologías convencionales de clarificación.

Tasa de carga hidráulica (HLR): 2 - 12 m³/m²/hora

Tasa de carga de sólidos (SLR): 9 - 48 kg/m²/hora

Relación aire : sólidos (A:S): 0.005 - 0.050 kg de aire / kg de sólidos



- Menor coste de CAPEX y OPEX.
- La tecnología DAF proporciona una mejora sobre los clarificadores tradicionales, logrando hasta un 95% de remoción de SST, 98% de remoción de grasas y aceites (FOG), y manejando eficazmente altas concentraciones de SST.
- Filamentosas:** tienden a flotar, lo que les facilita su eliminación mediante DAF.

XYLEM DAF PORTFOLIO

DAF Alquiler

Respuesta **inmediata** para la **sustitución temporal** durante la construcción de plantas, mantenimientos y la ampliación de la capacidad

- ✓ Pruebas FAT para garantizar la calidad y evitar interrupciones en el Puesta En marcha
- ✓ Solución plug & play con cuadro de control programado y precableado
- ✓ Interfaz totalmente intuitiva y fácil de usar
- ✓ Servicio de puesta en marcha realizado por personal cualificado
- ✓ Control remoto



Model	RT-50A	RT-100A	RT-240A
Surface Area (m ²)	4,7	9,3	22,3
Flow Range (m3/h)	20 - 45*	45 - 90*	110 - 295*
Overall Dimensions (L / W / H)	5,020 / 2,190 / 2,184 mm	6,400 / 2,580 / 2,489 mm	10,382 / 3,200 / 2,946 mm
Whitewater pump (kw)	15	15	20
Skimmer motor (kw)	0,37	0,37	0,4
Bottom Auger motor (kW)	0,15	0,15	0,25
Sludge pump (kw)	TBD	TBD	TBD
Air compressor motor (kw)	NA	NA	NA
Available for Rent	Yes	Yes	Yes
Available to Purchase	Yes	Yes	Yes

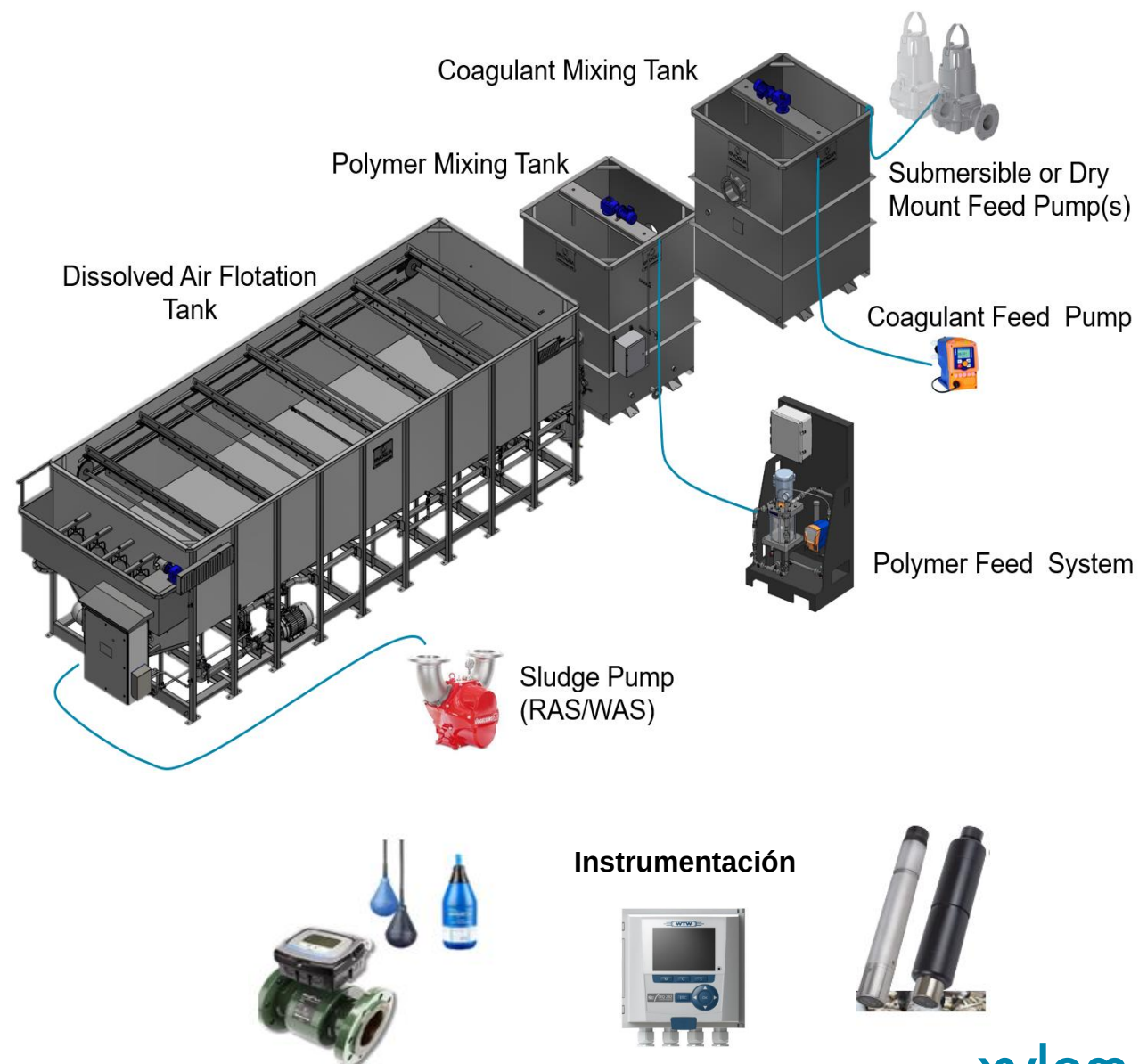
* Pueden variar, según la temperatura del agua, la química y la carga de sólidos..

XYLEM DAF PORTFOLIO

DAF Alquiler

Equipos auxiliares disponibles para alquiler

- ✓ Tanques de mezcla para adición de productos químicos y/o ajuste del pH
- ✓ Bombas dosificadoras
- ✓ Unidad de preparación de polímero
- ✓ Bombas de lodos
- ✓ Bombeo de alimentación DAF
- ✓ Tuberías
- ✓ Instrumentación para controlar DAF/bombas

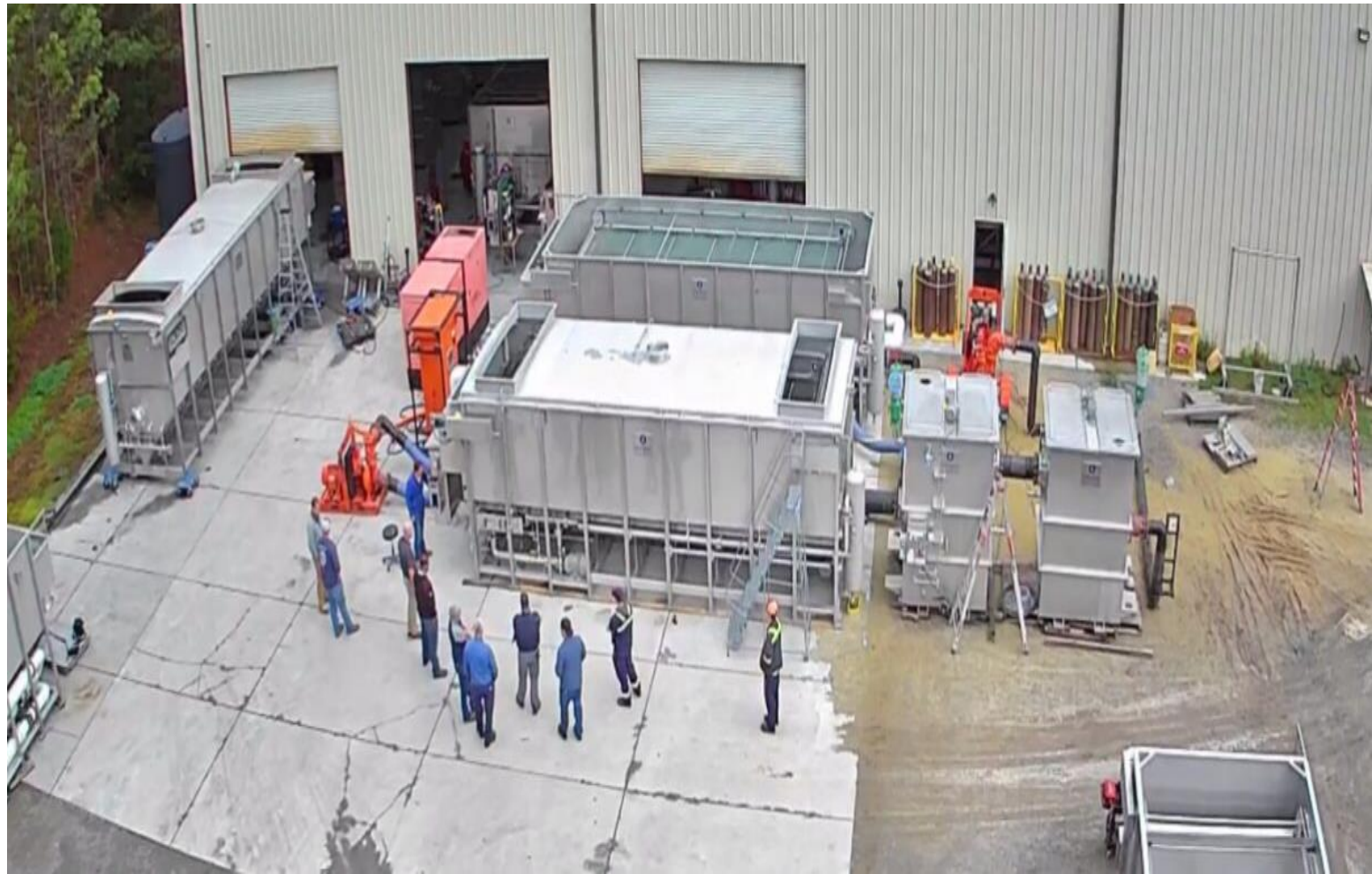


XYLEM DAF PORTFOLIO

DAF Packages

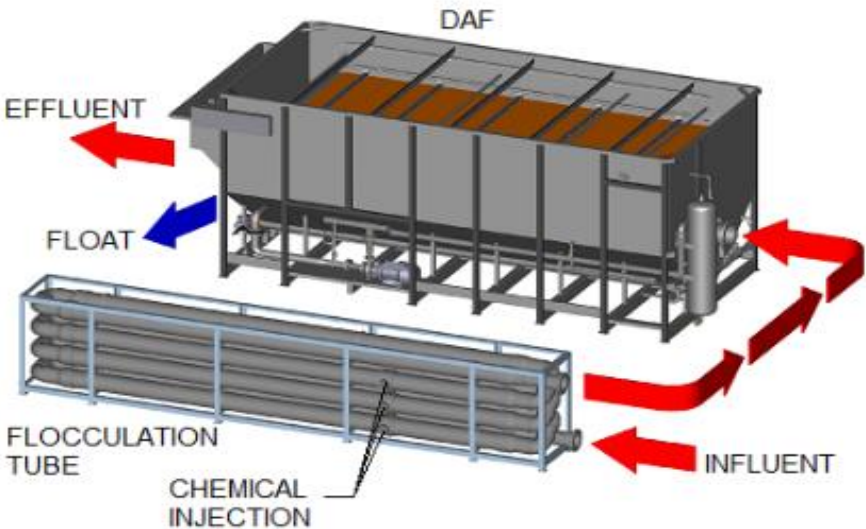
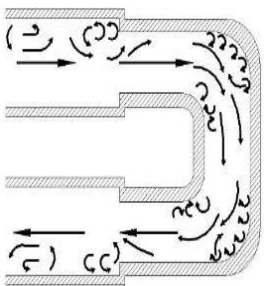
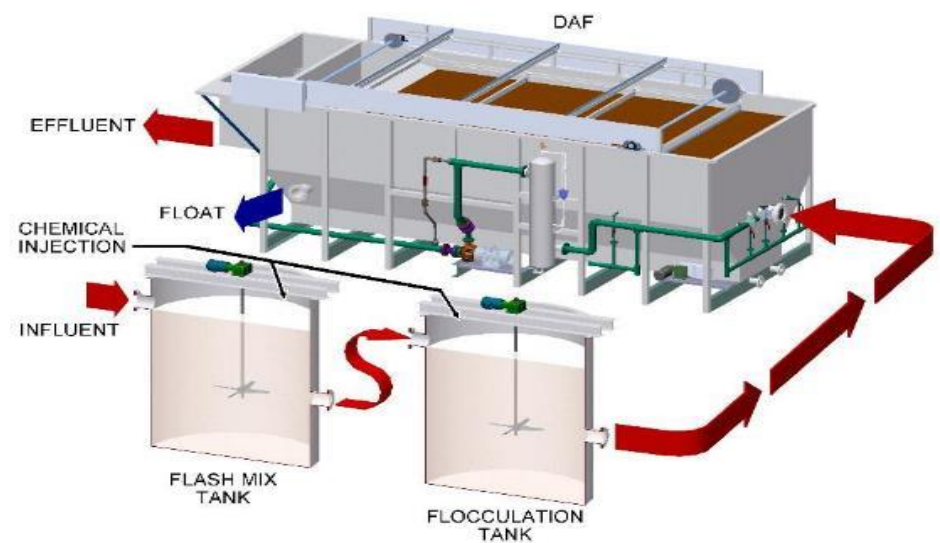
Opción de venta con posibilidad de diseño customizado teniendo en cuenta el proceso de tratamiento, las condiciones del efluente y los objetivos de tratamiento.

- Diseño completo del proceso
 - ✓ Diagrama de flujo del proceso
 - ✓ P&ID
 - ✓ Layouts/Site plans
- Todos los componentes principales
 - ✓ Selección de equipos
 - ✓ Integración del sistema
 - ✓ Pruebas internas
- Controles integrados
 - ✓ PLC/HMI
 - ✓ Certificación CE
 - ✓ Diseño y programación
 - ✓ SCADA
- Servicios
 - ✓ Supervisión de la instalación
 - ✓ Pruebas del sistema
 - ✓ Puesta en marcha y formación del personal
 - ✓ Resolución de problemas



Control de PH , Coagulación y Floculación

- ❑ Los tubos de floculación son buenos para un flujo constante = energía de mezcla y TRH constantes.
- ❑ Normalmente es necesario bombear (frente al flujo por gravedad) a un tubo de flóculos, ya que la pérdida de carga es significativa
- ❑ No es una buena opción para BioDAF cuando el SST es alto - limite el tubo de flóculos a 1.000 mg/l de SST o menos.



	Tanques de coagulación/Floculación	Tubos de floculación
Método	Tanques con agitadores	Tiempo de retención hidráulico y energía de agitación específica
Aplicación	Fluctuación en caudales y/o cargas Ajuste de PH necesario Tiempo de reacción flexible	Caudales y cargas constantes No es necesario controlar PH Tiempo de reacción limitado
Espacio	Espacion adicional para tanques	Compacto, integrado al DAF
Consumo energía	KW de agitación	No kW adicionales de agitación



Aplicaciones DAF

Rendimiento del DAF:

- ✓ Sólidos en suspensión (TSS) hasta 95%
- ✓ Aceites y grasas (FOG) hasta 98%
- ✓ Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) insoluble (particulada) hasta 85%.

*valor depende de la aplicación y tasa de carga

La tecnología DAF se utiliza ampliamente en las siguientes industrias

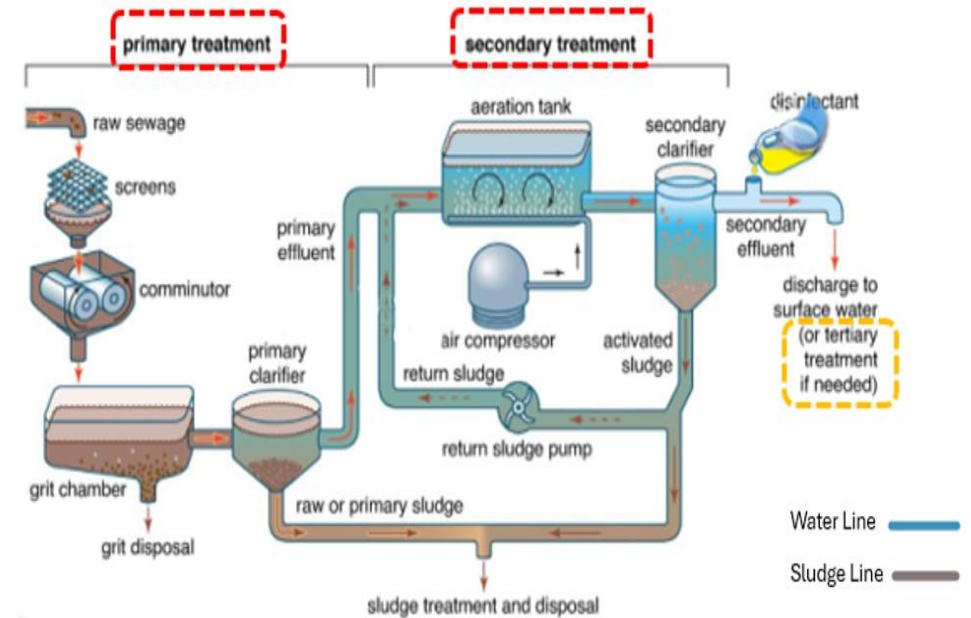
- Alimentación
- Industria avícola, porcino y bovino
- Industria láctea
- Petroquímica
- Industria papelera
- Infraestructuras
- Municipal (Agua potable)



Aplicaciones DAF

Los sistemas DAF pueden ser un tratamiento independiente o formar parte de una solución más amplia con otras tecnologías

- 1) Pretratamiento = reducción de la carga en el tratamiento biológico o vertido a EDAR municipal.
- 2) Eliminación de aceite y grasa en Alimentación, refinerías u O&G
- 3) Clarificación de biosólidos, aguas abajo del tratamiento aeróbico y anaeróbico. **(1/4 del tamaño del clarificador de gravedad).**
- 4) Tratamiento de aguas residuales industriales para cumplir los **límites de vertido y controlar bulking.**
- 5) Espesamiento de biosólidos **(Lodos con una concentración de sólidos del 3 - 6% Vs. $\approx 0,8\%$ de concentración de lodos del clarificador de gravedad).**
- 6) Tratamiento de agua potable o agua bruta para turbidez y algas.
- 7) Pulido de efluentes de tratamiento biológico para reducción de SST y TP
- 8) Plantas de lavado industrial (por ejemplo, reutilización del agua de lavado).



Ventajas de la tecnología DAF



Cumplir con los límites de vertido cada vez más estrictos



Pretratamiento para reducir las cargas contaminantes aguas abajo.



**Reutilización del agua
Recuperación de productos**



Reducir la tasa de recargo de alcantarillado



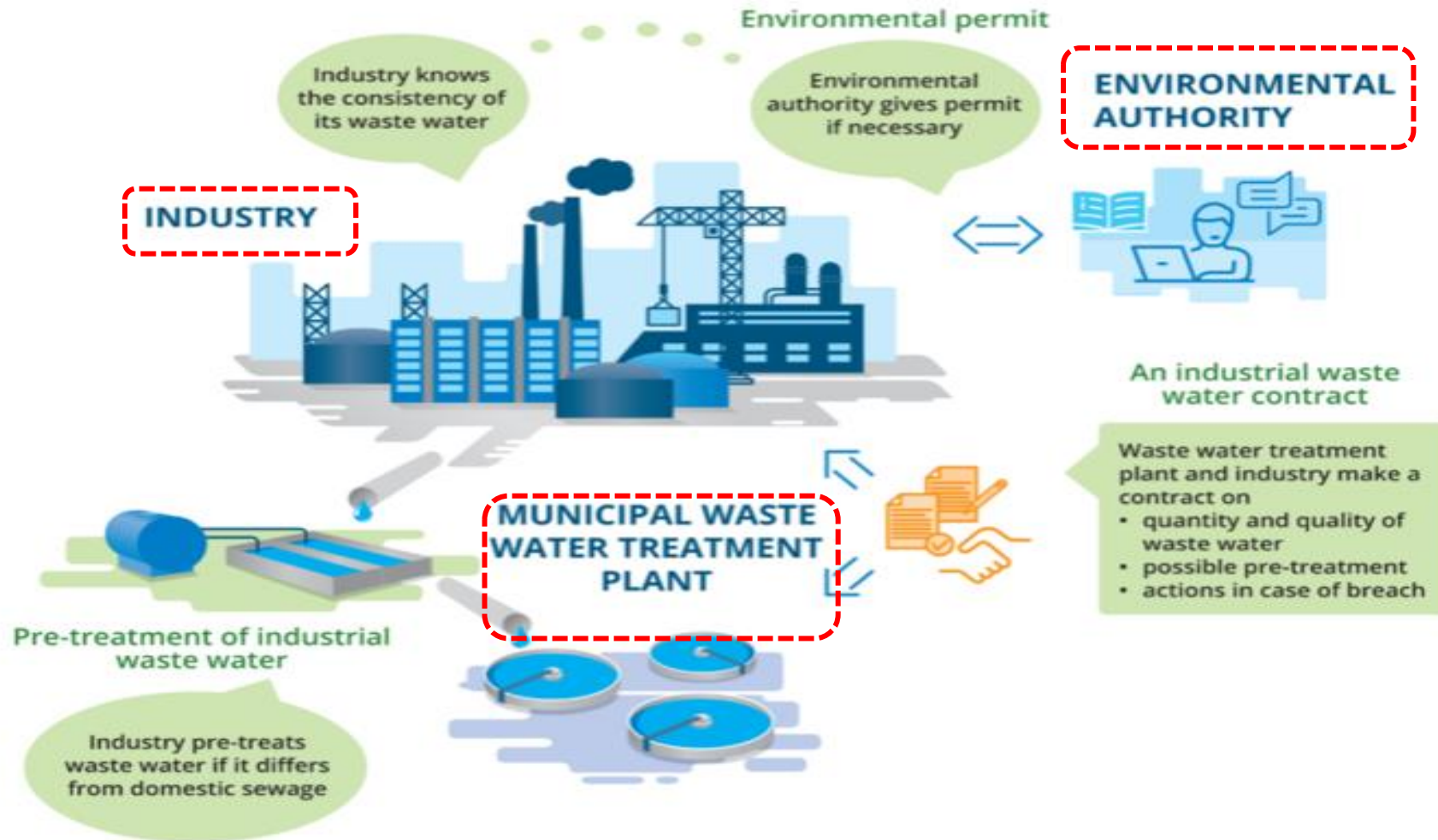
**Pequeña huella,
gran impacto**



**Solución integrada
Responsabilidad total
en un solo punto**

Ventajas de la tecnología DAF

Vertidos aguas industriales



Cumplir con los límites de vertido cada vez más estrictos

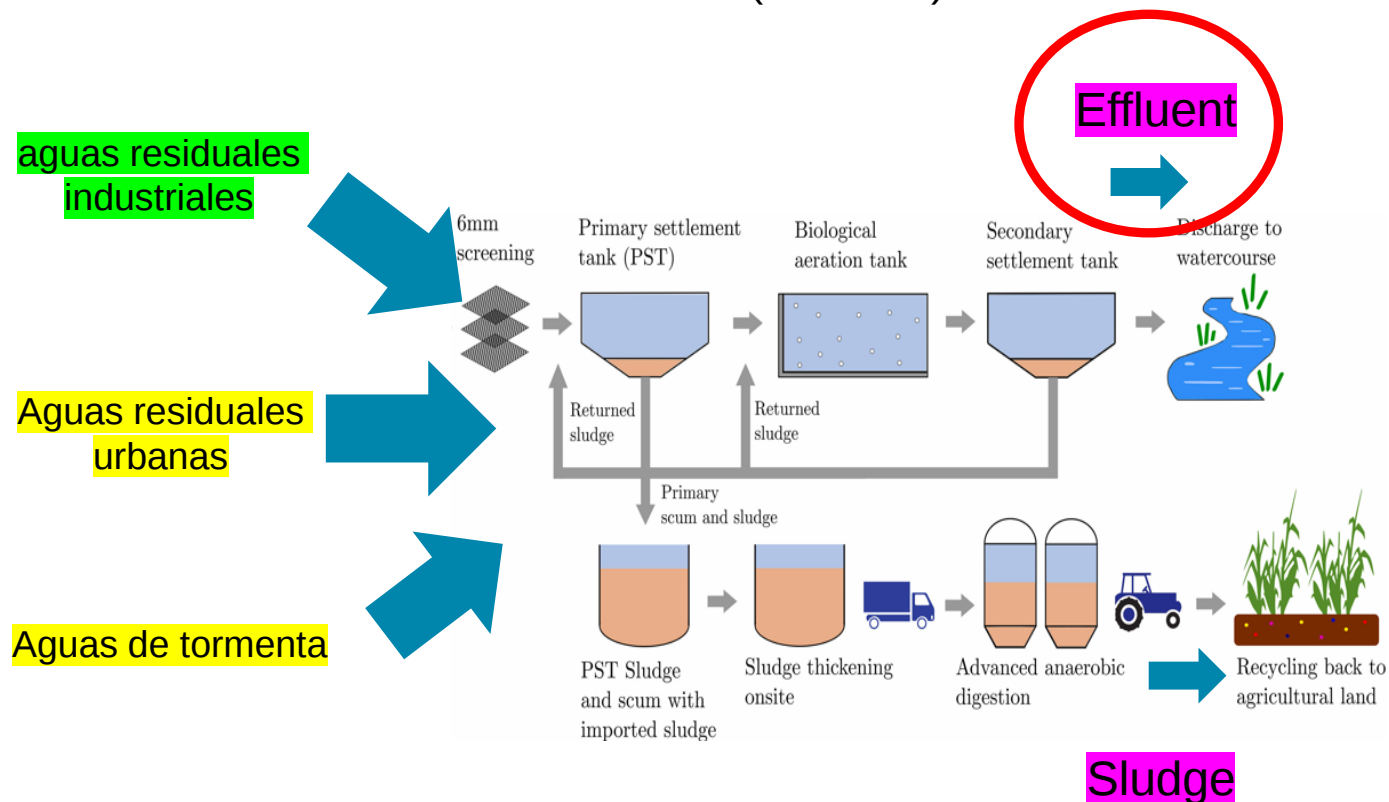
- **Municipal Wastewater Treatment Plants (WWTPs)** receive and treat industrial discharge before releasing it into the environment.

- Many industries operate their own **on-site WWTPs** to reduce contaminants before discharging into the sewer system.

- **Discharge limits to sewers** depend on factors such as flow rate, toxicity, and the compliance requirements of the receiving municipal WWTP.

- **Discharge limits to water bodies** vary based on flow rates, pollutant levels, and the ecological conditions of the receiving waters.

Nueva Directiva sobre el Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas (UWWTD)



Cumplir con los límites de vertido cada vez más estrictos

Las industrias en la UE deben mejorar sus sistemas de tratamiento de aguas residuales para cumplir con la nueva Directiva sobre el Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas. El incumplimiento podría dar lugar a multas y restricciones operativas.

La directiva introduce cuatro puntos clave que afectan los límites de vertido para las industrias:

- ❑ **Límites más estrictos de contaminantes:** Se establecen límites de vertido más bajos para los contaminantes en los efluentes procedentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.
- ❑ **Monitoreo ampliado:** Se exige el monitoreo y la notificación obligatoria de contaminantes emergentes como los microplásticos y (PFAS), comúnmente utilizadas en textiles y envases alimentarios.
- ❑ **Responsabilidad ampliada del productor:** Las industrias deberán contribuir a los costes de los sistemas de tratamiento avanzado para eliminar microcontaminantes, presentes habitualmente en cosméticos y productos farmacéuticos.
- ❑ **Neutralidad energética :** Se pone un mayor énfasis en la reducción del consumo energético en los procesos de tratamiento de aguas residuales.



¿Por qué DAF podría ser la tecnología adecuada para su industria?

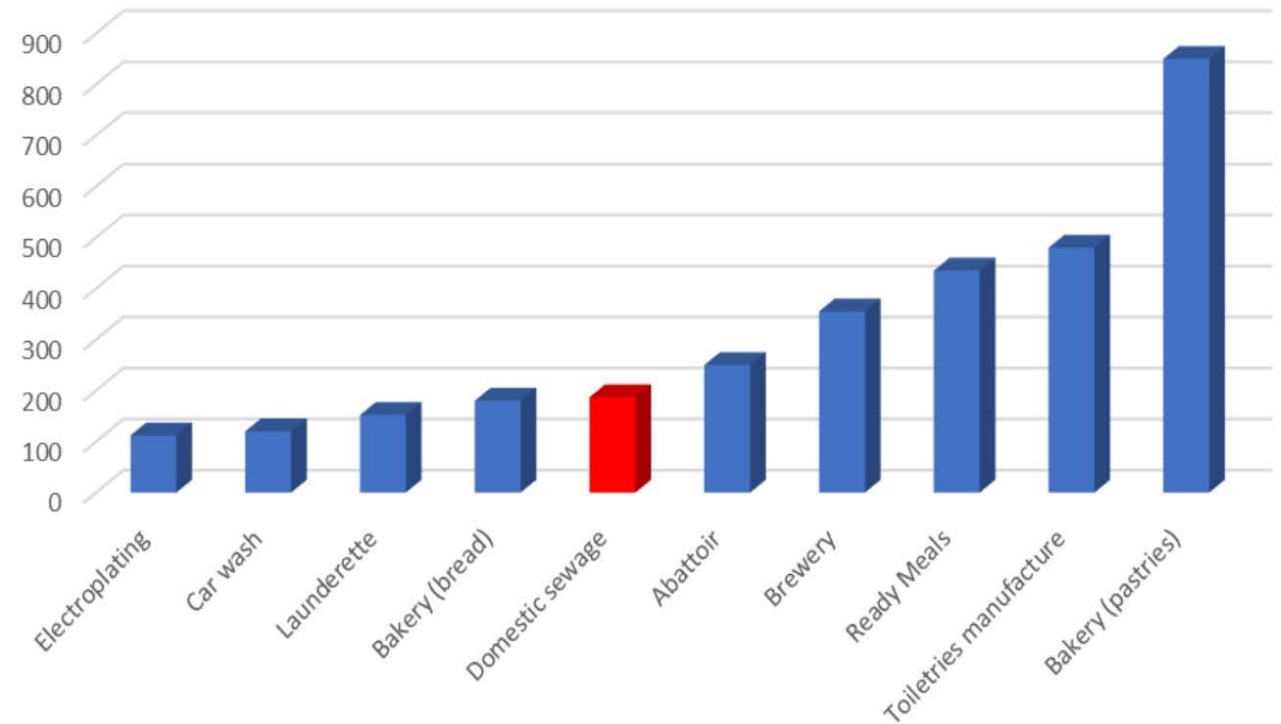


- ✓ Reducir las cargas al tratamiento biológico = aumentar capacidad producción / tratamiento
- ✓ Mejorar Calidad del efluente = facilitar reúso (sostenibilidad)
- ✓ Mejorar la eficiencia del tratamiento mediante la eliminación de inhibidores (FOG)
- ✓ Recuperación de materiales (proteínas, material minerías)
- ✓ Reducir el volumen de lodos y los costos asociados a su disposición
- ✓ mejora el control del tratamiento en períodos de carga estacional elevada
- ✓ Resolver problemas de lodo con pobre sedimentación y/o pobre floculaciones (Post MBBR)
- ✓ Reducir los recargos por vertido al sistema de alcantarillado

Reducir la tasa de recargo al sistema de alcantarillado

- ✓ Industrias como la de procesamiento de alimentos y la fabricación de productos químicos tienen mayor probabilidad de pagar recargos elevados debido a la naturaleza de sus aguas residuales.
- ✓ La tarifa del recargo varía en función de factores como el volumen de agua vertida, la concentración de contaminantes y el costo de tratamiento de dichos contaminantes.
- ✓ Implementar tecnologías de tratamiento eficientes como el sistema DAF permite las industrias mejorar la calidad de su efluente antes de que ingrese al Sistema Integral de saneamiento, lo que puede reducir estos recargos.

Example of typical trade effluent charges for different businesses
(pence/cubic metre)



Casos de Estudios

1-Planta de Metanol Koch Methanol St. James LA EE.UU

Planta de Metanol con DAF post MBBR (Reactor de Biofilm de Lecho Móvil) para Clarificación

Problema:

- ❑ Clarificador lamelar instalado con frecuentes obstrucciones e ineficiencia

Solución:

- Recomendación del representante de ChemTreat sistema DAF Xylem
- Implementación de DAF modelo RT-100 en renta para prueba piloto

Resultados:

- El sistema DAF funcionó excepcionalmente bien durante la prueba.
- El cliente decidió comprar e instalar la unidad DAF.

Beneficios:

- ✓ Evitar paradas inesperadas para el mantenimiento
- ✓ Operación más confiable y estable
- ✓ Cumplimiento de normativas ambientales

- ✓ Cliente adquirió la unidad y considera a Evoqua para la expansión de planta en 2025



Casos de Estudios

2- Eliminación de algas en dos lagunas

Lagunas como cuerpos de captación para tratamiento de agua potable

Problema:

- ☐ Peor calidad de agua durante el verano
- ☐ Problemas ambientales en aguas superficiales
- ☐ Liberación de neurotoxinas al degradarse afectando la calidad del agua potable

Solución:

- Implementación de DAF Lagoon 1 con Floc-tube y lagoon2 con tanque agitación

Resultados:

Algae-laden Lagoon Water Characterization For 2 Different Sites – DAF Treatment			
Parameter	Influent	Effluent	Removal Percentage
Lagoon Site 1 Flow [gal/min]	75	--	--
Lagoon Site 1 BOD [mg/L]	48	10	79.2%
Lagoon Site 1 TSS [mg/L]	116	24	79.3%
Lagoon Site 2 Flow [gal/min]	1,040	--	--
Lagoon Site 2 BOD [mg/L]	107	12	88.8%
Lagoon Site 2 TSS [mg/L]	147	29	80.3%

Casos de Estudios

2- Eliminación de algas en dos lagunas

Lagunas como cuerpos de captación para tratamiento de agua potable



Lagoon 1 – DAF Fango flotado



Lagoon 2 – Fango flotado DAF



Lagoon 2 – Efluente DAF

Casos de Estudios

3-Frito Lay Rancho Cucamonga

Tratamiento primario para eliminar aceites, grasas y solidas in suspensión antes del clarificador

Problema:

- ❑ Clarificador ineficiente para cumplir limites de descarga
- ❑ No es preferible añadir químicos, ya que se desea utilizar el fango como alimento para animales

Solución:

- Alquiler DAF sin adición de químicos coagulantes y floculantes para comprobar resultados

Resultados:

- El sistema DAF ofreció resultados mucho mejores de lo esperado (mira imagine)
- El cliente decidió comprar e instalar la unidad DAF.
- El cliente decidió utilizar el DAF sin clarificación



Casos de Estudios

4- Valero Corpus Refinería (IPAC)

Clarificación secundaria de tratamiento biológico

Problema:

- ❑ Clarificador ineficiente para cumplir límites de descarga

Solución:

- 4 unidades DAF RT500 y tanques floculación en espacio limitado
- DAF con mantenimiento mínimo y redundancia

Resultados:

- Efluente < 20 NTU
- Efluente <10 NTU (promedio)



Casos de Estudios

5- Darling Ingredients - Rendering Plant (procesado restos de animales)

2X DAF como clarificado primario y secundario antes y después del biológico

Problema:

- ❑ Alta concentración de FOG y Solidos en suspensión

Solución:

- DAF como clarificador primario para aguas residuales del proceso
- DAF como clarificador secundario post biológico

Resultados:

- Rendimiento alto en eliminación aceites ,grasas y SS y por lo tanto reducir carga al biológico
- Efluente de alta calidad
- + 20 instalación con el mismo cliente



Casos de Estudios

6- Eliminación de fosforo

Tratamiento terciario del procesamiento de aves

Problema:

- ❑ Alta concentración de fosforo en el efluente
- ❑ Multas por no cumplir parámetros de salida

Solución:

- DAF como tratamiento terciario después del reactor biológico y el clarificador por gravedad
- Flóculos de fosforo precipitado químicamente en los tanques de mezcla seguido por floculación

Resultados:

- ❑ DAF elimina los flóculos de fosforo con poca sedimentabilidad

Total Phosphorous Reduction From Poultry Wastewater – Tertiary DAF Treatment			
Parameter	Influent	Effluent	Removal Percentage
Flow [gal/min]	850	--	--
Precipitation/Flocculation TSS [mg/L]	<20	176	--
DAF-treated TSS [mg/L]	176	<25	85.8%
Total Phosphorous (TP) [mg/L]	7.73	0.54	93.0%



Casos de Estudios

7- Drenaje ácido de mina (MAD)

Tratamiento de drenaje ácido de minas de carbón

Problema:

- ☐ Problemas para cumplir con los límites regulatorios relacionados con los metales disueltos
- ☐ Problemas medioambientales por lixiviación
- ☐ Los flóculos formados por precipitación de metales disueltos son frágiles y poco sedimentables

Solución:

- Los metales disueltos fueron precipitados del efluente del estanque de recolección usando tanques de mezcla y luego floculados.
- **Resultados:**
- ☐ DAF cumplir de forma confiable con los límites de tratamiento sin alterar el flóculo

Acid Mine Drainage Wastewater Characterization – DAF Treatment				
Parameter	Influent	Effluent	Removal Percentage	Permit Limit
Flow [gal/min]	335	--	--	
Iron [mg/L]	24.8	2.8	88.9%	6.0
Manganese [mg/L]	10.5	1.3	87.5%	4.0
Aluminum [mg/L]	25.0	3.3	86.7%	10.0

Casos de Estudios

8- Panadería

Problema y objetivo :

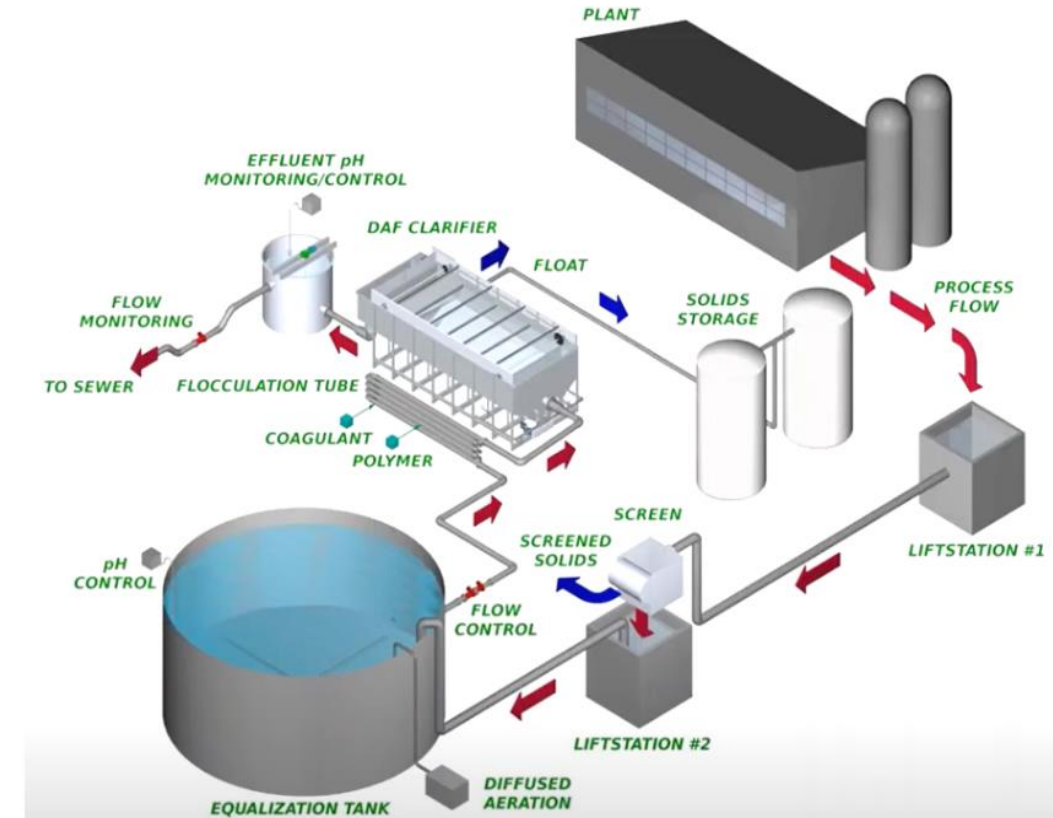
- Los recargos por aguas residuales eran demasiado costosos.
- Reducir los niveles de aceites y grasas por debajo de 100 mg/L.

Solución:

- DAF capaz de manejar la variación en la carga de sólidos (TSS) del proceso del cliente.
- Uso de un tubo de floculación (las pruebas piloto determinaron que no se requerían tiempos de retención largos).

Resultados:

- 90% eliminación TSS (2800 a 266 mg/L).
- 91% eliminación aceites y grasas (680 a 50 mg/L).
- 43% reducción in BOD5 (5800 a 3300 mg/L).
- El cliente logró reducir su recargo por aguas residuales en **\$320,000 USD** por año.



Casos de Estudios

9- Emergencia en refinerías

Varias instalaciones en refinerías como respuesta a emergencias.

- Marathon tuvo un incendio , se utilizó un DNF para eliminar PFOS del agua proveniente del agua de incendios.
 - Se envió una unidad especializada, cubierta y de nitrógeno.
-
- BP tuvo una falla en un clarificador en su refinería de Toledo, OH.
 - Se enviaron inmediatamente 8 unidades RT-240 con tanques de mezcla.
 - Contrato STOC con una duración de 6 meses.
 - Xylem proporcionó bombas y tuberías.



Gracias