Estudio del tratamiento anaerobio de las aguas residuales del sector agroalimentario en un Biorreactor Anaerobio de Membranas (AnMBR)

Ángela Fernández, Tamara Guijarro, Nuria Martí, Juan B. Giménez, Aurora Seco (Universidad de Valencia)

Joaquín Serralta, José Ferrer(Universidad Politécnica de Valencia)

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Cal Agua
Unidad Mixta UV-UPV

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

ÍNDICE DE LA PRESENTACIÓN…

- Introducción
- Objetivos
- Caracterización del agua residual
- Montaje experimental
- Resultados
- Conclusiones

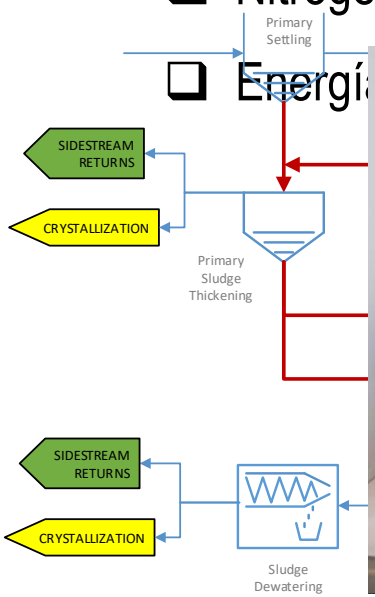
Grupo de investigación CALAGUA…

- Unidad Mixta UV-UPV:
  - Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (UPV)
  - Departamento de Ingeniería Química (UV)
- Dedicados al **estudio integral** de los procesos biológicos y físico-químicos en **EDAR.**
- Nuestro objetivo fundamental es la **transferencia** y **aplicación en el sector industrial** de los resultados y el asesoramiento técnico en el diseño, la operación y optimización de EDAR urbanas e industriales.
- **http://www.aguas-residuales.es/es/**

INTRODUCCIÓN

Reinterpretando el tratamiento del agua residual …

- **Avanzando hacia la EDAR sostenible (IRR: Instalación para la Recuperación de Recursos)** → Agua, Nutrientes y Energía
  - Agua: reutilización para riego y otros usos industriales → Innovation Deal
  - Fósforo: en forma de estruvita → Aplicación e
  - Nitrógeno: en forma de sulfato amónico → Es
  - Energí



Nuestra experiencia con la tecnología AnMBR…

- Planta piloto para el tratamiento de aguas residuales urbanas: EDAR del Barranco del Carraixet.

Volumen total: 1.3m^3 + 0.8 m^3
Caudal de diseño: 3 m^3·d^{-1}

Fibra hueca
Ultrafiltración (0,05 µm)
2x31 m^2 de superficie

Nuestra experiencia con la tecnología AnMBR…

- Planta demostración para el tratamiento de aguas residuales

Resultados obtenidos con la tecnología AnMBR…

- Completa retención de sólidos.
- Elevados rendimientos de eliminación de materia orgánica (>90%).
- Rendimiento de biometanización muy dependiente de la relación DQO/sulfato.
- Concentraciones de nutrientes en el efluente similares a las del afluente.
- Baja necesidad de limpiezas químicas (< 1 limpieza al año)
- Vida útil de la membrana > 10 años

ÍNDICE DE LA PRESENTACIÓN…

- Introducción
- **Objetivos**
- Caracterización del agua residual
- Montaje experimental
- Resultados
- Conclusiones

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Aplicar la tecnología AnMBR a las aguas residuales del sector agroalimentario…

- Estudiar a escala de laboratorio la aplicación de la tecnología AnMBR para el tratamiento de aguas residuales industriales.
  - Caracterizar el agua residual a tratar.
  - Poner en marcha y operar el montaje experimental.
  - Analizar la calidad del efluente obtenida.
  - Cuantificar la producción de biogás.
  - Realizar un balance de DQO en el sistema.

ÍNDICE DE LA PRESENTACIÓN…

- Introducción
- Objetivos
- **Caracterización del agua residual**
- Montaje experimental
- Resultados
- Conclusiones

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

Período de estudio: Octubre 2018 - Abril 2019

Parámetro	Unidades	Promedio	Desv. estándar
DQO_T	**mg DQO·L^{-1}**	**3210**	**983**
DQO_{Sol}	**mg DQO·L^{-1}**	**2506**	**927**
$DBOlim_T$	**mg DBO·L^{-1}**	**2672**	**900**
$DBOlim_{Sol}$	**mg DBO·L^{-1}**	**2216**	**987**
$DBO5_T$	**mg DBO·L^{-1}**	**2365**	**802**
$DBO5_{sol}$	**mg DBO·L^{-1}**	**1680**	**695**
SST	**mg SST·L^{-1}**	**760**	**446**
SSV	**mg SSV·L^{-1}**	**332**	**118**
%SSV	%	**43.7**	**---**
$N\text{-}NH_4$	**mg N·L^{-1}**	**16.1**	**9.3**
$P\text{-}PO_4$	**mg P·L^{-1}**	**5.0**	**2.6**
$S\text{-}SO_4$	**mg S·L^{-1}**	**24.6**	**16.1**
AGV	mg HAc·L^{-1}	**1130**	**386**
Conductividad	**mS·cm^{-1}**	**4.6**	**0.8**

Elevada carga orgánica. Mayoritariamente soluble

Importante variabilidad

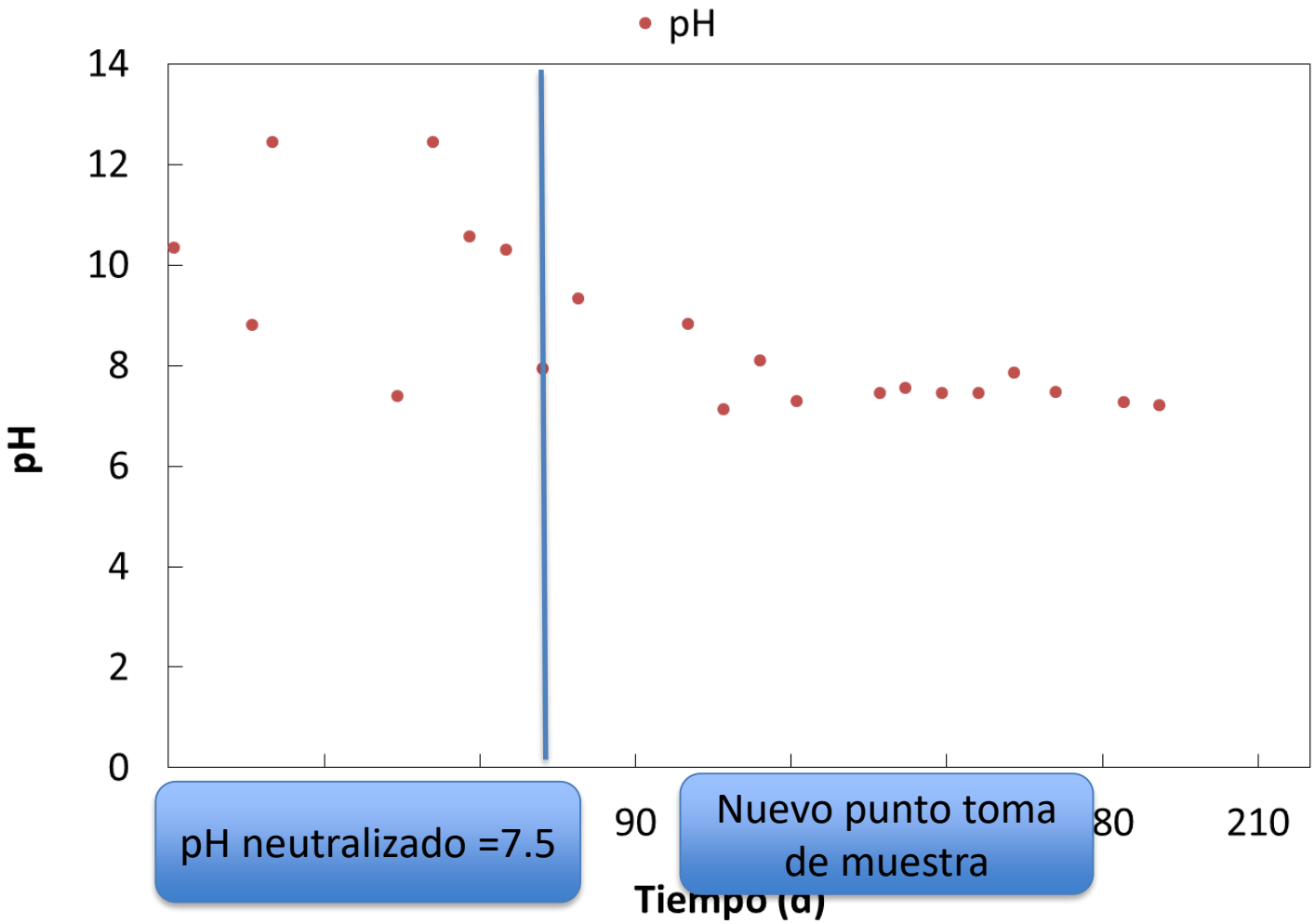
Bajo % SSV

Bajas concentraciones de nutrientes

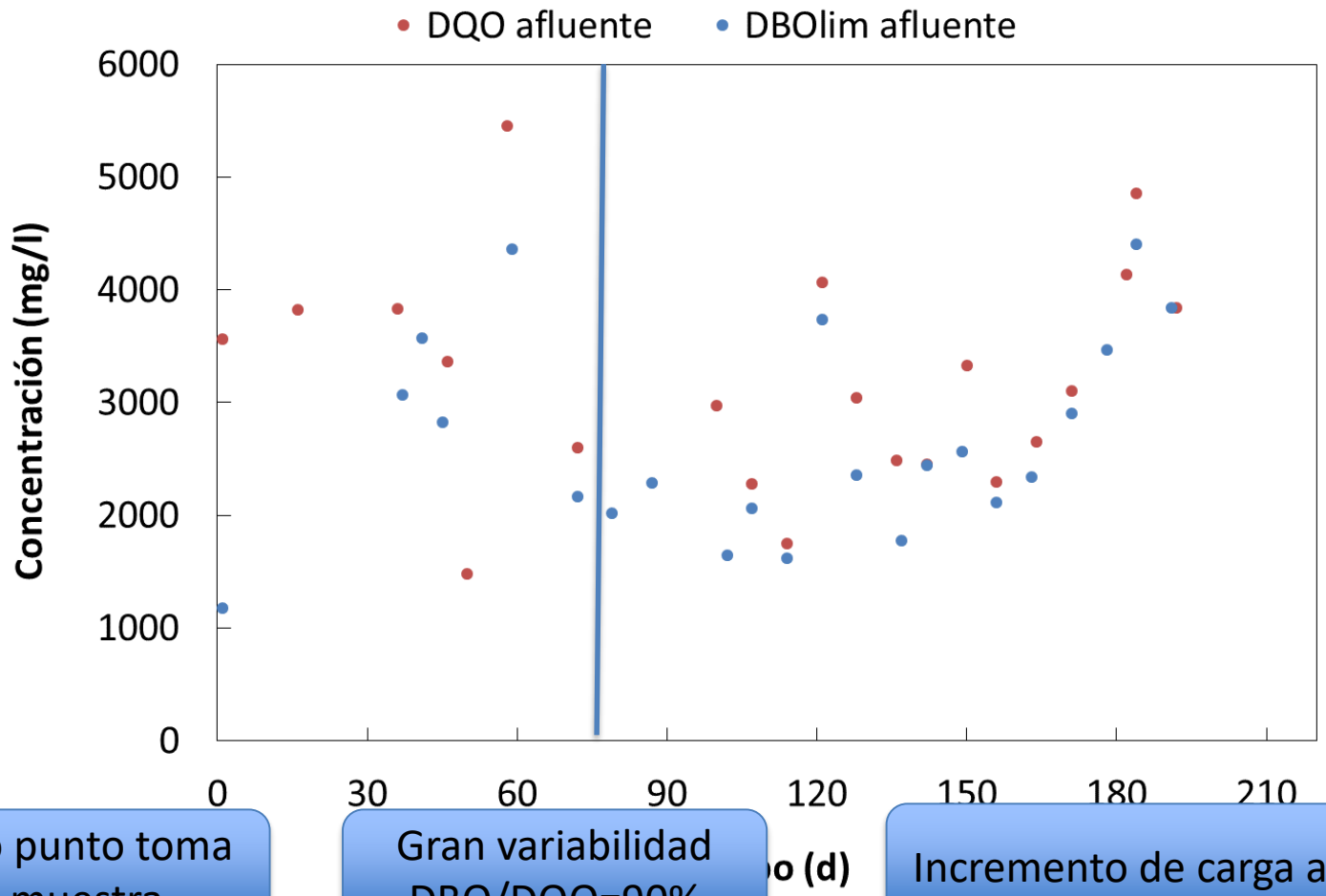
Bajo sulfato

Elevados AGV

Evolución pH



Evolución DQO y DBO

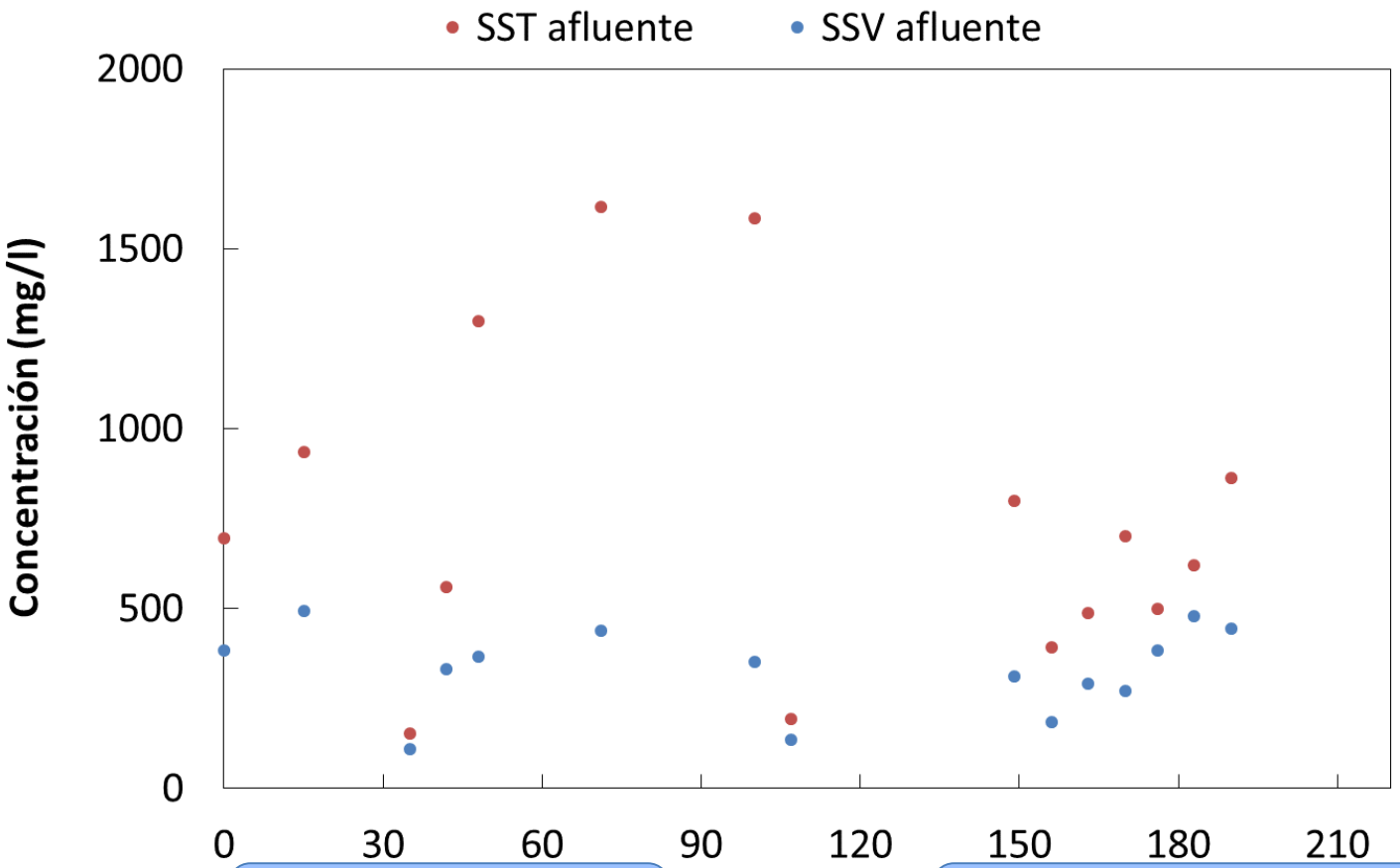


Nuevo punto toma de muestra

Gran variabilidad DBO/DQO=90%

Incremento de carga al final

Evolución SST y SSV



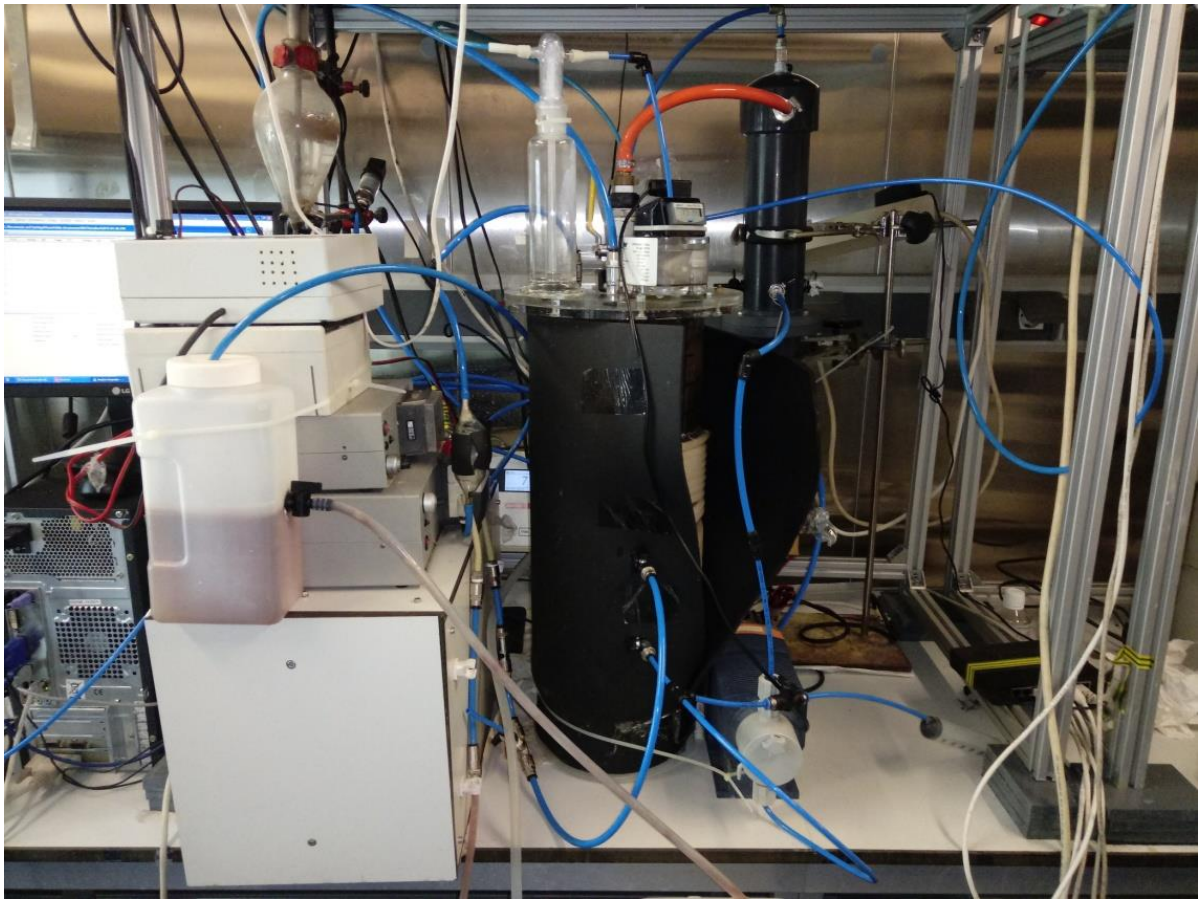
SSV estables

SSNV muy variables.

ÍNDICE DE LA PRESENTACIÓN…

- Introducción
- Objetivos
- Caracterización del agua residual
- **Montaje experimental**
- Resultados
- Conclusiones

Biorreactor Anaerobio de membranas (AnMBR) utilizado



V= 14 L (7 L fango)

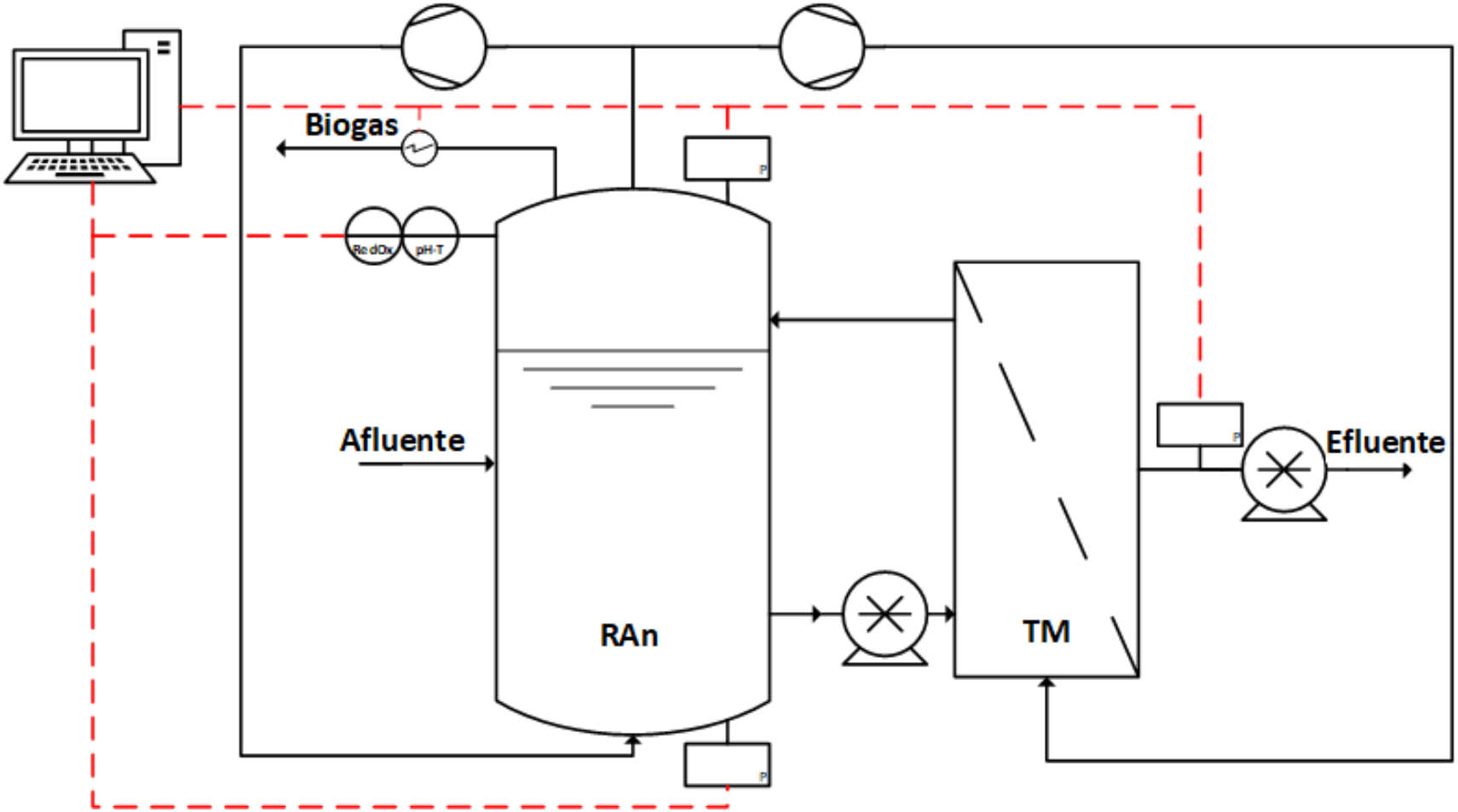
TRC= 70 días
TRH= 40 horas
T= 27ºC

Elevado caudal de recirculación

Agitación por biogás

MONTAJE EXPERIMENTAL

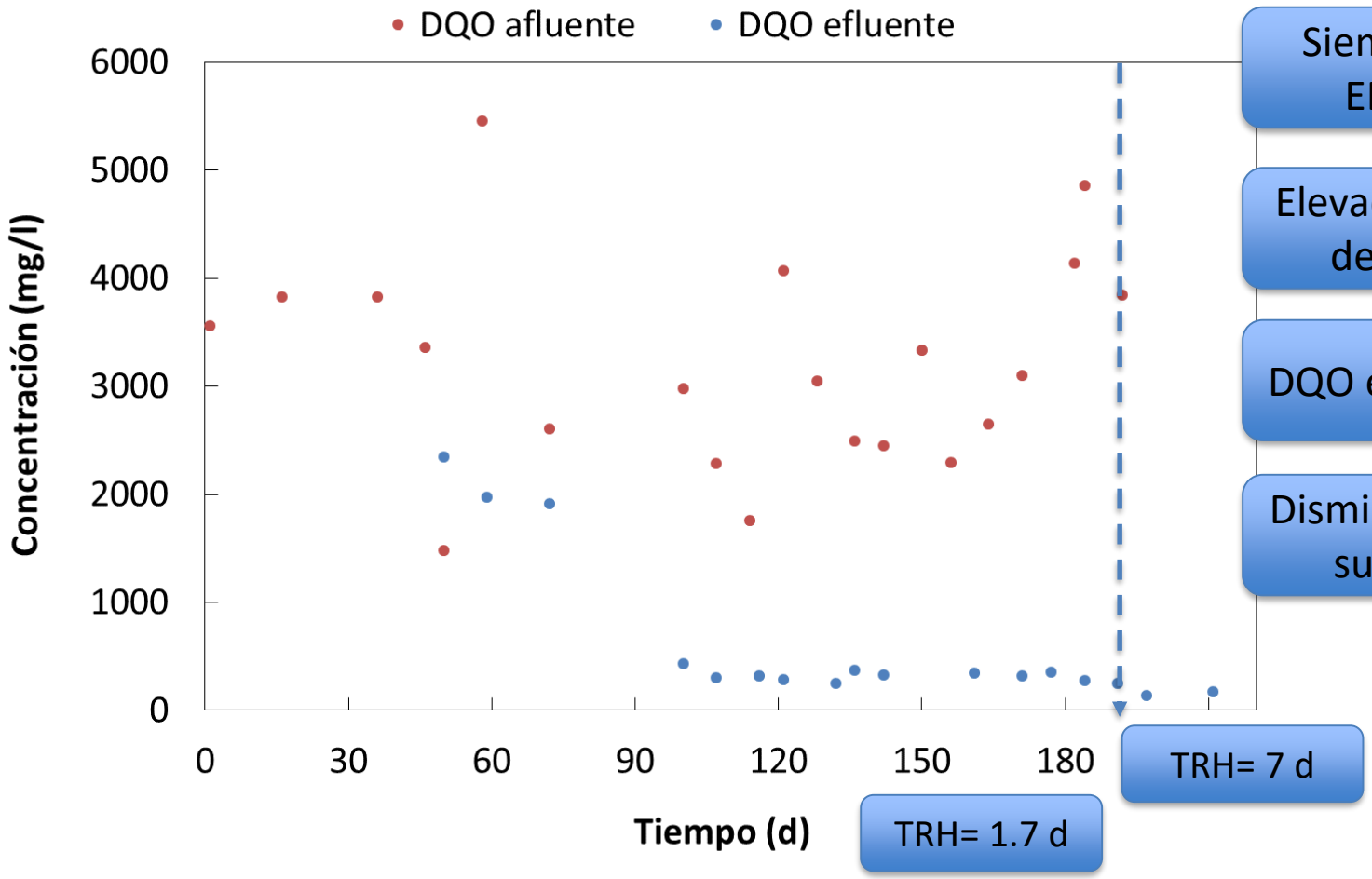
Biorreactor Anaerobio de membranas (AnMBR)



ÍNDICE DE LA PRESENTACIÓN…

- Introducción
- Objetivos
- Caracterización del agua residual
- Montaje experimental
- **Resultados**
- Conclusiones

Biorreactor Anaerobio de membranas (AnMBR)



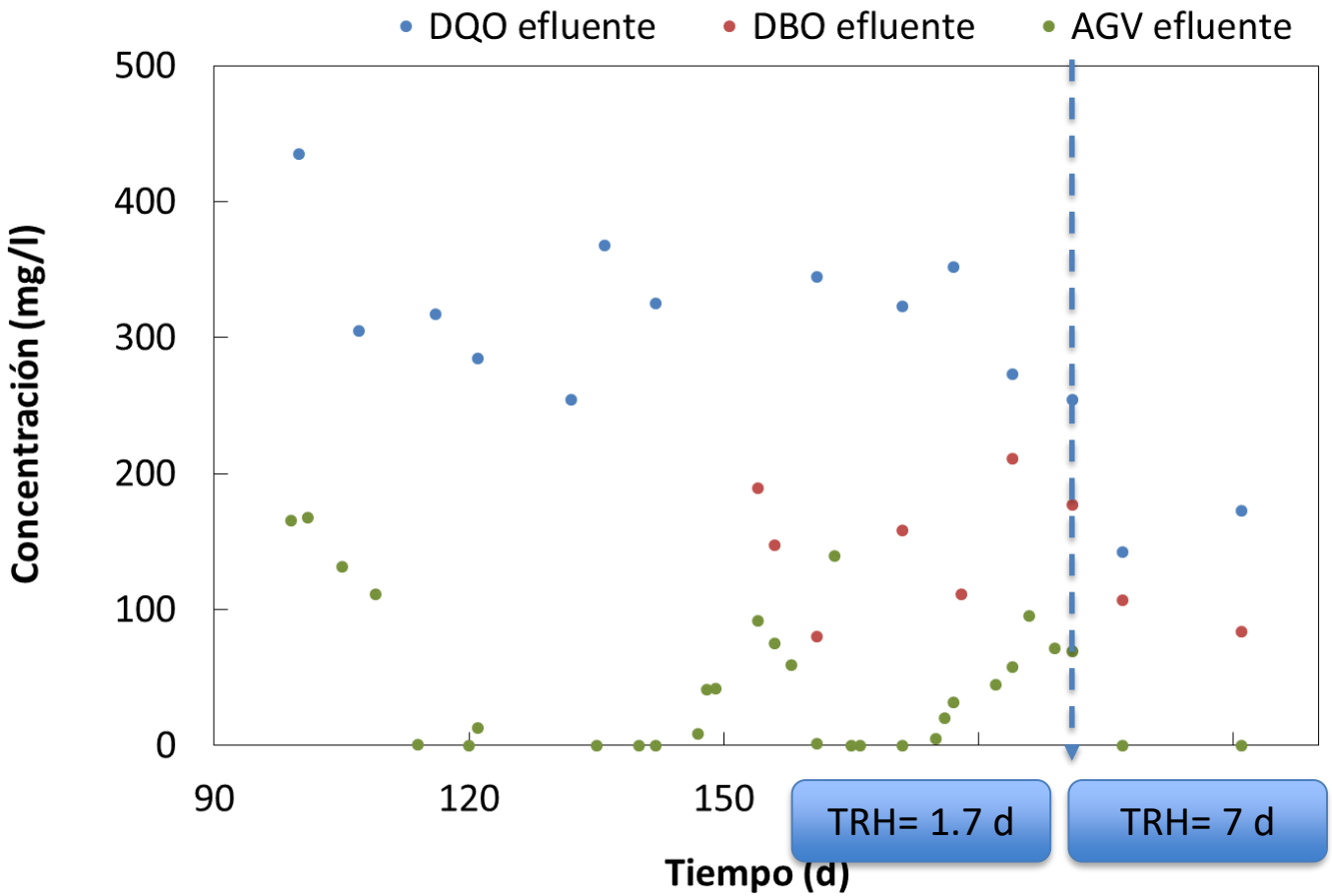
Siembra: Digestor EDAR urbana

Elevado rendimiento de eliminación

DQO efluente estable

Disminución final por subida de TRH

Biorreactor Anaerobio de membranas (AnMBR)



AGV ~ 0 mg/L con picos de inestabilidad

DBO ~ 100 mg/L en ausencia de AGV

Disminución final de DQO sol no biodeg.

RESULTADOS

Biorreactor An as (AnMBR)

- Caracterización cionario (TRH=1.7 d)

Parámet		Promedio	
DQO_T		7367	
SST		12727	
SSV		3520	
%SSV		28	
DQO_T		309	→ 185
DBO_5		121	→ 73
DBO_{Limit}		153	→ 96
AGV		51	→ 0
$CH_{4disuel}$		70	
SST		< LD	
$N\text{-}NH_4$		30.7	
$P\text{-}PO_4$		10.2	
Q_{biogas}		6.2	
$\%CH_4$	%	87	

Bajo % SSV

MO disponible para desnitrificar

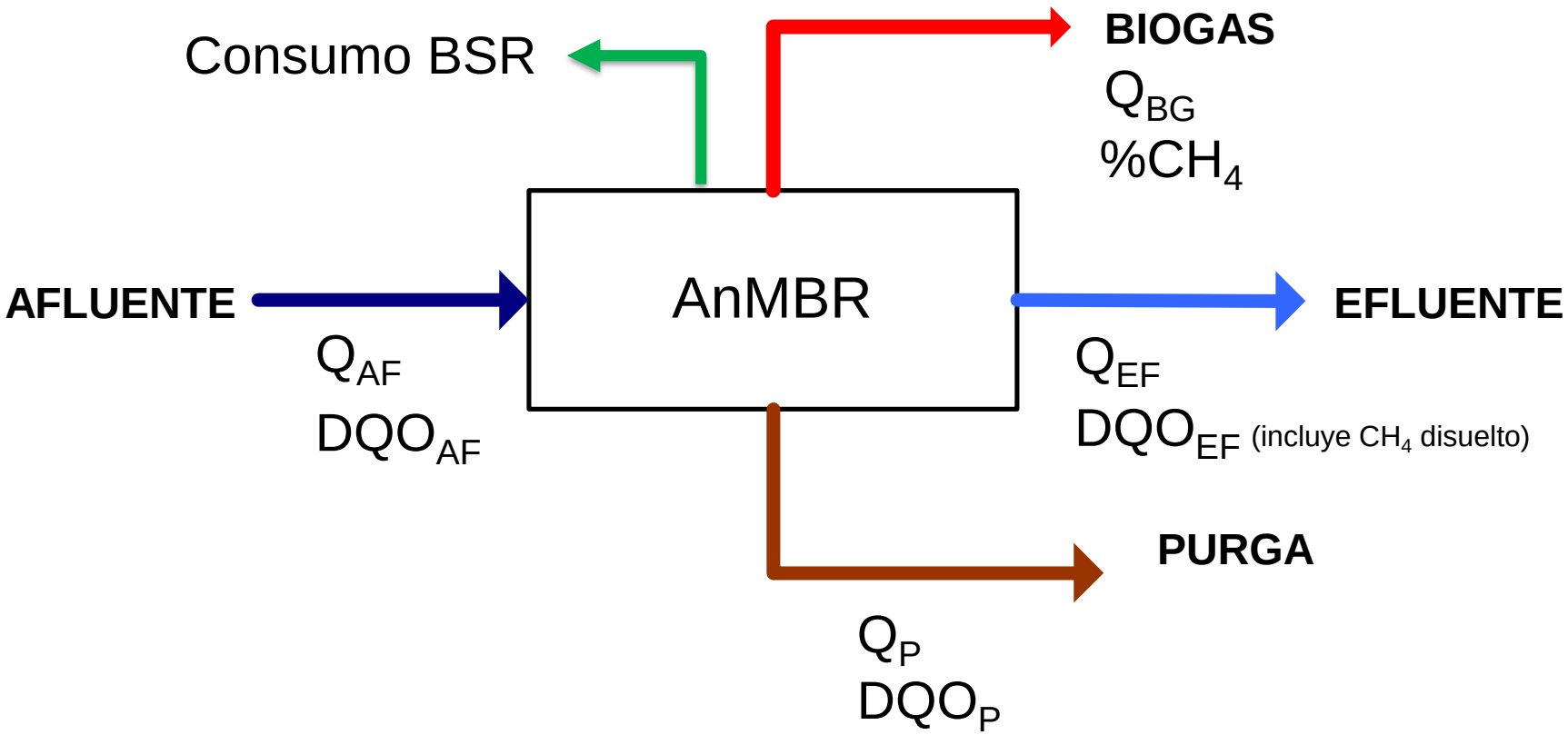
Se reduce para TRH = 7d

Recuperación con membranas

Elevado $\%CH_4$

RESULTADOS: BALANCE DQO

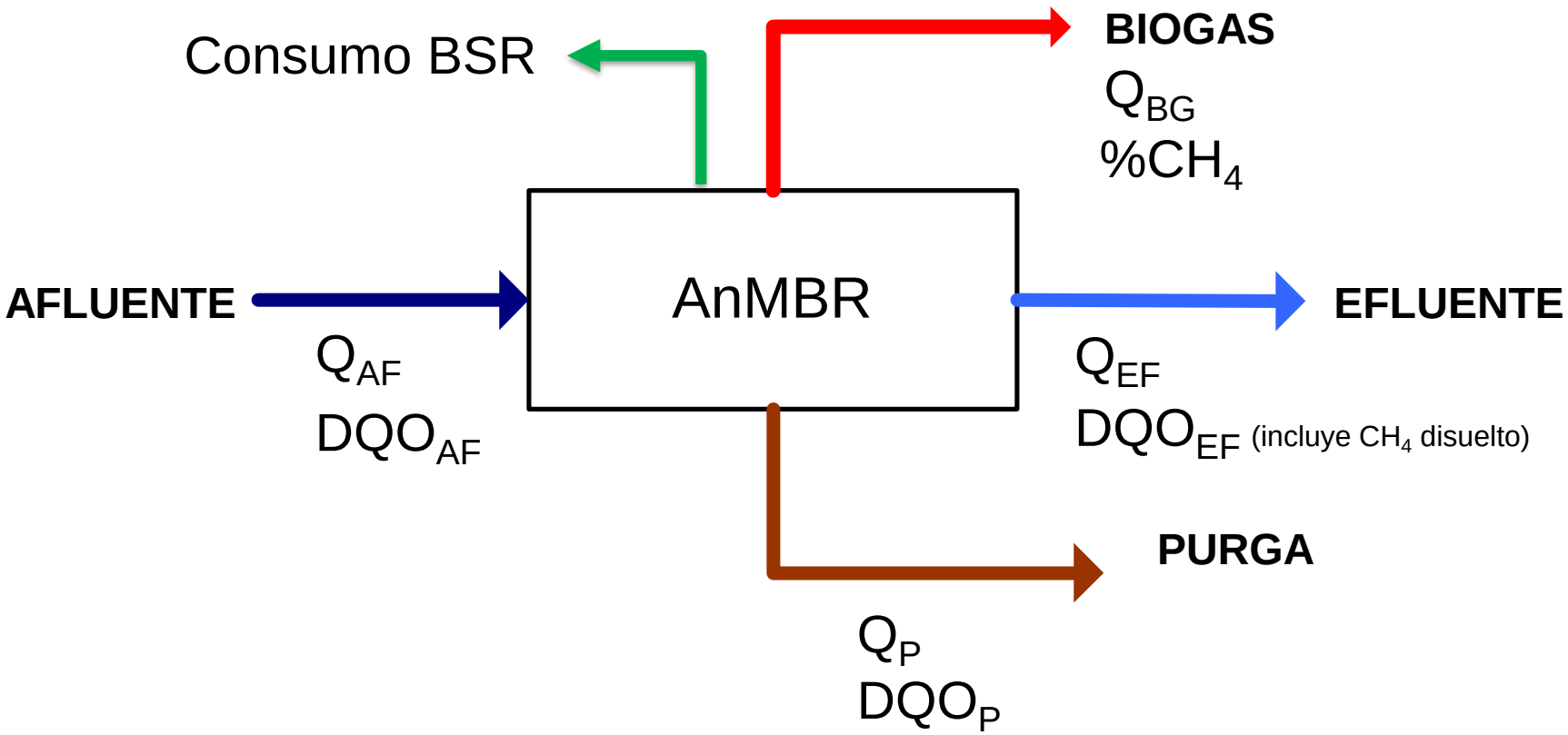
Biorreactor Anaerobio de membranas (AnMBR)



$$Q_{AF} \cdot DQO_{AF} = DQO_{CH4\text{-}Biogas} + Q_P \cdot DQO_P + Q_{EF} \cdot DQO_{EF} + 2 \cdot Q_{AF} \cdot \Delta S\text{-}SO4$$

RESULTADOS: BALANCE DQO

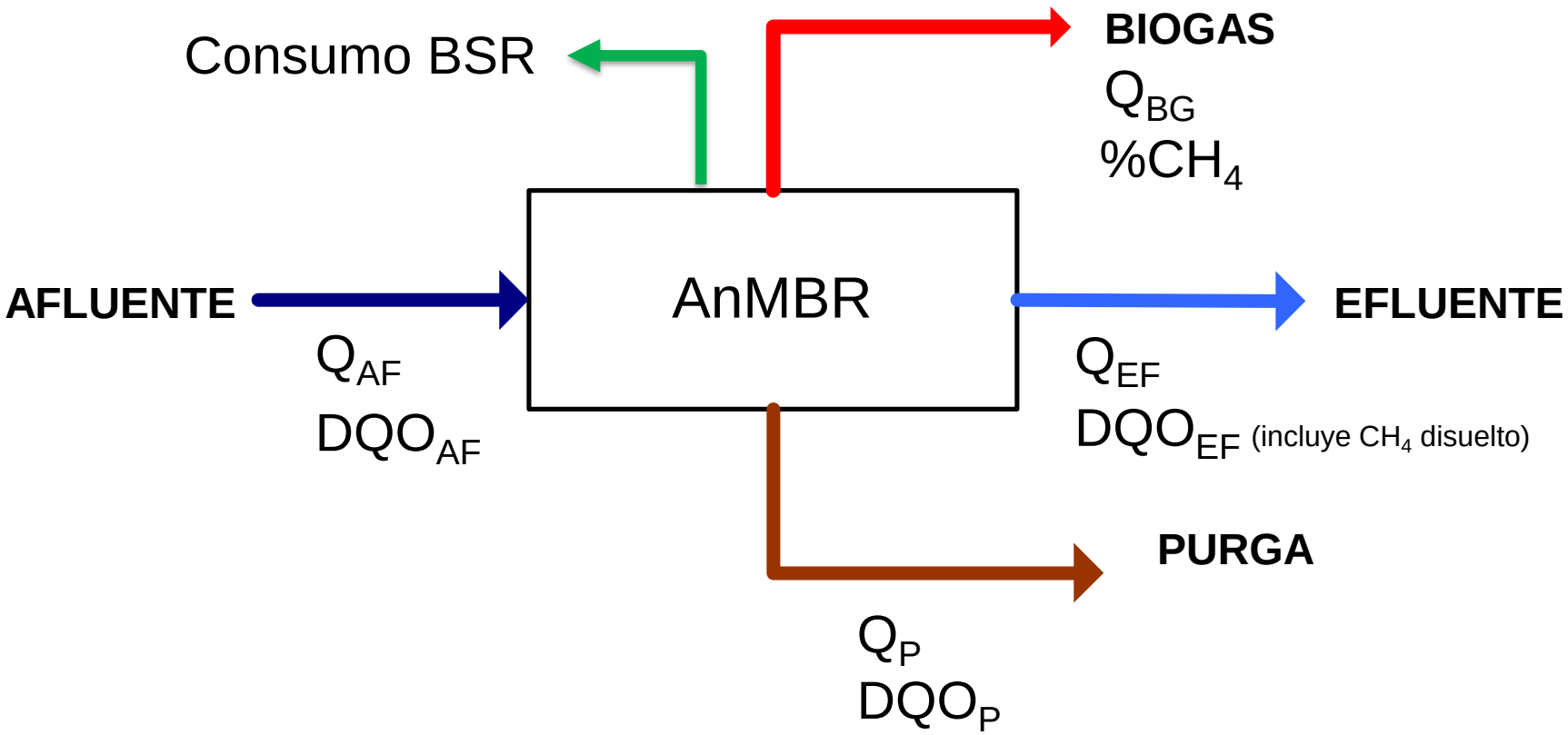
Biorreactor Anaerobio de membranas (AnMBR)



$$\%\text{Eliminación DQO} = \frac{Q_{AF} \cdot DQO_{AF} - Q_{EF} \cdot DQO_{EF}}{Q_{AF} \cdot DQO_{AF}} \cdot 100$$

RESULTADOS: BALANCE DQO

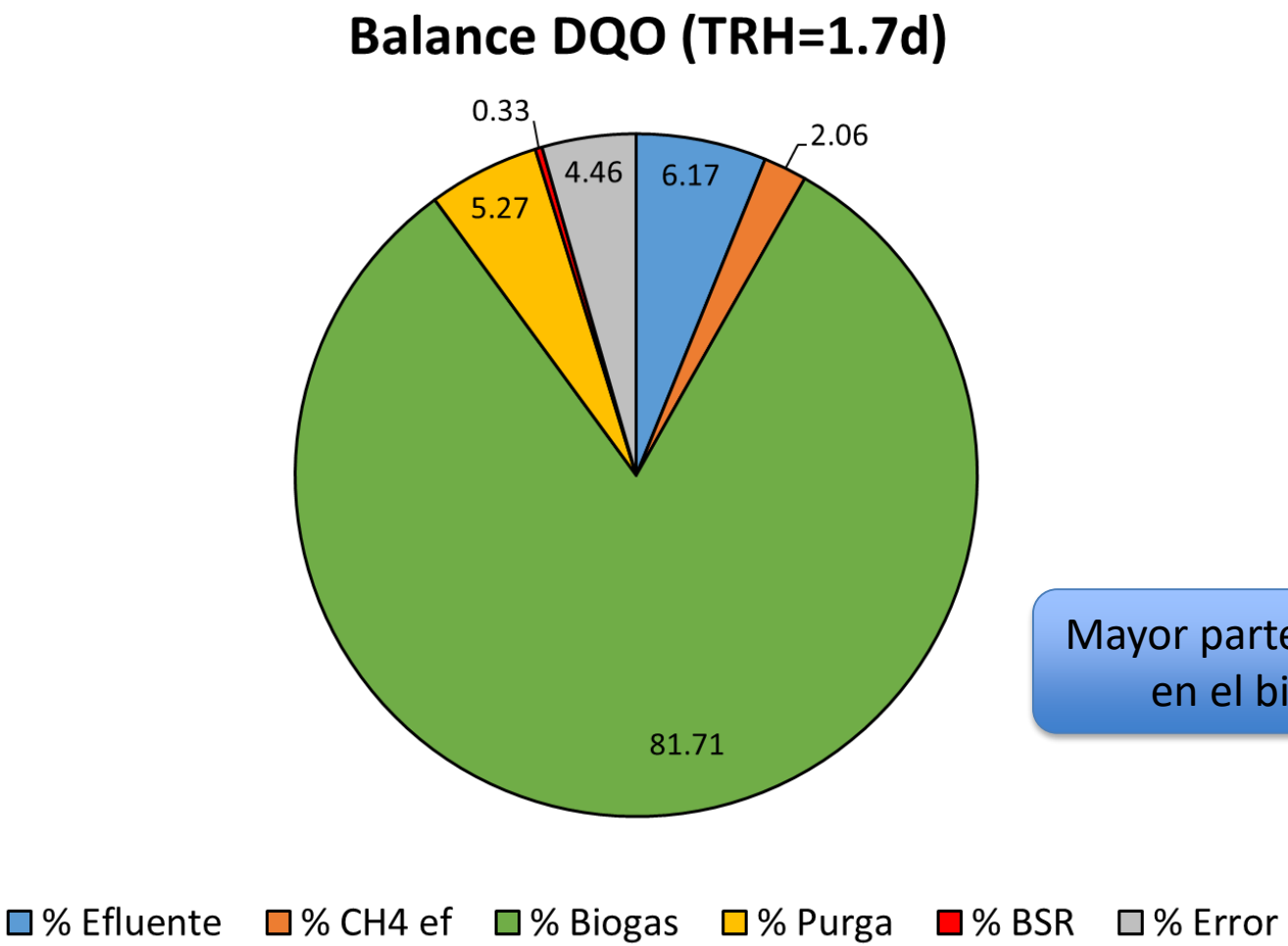
Biorreactor Anaerobio de membranas (AnMBR)



$$\%\text{Biometanización} = \frac{DQO_{CH_4 Biogas} + Q_{EF} \cdot DQO_{CH_4,EF}}{Q_{AF} \cdot DQO_{AF}} \cdot 100$$

RESULTADOS: BALANCE DQO

Biorreactor Anaerobio de membranas (AnMBR)



Mayor parte de DQO en el biogás

RESULTADOS: BALANCE DQO

Biorreactor Anaerobio de membranas (AnMBR)

- Principales resultados de operación (TRH=1.7 d)

Muy baja producción de fangos y muy estabilizados

Parámetro	Unidades	Promedio
Producción de fangos	**g SSV · g DQO_{af}^{-1}**	0.026
% Eliminación DQO	**%**	93.8
% Biometanización	**%**	83.8
Rendimiento metano	**L CH4 · kg DQO_{af}^{-1}**	293.4

Elevada eliminación de DQO

Producción energética:

0.9 kWh/kg DQO_{af} (asumiendo 30% eficiencia turbina)

2.9 kWh/m^3 agua tratada (asumiendo DQO_{af}=3200 mg/L)

Consumo energético AnMBR → 0.2-0.4 kWh/m^3 agua tratada

ÍNDICE DE LA PRESENTACIÓN…

- Introducción
- Objetivos
- Caracterización del agua residual
- Montaje experimental
- Resultados
- **Conclusiones**

CONCLUSIONES

"*Take Home Messages*"

- Agua residual con elevada carga orgánica fundamentalmente soluble y muy biodegradable.
- Tecnología AnMBR es ideal para este agua permitiendo obtener:
  - Elevado rendimiento de eliminación de materia orgánica (~94%).
  - Rendimiento de eliminación DQO que puede aumentarse aumentando TRH.
  - Elevado rendimiento de biometanización (~84%).
  - Importante producción energética (2.9 kWh/m^3 agua tratada).
  - Muy baja producción de fangos y muy estabilizados (0.026 kg SSV· kg DQO_{af}^{-1}).
  - Efluente libre de sólidos suspendidos.

Estudio del tratamiento anaerobio de las aguas residuales del sector agroalimentario en un Biorreactor Anaerobio de Membranas (AnMBR)

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Cal Agua
Unidad Mixta UV-UPV

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA