

MyBRM'2019

Barcelona 16 mayo 2019

VII JORNADA *sobre* BIOREACTORES *de* MEMBRANA

Presentaciones

www.ub.edu/bioamb/brm

email: brm@ub.edu

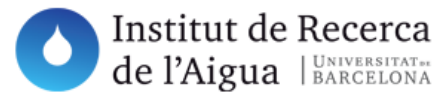


UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



VIII Jornada sobre gestión y tratamiento de **LODOS** de EDAR

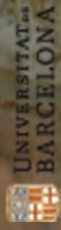
Barcelona, 20 de Noviembre de 2019

Información:

www.ub.edu/jornadalodos

Telfs. 601 051 853 o 934 021 305

email: lodos@ub.edu



INFORMACIONES DE INTERÉS:

WIFI

RED: wifi.ub.edu

Identificador: biliow.tmp

Contraseña: wxbb45

DESCARGA DE PONENCIAS Y DOSSIER COMPLETO

PRESENTACIONES (en pdf):

www.ub.edu/bioamb/brm/documentosBRM.html

(ojo disponible sólo hasta el 10 de Junio)

PROGRAMA DE LA VII JORNADA SOBRE BIORREACTORES DE MEMBRANA (MyBRM'2019)

pág..

08.30	<i>Entrega documentación</i>	
09.00	<i>Apertura Jornada y presentación de la misma. J. Mata, Universidad de Barcelona.</i>	
09.05	Evolución en la última década de la tecnología BRM: Una visión desde la experiencia. P. Simon, ESAMUR.	1
09.30	Análisis comparativo de CAPEX y OPEX para la tecnología BRM. I Rodríguez-Roda. ICRA.	7
09.55	<i>SESION I. Parte 1: Nuevos desarrollos en los sistemas de biorreactores de membranas. Moderador: J. Robusté, ACA.</i>	
10.00	MemBoostGyV: Herramienta avanzada de monitorización on-line de la filtración en el BRM de la EDAR Gavà-Viladecans. A.L. Romero. CETAQUA.	13
10.20	Experiencias en la explotación de MBR's. Nuevo proceso con biomasa soportada utilizando lodos de depuración valorizados. I. Fernández. FCC Aqualia.	21
10.40	<i>PAUSA-CAFÉ</i>	
11.10	<i>SESION I. Parte 2: Nuevos desarrollos en los sistemas de biorreactores de membranas. Moderador: J. Robusté, ACA.</i>	
11.15	BRM con membranas externas, oportunidades más allá de la imaginación. S. Lluch. PENTAIR.	25
11.35	Desarrollo de un biorreactor de membranas (MBR) con membranas cerámicas de bajo coste "REMEB". E. Zuriaga-Agustí. FACSA.	35
11.55	<i>Discusión con los ponentes.</i>	
12.15	<i>SESIÓN II: Los sistemas de An-BRM (BRM anaerobios). Moderador: P.J. Simón, ESAMUR.</i>	
12.20	AnMBR Review: Estado del Arte de los AnMBR's para el tratamiento de aguas residuales urbanas. S. Vinardell, UB.	46
12.40	Experiencias AnMBR en aguas residuales urbanas, aguas negras y licor de digestato de FORM. A. Giménez Lorang. FCC Aqualia.	54
13.00	Presentación Proyecto LIFE Green Sewer: Nuevo tratamiento secundario de aguas residuales con recuperación de recursos. C. Martínez. CETIM.	61
13.10	<i>Discusión con los ponentes</i>	
13.20	<i>FIN SESIÓN MAÑANA</i>	
14.50	<i>SESION III: Otros tratamientos de membrana. Moderador: J. Dosta, UB.</i>	
14.55	Sistemas de alto rendimiento basados en membranas con MOF e IPOSS como tecnologías de nueva generación de captura de CO2. M.E. Boerrigter. LEITAT.	66
15.20	<i>SESION IV: La tecnología de Ósmosis Directa. Moderador: J. Llorens, UB.</i>	
15.25	Aplicación de osmosis directa para recuperar bioproductos de alto valor añadido obtenidos por fermentación anaerobia. J. García-Aguirre. CEIT.	73
15.45	Evaluación de la ósmosis directa para el regadío y la reutilización sostenible del agua en regiones turísticas mediterráneas. E. Mendoza. ICRA.	84
16.05	<i>Discusión con los ponentes.</i>	
16.15	<i>SESION V: Pretratamientos a las membranas. Moderador: I. Rodríguez-Roda, UdGi.</i>	
16.20	La electrocoagulación como alternativa para la disminución del ensuciamiento de la membrana. K. Mora. Universidad de Alicante.	91
16.40	Limpieza y autopsia de membranas de ultrafiltración utilizadas para la reutilización de aguas Residuales. E. Cortada. ADIQUIMICA.	99
17.00	<i>Discusión con los ponentes</i>	
17.10	<i>PAUSA-CAFÉ</i>	
17.35	<i>SESION VI: Procesos de filtración directa con membranas. Moderador: P. Aguiló. Consorci Besós Tordera.</i>	
17.40	Filtración Directa con Membranas: una alternativa para la concentración de la materia orgánica del agua residual urbana. T.A. do Nascimento. Universidad de Valladolid.	107
18.00	Trasladando la economía circular a las comunidades con procesos innovadores de tratamiento de aguas residuales basados en membranas. V. Jaime y N. Gurieff. ALFA LAVAL.	113
18.20	<i>Discusión con los ponentes</i>	
18.30	<i>FIN DE LA JORNADA</i>	



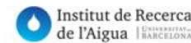
Evolución en la última década de la tecnología BRM: Una visión desde la experiencia.

P. Simon, ESAMUR.

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



ASPECTOS ESPECÍFICOS DE LOS MBR A RESALTAR

- Mayor consumo energético
- (Mayor complicación en la operación)
- Vertidos que pueden afectar a las membranas
- Complicaciones para desnitrificar
- Durabilidad de las membranas
- Limpieza de las membranas
- TODO o NADA

MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Inevitable un consumo algo superior

Posibles actuaciones :

- Reducir los SSLM si es posible (mejora permeabilidad y transferencia O₂)
- Reducir el aire de limpieza (10-10 a 10-30, sistema LEAP, mayor altura de módulos, etc)
- Reducir el porcentaje de recirculación si es posible
- Aumentar los caudales permeados (estado limpieza membranas)
- Sistemas inteligentes ayuda a la decisión

DURABILIDAD DE LAS MEMBRANAS

LIMPIEZA DE MEMBRANAS



- Reparto por igual de reactivos a los cassettes
- Mantener las concentraciones
- Degradación de reactivos
- Limpieza tubos de aire

PUNTOS FUERTES MBR

- Necesita mucho menos espacio
- Excelente para desinfección y sin subproductos
- Adecuado para cargas elevadas (industrias)
- Ventajas en la operación : No afectan las filamentosas (moderadas)
- ¿ Es más efectivo con los contaminantes emergentes ?

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN



Trata

Mejoradores de flujo (Flow Enhancers)

Facilitan una permeación más rápida y eficiente eliminando la capa de limo. Pueden ser usados en cualquier configuración, los cuales ayudan a:

- Reducir el consumo de energía
- Incrementar la capacidad de flujo
- Mantener la capacidad de flujo en condiciones de alta carga
- Reducir el consumo de reactivos
- Incrementar la vida útil de las membranas

Electrocoagulación

Membranas cerámicas bajo coste

MEMBRANAS Y FUTURO DEPURACIÓN (en mi opinión)

- Sostenibilidad de la depuración : Tratamientos anaerobios a baja temperatura más membranas, reducción consumo energético...
- ¿ Mejoras en la eliminación de emergentes ?
- Pretratamiento en DESALACIÓN

➤ REUTILIZACIÓN

Propuesta europea de nueva normativa de reutilización

Reclaimed water quality class	Reclaiming technology level	Quality requirements					Irrigation	Use and allowed agricultural use and irrigation
		TSS (mg/l)	SS (mg/l)	EC (µS/cm)	Salinity (dS/m)	Other		
A	Complete primary treatment	200	200	0.5	25	Specific	Legal unrestricted	For all uses except for irrigation of food crops and for irrigation of sensitive crops
B	Complete primary and secondary treatment	100	100	0.5	25	Specific	Legal unrestricted	For all uses except for irrigation of food crops and for irrigation of sensitive crops
C	Complete primary, secondary and tertiary treatment	10	10	0.5	25	Specific	Legal unrestricted	For all uses except for irrigation of food crops and for irrigation of sensitive crops

Reclaimed water quality class	Indicator microorganisms (%)	Performance targets for the production chain (log ₁₀ reduction)	Reference
A	E. coli	< 5.0	10
	Total coliphages/ F-specific coliphages/somatic coliphages/coliforms (**)	> 5.0	10
	Coliforms - faecal coliforms/ faecal coliforms/ faecal coliforms/ faecal coliforms (***)	> 5.0	10

(*) The reference microorganisms *Campylobacter*, *Rotavirus* and *Cryptosporidium* can also be used for validation monitoring purposes instead of the proposed indicator microorganisms. The following log₁₀ reduction performance targets should then apply: *Campylobacter* (2.5), *Rotavirus* (2.5) and *Cryptosporidium* (2.5).

Propuesta europea de nueva normativa de reutilización

Microorganismo	Tamaño	Efecto radiación UV	Efecto cloración
Bacterias	A partir de 0,5 µm	Dosis baja	Dosis baja
Virus	A partir 30 nm	Dosis media-alta	Dosis alta
Esporas Clostridium	A partir 1 µm	Dosis muy alta	No efectivo
Cryptosporidium	A partir de 5 µm	Dosis media-baja	No efectivo

Únicos sistemas efectivos hasta ahora : Membranas de ultrafiltración y Radiación UV con dosis altas

Propuesta europea de nueva normativa de reutilización

Membranas ultrafiltración



Nuevas membranas y nuevos precios

Propuesta europea de nueva normativa de reutilización

Costes implantación

Según impact assessment CE : "Fit for purpose" 38 € / m³ / día

Costes reales instalaciones regeneración para cumplir 1620 / 2007 (B) 150 – 170 €/m³/día

Estimac. Costes reales instalaciones regeneración clase A > 200 €/m³/día


{ Costes Ultrafiltración Pilego (750 m³/día) 480 € /m³/día }

Costes operación

Costes terciarios actuales (clase B) 8 c € / m³

Previsión costes clase A 18 - 20 c€ / m³


{ Coste ultrafiltración 7 - 9 c€ / m³ (con repos memb) }



CONCLUSIONES


- > Tecnología madura
- > Muy buenas perspectivas para ampliaciones (MBR)
- > Tienen el handicap de energía (anaerobios,optimización,...)
- > Ventajas añadidas (no sub-productos, ¿mejor para emergentes?,...)
- > Excelente para REUTILIZACIÓN
- > Apareciendo nuevos fabricantes y precios cada vez mejores

¿ FUTURO ? : Membranas de grafeno, membranas impregnadas para contaminantes específicos, ...



LARGA VIDA A LAS MEMBRANAS

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN





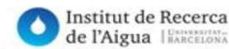
Análisis comparativo de CAPEX y OPEX para la tecnología BRM.

I Rodríguez-Roda. ICRA.

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



VII JORNADA sobre BIO REACTORES MEMBRANA Barcelona 16 de Mayo de 2019 UNIVERSITAT DE BARCELONA


Análisis comparativo de CAPEX y OPEX para la tecnología BRM

Ignasi Rodríguez-Roda, irodriguezroda@icra.cat

J. Comas, H. Monclús, A. Galizia, J. Suquet, G. Blandin, J. Mamo, S. Gabarrón, G. Buktighien, E. Mendoza...
S. Judd, F. Turan
R. Iglesias, E. Ortega, A. Martínez, R. Simón, L. Moragas, J. Robusté, E. Belén García, A. Arce



Contenido



I Contexto en España (MBR vs AP + terciario)
WS&T, tesis, MBRblog, guía

II MBR sumergido vs externo (500-5000 m³/d)
WEFTEC 2018

I Contexto: experiencia / datos en España



Cost comparison of full-scale water reclamation technologies*


CEDEX, ACA, ESAMUR, CYII, UPM, UdG, ICRA

14 MBR (2002-2009) en Murcia (Aledo*, Calasparra*, El Valle**, Los Cañares*, Mar Menor**, Riquelme**, San Pedro**) y en Catalunya (La Bisbal d'Empordà*, Riells Viabrea, Sabadell, Terrassa, Vacarisses**, Viladecans i Vallvidrera**)

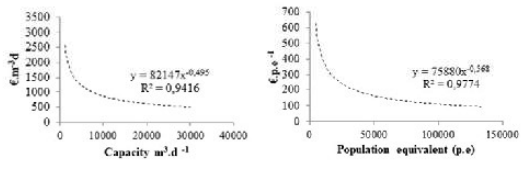
75 EDAR aeración prolongada y eliminación nutrientes (1993-2007), con terciario convencional (CRT: coagulación, filtro arena y desinfección) y terciario avanzado (ART: membranas)

* WS&T, tesis, MBRblog, guía

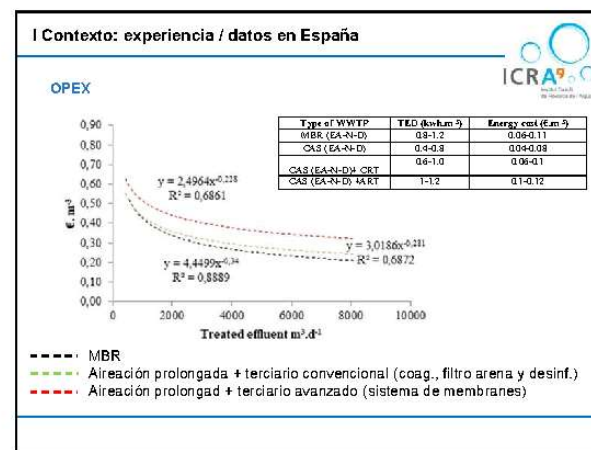
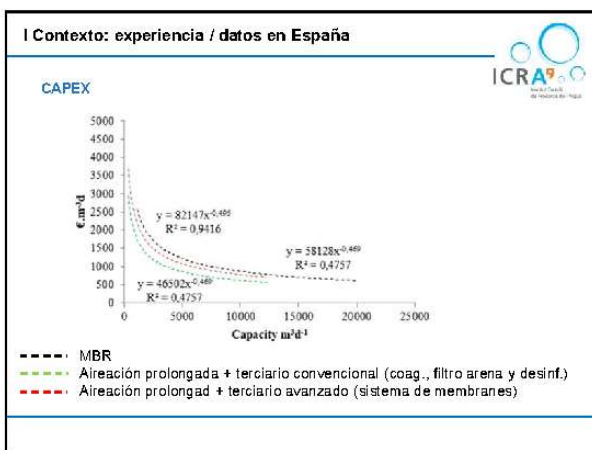
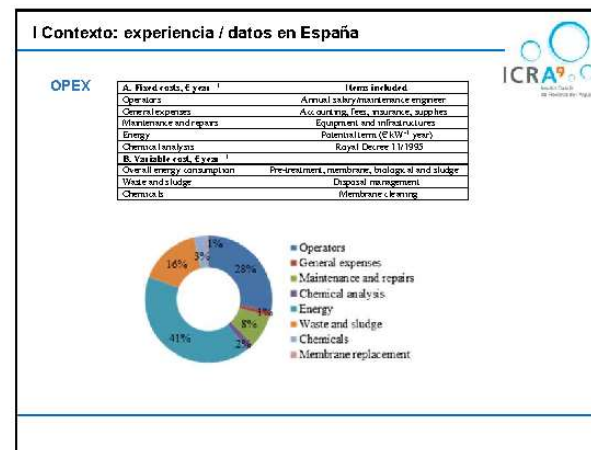
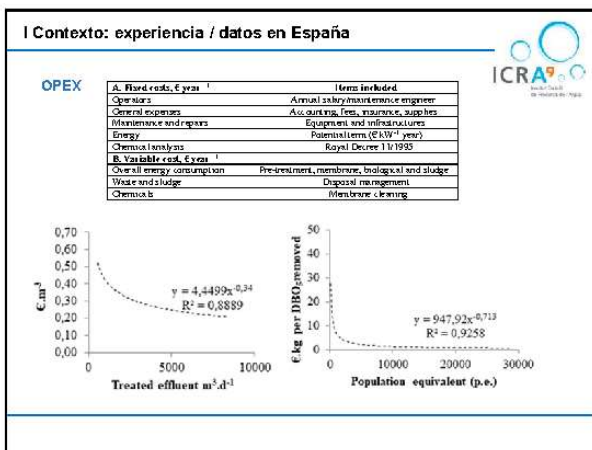
I Contexto: experiencia / datos en España




CAPEX*




* Costes de la licitación (sin overheads ni beneficio industrial) actualizados a 2011 (IPC)
No incluye precio de terreno ni obras de acondicionamiento



I Contexto: experiencia / datos en España



En España hay muchas instalaciones pero pocos datos de calidad.... tratados muy rigurosamente




OPEX:
 MBR 0.6-1.2 kWh/m³ (energía 40%) vs AP + terciario MS 1.2 kWh/m³
 MBR mayor consumo energético, menor mano de obra

CAPEX:
 MBR 700-960 €/m³-d)
 CAS + terciario convencional 730-850 €/m³-d)
 CAS + terciario MS 1050-1250 €/m³-d)

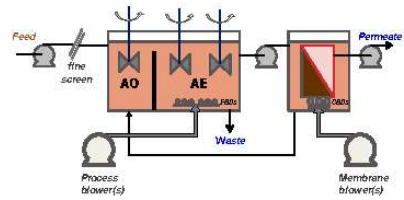
OPEX y CAPEX varían mucho con el caudal y la carga, pero MBR parecen competitivos para reutilización de aguas residuales urbanas a cualquier rango de caudales y más económicos a partir de 10.000 m³/d

II sumergidos vs externos (500-5000 m³/d)




La mayoría de estudios de costes de MBR son con membranas sumergidas y a caudales grandes

500 - 5000 m³/d MBR sumergidos vs membranas externas??*



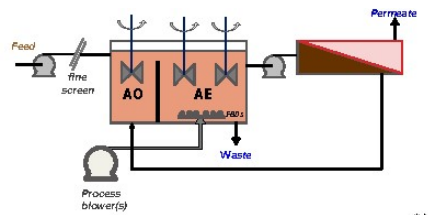
* WEFTEC 2018

II sumergidos vs externos (500-5000 m³/d)



La mayoría de estudios de costes de MBR son con membranas sumergidas y a caudales grandes

500 - 5000 m³/d MBR sumergidos vs membranas externas??



* WEFTEC 2018

II sumergidos vs externos (500-5000 m³/d)


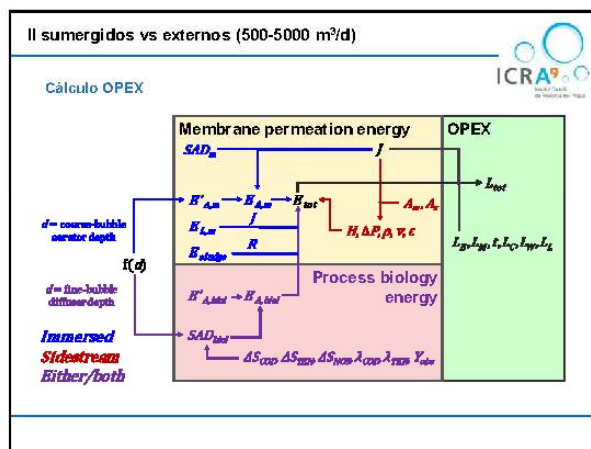
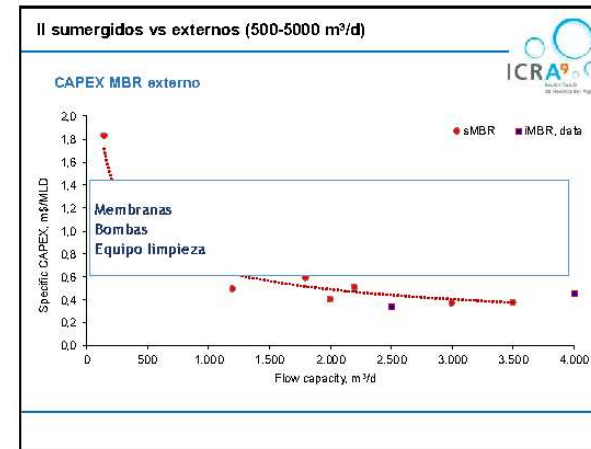
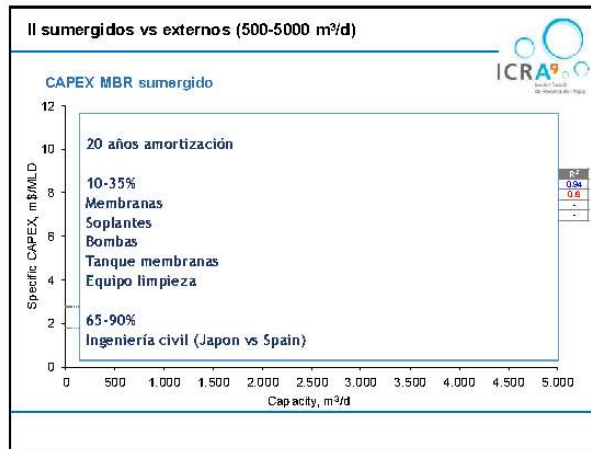


Table 1. Cost components and information sources

Parameter	Symbol	Refs	Notes/units
CAPEX			
Civil engineering	L_{CA}	A, C, H-K	
Mechanical & electrical (M&E)	L_{MAE}	A, C, H-K	
Equipment	L_{EQ}	A, C, E, H-K	
TOTAL CAPEX	C	A-E, H-K	per m ³ /d
OPEX			
Electrical	L_E	G	per unit kWh energy
Membrane replacement	L_M	G	per m ² membrane
Chemicals consumption	L_C	G, K	per kg chemical
Waste disposal	L_W	K	per m ³ permeate
Lab our	L_L	L, M, N	staff effort per unit flow rate
TOTAL OPEX	O		

A: Bergholz et al. 2010, B: Costumaz & Moseley (2016), C: De Carolis et al. 2007, D: Fleischer et al. 2010, E: Iglesias et al. 2017, F: Itokawa et al. 2014, G: Judd, 2011, 2014, H: Lo et al. 2016, I: Viret et al. 2012, J: Wozniak, 2012, K: Young et al. 2013, 2014, L: Ovivo, 2018, M: Corneir and Murphy, 2013, N: Pak, 2008



II sumergidos vs externos (500-5000 m³/d)

OPEX MBR sumergido

Config.	h, m	$E'_{A,m}$, kWh·Nm ⁻³	SAD_m , Nm ³ ·m ⁻² ·h ⁻¹		J_{net} , L·m ⁻² ·h ⁻¹		$E_{A,m}$, kWh·m ⁻³	
			max	min	max ¹	min ²	max ²	min ¹
FS ₁₀	3	0.014	0.75	0.55	25	15	0.70	0.31
FS ₁₀	5	0.022	0.45	0.3	25	15	0.56	0.26
HF	3	0.014	0.4	0.2	25	15	0.37	0.11

FS₁₀ Flat sheet single-deck; FS₁₀ Flat sheet double-deck; HF Hollow fibre
¹Associated with municipal IMBRs; ²associated with industrial IMBRs.

< 0.5 kWh·m⁻³

Config.	Ap	R	$E_{G,MBR}$, kWh·m ⁻³	E_r , kWh·m ⁻³		$E_{r+E_{G,MBR}}$, kWh·m ⁻³		
	bar	max	min	max	min	max	min	
FS	0.1	5	3	0.004	0.09	0.05	0.094	0.058
HF	0.25	5	3	0.011	0.09	0.05	0.101	0.065

Pumping efficiency = 65%
 Energy demand: sludge pumping = 0.018 kWh per m³ of sludge pumped at negligible head loss

ICRA

Il sumergidos vs externos (500-5000 m³/d)

OPEX MBR membranas externas

Process configuration	J_{net} L.m ⁻² .h ⁻¹	Δp bar	v m.s ⁻¹	E_m kWh.m ⁻³
Bombeo convencional	150	3.5	4	1.85
Bombeo baja energia	50	1.5	1	0.63
- Air-lift, bombeo lodo	50	0.25	0.45	0.225
- Air-lift, bombeo aire			0.22	0.206
Air-lift, total	-	-	-	0.43

Tres configuraciones de membrana tubular: $\geq 0.5 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-3}$

- Bombeo convencional a ~3 m.s⁻¹ flujo tangencial
- Bombeo baja energia a ~1 m.s⁻¹ flujo tangencial
- Air-lift – bombeo y aireación combinados en membrana vertical

Il sumergidos vs externos (500-5000 m³/d)

OPEX mano de obra (zona)

Mano de obra, 13-70%!!

Labour cost, /D1

Flow capacity, MLD

Legend: Ovivo, Missoula, NEWPCC

**based on \$55.h⁻¹, incl. overhead*

Il sumergidos vs externos (500-5000 m³/d)

OPEX otras partidas

Aireación proceso biológico (función de la carga y SSLM) comparable (unos 0.5 kWh/m³). Se han tenido en cuenta los distintos SSLM HF vs FS y MT

Costes de la gestión de lodos (100\$ USA – 250\$ EU Tn lodo seco, 8-16%) y reactivos químicos (15%) similares

Mantenimiento: sustitución de las membranas ~10 años (50 HF vs 250 MT €/m³)

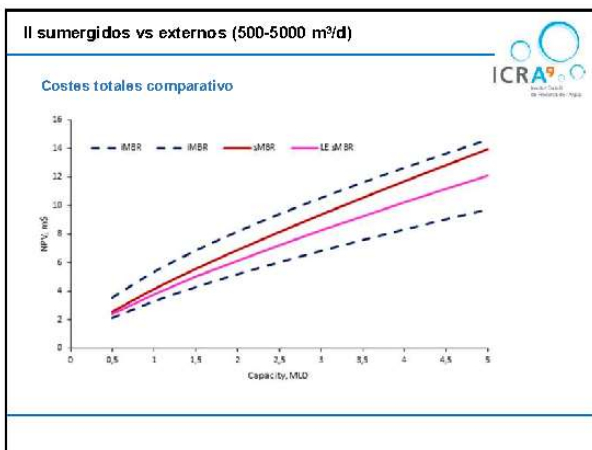
Il sumergidos vs externos (500-5000 m³/d)

OPEX comparativo

OPEX, €/m³

Q, MLD

Legend: MBR pumped, E-MBR, NPDR



Conclusiones

II

Se han analizado costes de MBR sumergidos y externos para rangos de caudales entre 500 y 5000 m³/d

Datos reales de MBR implementados para CAPEX. Faltan datos más precisos

Datos calculados/estimados para OPEX. Sensibilidad a los costes de mano de obra

Costes comparables para ambas configuraciones a estos rangos. MBR sumergidos (rango alto) favorable a partir de 7MLD vs MBR externo y a partir de 24 MLD para externo air lift

La clave de la viabilidad económica es la robustez del proceso (menor mano de obra)

I y II

España es pionera en regeneración de aguas residuales, y dispone de instalaciones y datos contrastados.

Costes reportados ligeramente inferiores a los valores de la literatura.



VII JORNADA sobre BIOREACTORES MEMBRANA Barcelona, 16 de Mayo de 2019 UNIVERSITAT DE BARCELONA

Análisis comparativo de CAPEX y OPEX para la tecnología BRM

irodriguezroda@icra.cat

Muchas gracias

lequia 25 ICRA Cranfield

Resultados




Table 1. Membrane process parameters

Parameter	Symbol	Notes	Base value(s)
Substrate			
Membrane surface area, m ²	A		
Open sectional area, m ²	A ₁	m ² /4, d being tube diameter	d = 8 mm
Static head, m	H		2
Transmembrane or trans-module pressure, kPa	Δp		100-350
Acceleration due to gravity, ms ⁻²	g		9.81
Liquid (or sludge) density, kg.m ⁻³	ρ		1000
Mean crossflow velocity, ms ⁻¹	v	Decreases with increasing Q	1-4
Membrane			
Membrane-bio tank recycle ratio, -	R		5
SAD, membrane scouring, Nm/m ² .h ⁻¹	SAD _m	Air flow rate/membrane area	0.25-0.55
SBD, membrane permeation, kWh.m ⁻³	Z _{1m}	Pump power/permeate flow rate	0.008-0.016
SBD, sludge pumping, kWh.m ⁻³	Z _{2m}	Pump power/sludge flow rate	0.016.R
SBD, membrane aeration (air), kWh.Nov ⁻¹	Z _{3m}	Blower power/air flow rate	
SBD, membrane aeration (permeate), kWh.m ⁻³	Z _{4m}	Blower power/permeate flow rate	
General			
Permeate net flux, L or m ³ .m ⁻² .h ⁻¹	J		15 (sMBR), 150 (sMBR)
Membrane life, y	τ		8 (sMBR), 10 (sMBR)
Total electrical energy efficiency, -	η _{tot}		50%
MLSS concn., process (membrane) tank, kg.m ⁻³	X (X _m)		8 (sMBR) - 1.6 (sMBR) (10 - 12 MBR)
Cost of electricity, membrane, Chemicals, waste disposal, labour per unit permeate volume, \$/m ³	Z _e , Z _m , Z _c , Z _w , Z _l		-

Resultados


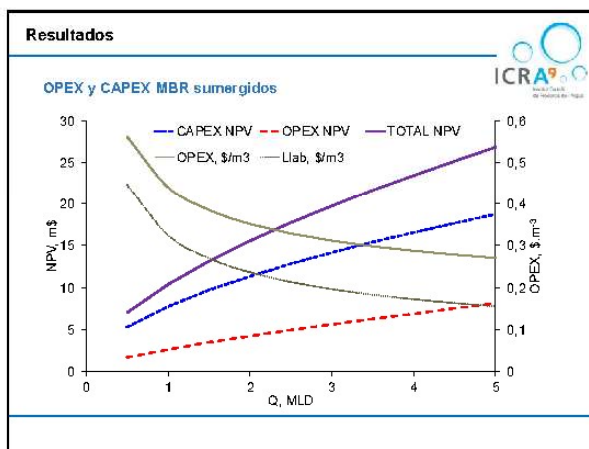


Table 1. Process biology parameters (assuming MLE process identification)

Parameter	Symbol	Base value(s)
SED, biological aeration, kWh.m ⁻³	E _{bd}	
Oxygen content of air, %	C _A	21%
Mass consumption of oxygen, g.m ⁻³	D _{o2}	
Depth of aerator in tank, m	h	5
Change in COD, TKN, NO ₃ ⁻ concn., g.m ⁻³	ΔS _{cod} , ΔS _{TKN} , ΔS _{NO3}	500, 40, 0
Observed sludge yield, kgSS.kgCOD ⁻¹	Y _{obs}	0.35
Mass transfer correction factors	β, γ	0.95, 0.89 (at T = 15°C)
Biomass COD, TKN content, kg.kgSS ⁻¹	α _{cod} , α _{TKN}	1.1, 0.095
Oxygen transfer efficiency per unit depth, m ⁻¹	OTF	0.045 (sMBR), 0.055 (sMBR)
Air density, g.m ⁻³	ρ _A	1.23





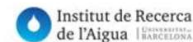
MemBoostGyV: Herramienta avanzada de monitorización on-line de la filtración en el BRM de la EDAR Gavà-Viladecans.

A.L. Romero. CETAQUA.

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



CETAQUA
CENTRO TECNOLÓGICO DEL AGUA

Algües de Barcelona **ceit**

MemBoostGyV: Herramienta avanzada de monitorización on-line de la filtración en el BRM de la EDAR Gavà i Viladecans

Jornada MyBRM 2019
Barcelona, 18 de mayo de 2019

A. L. Romero, C. Ovejero (Cetaqua), S. Beltrán, A. Castro (CEIT), J. Gassó, B. Reguera (Algües de Barcelona)

INFORMACIÓN | CONTENIDOS | RESPECTO | INTERNA | PUBLICO

Índice

1. Introducción
2. Herramienta avanzada de monitorización on-line
3. Monitorización del ensuciamiento en EDAR Gavà i Viladecans
4. Optimización del ensuciamiento en EDAR Gavà i Viladecans
5. Conclusiones

INFORMACIÓN | CONTENIDOS | RESPECTO | INTERNA | PUBLICO

Introducción

CONTEXTO - EDAR Gavà i Viladecans

EDAR de Gavà i Viladecans: línea BRM y línea IFAS, capacidad de tratamiento de 32.000 m³/d cada una

Operación conservadora del BRM : parámetros fijos según recomendaciones del fabricante y experiencia del jefe de planta

Monitorización de la filtración poco precisa y que requiere tiempo para interpretación de resultados (lectura semanal de la TMP interpretada por el jefe de planta)

Es posible optimizar la operación del BRM y reducir OPEX

30 m³/minutons = 30 seg. retencions
OP senyal al llindar no s'ocorre - ac. 01:00
(no se realiza controlado)

Sistema de aireación al BRM en EDAR Gavà i Viladecans

OBJETIVOS PROYECTO MemBoostGyV

Desarrollo de una herramienta on-line de monitorización avanzada del ensuciamiento, que dé soporte en la toma de decisiones sobre parámetros de operación del BRM

Proponer estrategias de minimización del ensuciamiento y del OPEX del BRM en EDAR Gavà i Viladecans

INFORMACIÓN | CONTENIDOS | RESPECTO | INTERNA | PUBLICO

Herramienta avanzada de monitorización on-line

Raw data:
Nivel tanque alimentación
Caudal permeado
Presión del permeado
Temperatura

Algoritmo filtrado, tratamiento y representación de datos

Validación a escala real

2 parámetros de alto nivel:
Nivel de ensuciamiento
Velocidad de ensuciamiento

- Metodología robusta y rápida que permite detectar cambios en la operación de la membrana de forma automática y en tiempo real a través de la monitorización del ensuciamiento
- Indicadores de fácil interpretación que proporcionan información útil para la toma de decisiones
- Procedimiento de monitorización automático vs. Lectura puntual de TMP e interpretación por parte del jefe de planta

INFORMACIÓN | CONTENIDOS | RESPECTO | INTERNA | PUBLICO

Herramienta avanzada de monitorización on-line

2 parámetros de alto nivel:
 Nivel de ensuciamiento
 Velocidad de ensuciamiento

➡ La visualización de los parámetros a **corto plazo** permite identificar **eventos puntuales** en el momento en el que ocurren y analizar el **impacto instantáneo** en el ensuciamiento de la membrana

➡ La visualización a **largo plazo** permite evaluar el estado de las membranas y hacer seguimiento de la **evolución del ensuciamiento** de las membranas

Cambios de consignas de operación:
 caudal aireación
 Lluvias
 Parada inusual de un tren
 Tren no operativo

Cambios de consignas de operación:
 caudal aireación
 Variación del caudal de agua a tratar
 Necesidad de contralavado/limpieza química

INFORMACIÓN CONFIGURACIÓN RESTRICTED INTERNA PUBLIC

Herramienta avanzada de monitorización on-line

T2 - Nivel de ensuciamiento - Corto plazo

T1 - Nivel de ensuciamiento - Largo plazo

Visualización a corto y largo plazo

Variaciones temporales del proceso:

- Picos de velocidad de ensuciamiento
- Oscilaciones en el nivel de ensuciamiento

Evolución cte a largo plazo:

- Velocidad de ensuciamiento sin variaciones bruscas
- Cambios suaves en el nivel de ensuciamiento

RESTRICTED INTERNA PUBLIC

Monitorización del ensuciamiento en EDAR Gavà i Viladecans

Aumento del ensuciamiento en los meses de invierno y disminución en los meses de verano en todos los trenes y de acuerdo a la variación de la TMP

Julio 2018 Abril 2019

T2 - Nivel de ensuciamiento - Largo plazo

Registros en "diario": barras rojas verticales

INFORMACIÓN CONFIGURACIÓN RESTRICTED INTERNA PUBLIC

Monitorización del ensuciamiento en EDAR Gavà i Viladecans

Aumento del ensuciamiento en los meses de invierno y disminución en los meses de verano en todos los trenes y de acuerdo a la variación de la TMP

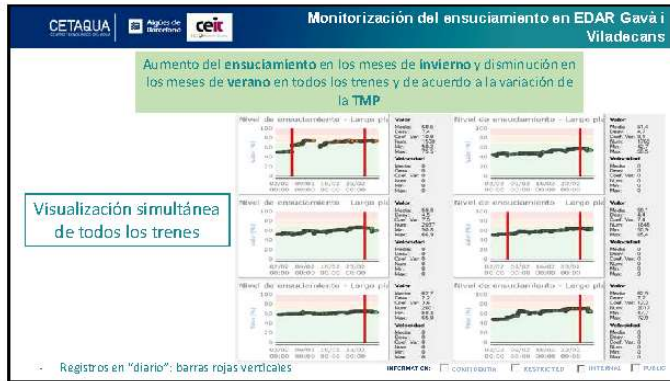
Julio 2018 Abril 2019

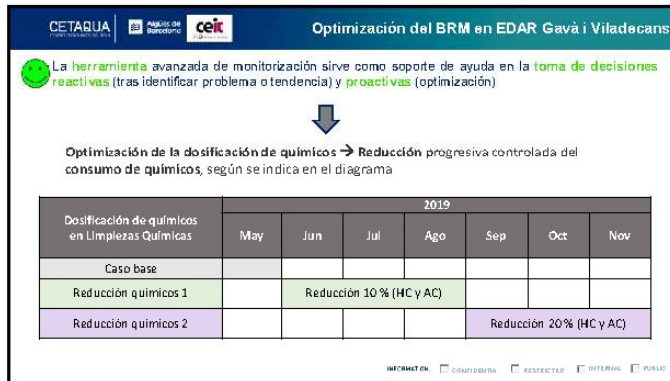
T2 - Nivel de ensuciamiento - Largo plazo

T2 - Presión transmembrana - Largo plazo

Registros en "diario": barras rojas verticales

INFORMACIÓN CONFIGURACIÓN RESTRICTED INTERNA PUBLIC





- ### Conclusiones
- La herramienta avanzada de monitorización permite la evaluación del estado de la filtración y la detección de eventos en tiempo real, y un ahorro del tiempo destinado a la interpretación de datos (8h/semana jefe de planta; 5-8h/semana operario)
 - Los indicadores de alto nivel permiten el ajuste en tiempo real de consignas de operación, reduciendo el riesgo de desestabilización del proceso asociado a la modificación de las mismas
 - La herramienta sirve como soporte de ayuda en la toma de decisiones: permitirá optimizar la dosificación de reactivos químicos, lo que supondrá un ahorro en el OPEX asociado al BRM
 - En la toma de decisiones debe evaluarse la necesidad de tener en cuenta otros parámetros además del nivel y velocidad de ensuciamiento (como por ejemplo, la calidad del efluente)

16/05/2019



GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN!

CETAQUA
CENTRO TECNOLÓGICO DEL AGUA

Aligües de Barcelona

ceit



MemBoostGyV: Herramienta avanzada de monitorización on-line de la filtración en el BRM de la EDAR Gavà i Viladecans

Jornada MyBRM 2019
Barcelona, 18 de mayo de 2019

A. L. Romero, C. Ovejero (Cetaqua), S. Beltrán, A. Castro (CEIT),
J. Gassó, B. Reguera (Aligües de Barcelona)

INFORMACIÓN: CONTENIDO RESPECTO INTERÉS PREGUNTA



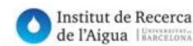
Experiencias en la explotación de MBR's. Nuevo proceso con biomasa soportada utilizando lodos de depuración valorizados.

I. Fernández. FCC Aqualia.

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



VII JORNADA sobre BIO REACTORES de MEMBRANA

EXPERIENCIAS EN LA EXPLOTACIÓN DE MBRs NUEVO PROCESO CON BIOMASA SOPORTADA UTILIZANDO LODOS DE DEPURACIÓN VALORIZADOS

Irene Fernández Fernández
Departamento de Tecnología e Innovación
Aqualia

EXPERIENCIA MBRs AQUALIA

Capacidades de tratamiento desde 400 a 30000 m³/d

- Vertido en zonas sensibles
- Necesidad de reutilización del agua tratada
- Problemas de espacio

Operación desde 2006 a la actualidad – diferentes avances

EXPERIENCIA MBRs AQUALIA

0.46 – 1.95 kWh/m ³ 33 – 86 % consumo total	0.14 – 0.55 kWh/m ³
MBR	Procesos convencionales
Datos Aqualia y CEDEX	

Mayor durabilidad de las membranas
Con operación y mantenimiento adecuados > **8 años**

- Mejores equipos: materiales de membrana, sistemas de aireación
- Más experiencia y conocimiento
- Investigación**

BUENA CALIDAD EFLUENTE ✓
SISTEMA COMPACTO ✓
PERMITE ADAPTAR INSTALACIONES EXISTENTES ✓
DIFICULTAD DE OPERACIÓN ✗
CONSUMO ENERGÉTICO ✗
ENSUCIAMIENTO ✗

MBR con biomasa soportada como alternativa

MEJORAR EL RENDIMIENTO:

- MEJORA EQUIPOS
- PROTOCOLOS DE OPERACIÓN
- MODIFICACIÓN DE LA BIOMASA**
 - Control del SRT
 - Modificación química
 - Coagulantes
 - Floculantes
 - Adsorbentes**

Aumento del tamaño del floculo
Adsorción de compuestos solubles microbianos
Adsorción de microcontaminantes
Mejora la estabilidad del proceso

Aumento de la capacidad de filtración
Disminución de las necesidades de aireación
Disminución de las limpiezas
Disminución gasto energético

PROYECTO MBR RELLENO

EDAR de Vigo

Membrane: Bio Ce/BC30F-C35-UP150
 Company: MicrodynNacir
 Type: Flat Sheet
 Surface: 50 m²
 Pore size: 0.04 µm (ultrafiltration)
 Aeration needs: 0.6 m³/m²·h

PROYECTO MBR RELLENO

SISTEMA	Membrana	Lp (L·m ⁻² ·h ⁻¹ ·bar ⁻¹)	Jp (LMH)	Referencia
HMBMBR	Flat sheet-Microdyn/0.04 µm	220	19	
MBR	Flat sheet-Microdyn/0.04 µm	100	10-14	Siembieda et al. 2010
MBR	Hollow Fiber/0.04 µm	300-550	10-50	Philippe et al. 2012
MBR	Flat sheet/0.4 µm	142	10	Arévalo Vilches, 2011

El sistema permite duplicar la capacidad de filtrado

PROYECTO VALORASTUR

VALORASTUR Depuración ecoeficiente: optimización energética y valorización del fango como recurso para aplicaciones ambientales innovadoras en Asturias

OBJETIVOS

- Optimización energética en EDARs
- Reducción de residuos en los procesos de depuración
- Estudio de reducción y **valorización de fangos**
- Mejora de la calidad de los fangos: microbiológica y presencia de metales pesados

PROYECTO VALORASTUR

ERAR → MB-MBR → Filtración → Fango biológico → Sistema avanzado de control → Digestión termofílica → Fango nitrogenado → Biochar → Carbono activado → Activación → Central Térmica

Aplicaciones ambientales:
 Tratamiento gases
 Tratamiento y regeneración de aguas
 Enmienda suelos
 Valorización energética

MB-MBR PILOTO VALORASTUR

Alimentado con agua tras pretratamiento de la planta (baja carga contaminante)

MÓDULO ULTRAPURE TECH

Número membranas	10
Área total	2.7 m ²
Material	PVDF
Tamaño poro nominal	0.3 µm
Caudal aire limpieza	80L/min

Volumen de operación 1.1 m³
THR 24 horas

MB-MBR PILOTO VALORASTUR

1. Operación como MBR convencional – Optimización

Protocolo optimizado

Etapa	F	R	F	C	F	R	F	C
Duración (min)	5	1	5	1	5	1	5	1

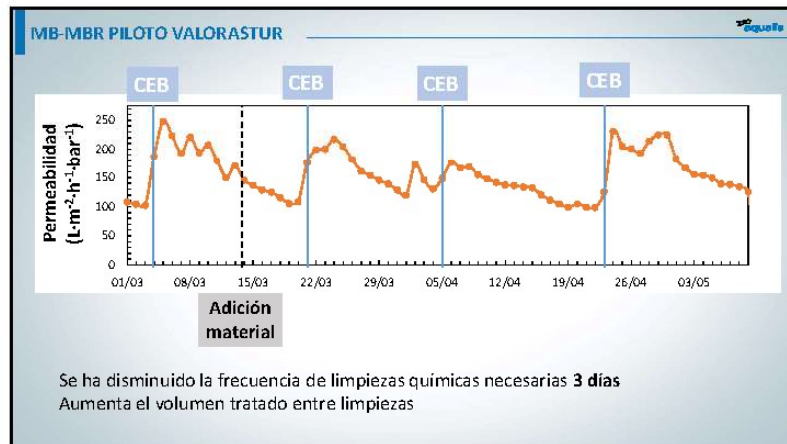
Diariamente:
20 horas filtración
2 horas relajación
2 horas contralavado

Ensuciamiento irregular según posición → aireación poco efectiva

2. Adición del material adsorbente fabricado a partir de fangos

En colaboración con el **Instituto Nacional del Carbón (CSIC)**, que realiza la pirólisis y activación de fangos

Se continúa con la operación en las mismas condiciones



VII JORNADA sobre BIOPROCESOS de MEMBRANA

EXPERIENCIAS EN LA EXPLOTACIÓN DE MBRs NUEVO PROCESO CON BIOMASA SOPORTADA UTILIZANDO LODOS DE DEPURACIÓN VALORIZADOS

Irene Fernández Fernández
Departamento de Tecnología e Innovación Aqualia



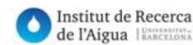
BRM con membranas externas, oportunidades más allá de la imaginación.

S. Lluch, PENTAIR

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



PENTAIR

**BRM con membranas externas.
Oportunidades más allá de la imaginación.**



VII JORNADA sobre BIOREACTORES de MEMBRANA
Barcelona 16 de Mayo de 2019
UNIVERSITAT de BARCELONA

CONTENIDO

- Serie Compact de Pentair X-Flow
- Tecnología BRM de Pentair X-Flow
- HELIX, Tecnología de mejora del flujo
- BRM Anaeróbico
- Referencias de AnMBR
- **Q&A session**



TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS TUBULARES

SERIE COMPACT DE PENTAIR X-FLOW



¿Donde instalar membranas Tubulares Compact?

 <p>AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE ALTA CARGA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lixiviados • Alimentación y bebidas • Curtidos • Aguas congénitas • Aguas de minería 	 <p>AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CARGA MEDIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentación y bebidas • Textiles • Farmacéuticas • Papeleras 	 <p>AGUAS RESIDUALES DE BAJA CARGA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Municipales • Comerciales • Aguas grises • Afino de efluentes • Corrientes de contralavados de filtros de arena
---	--	---

Aguas residuales de alta a baja carga

PENTAIR

Clogging

Pentair X-Flow

- Mínimo o sin clogging
- El posible clogging se elimina por:
 - Drenaje bastidor (AirLift);
 - Inversión del flujo de alimentación (AnMBR)
 - Flushing (CrossFlow/MBR)
- Las partículas eliminadas se envían al pretratamiento
- Reducido tiempo de parada
- Largos tiempos de vida esperados > 7 años

Sistemas sumergidos

- Alto potencial de clogging
- Necesario un tamizado previo exhaustivo
- Extracción de módulos de membranas de los tanques
- No es posible la eliminación química del clogging
- Intenso trabajo manual necesario
- Elevado riesgo de daños a las membranas
- Largos tiempos de parada
- Mayores riesgos para los operarios

PENTAIR 9

HELIX

TECNOLOGÍA DE MEJORA DEL FLUJO

10

Tecnología **HELIX** de X-flow

REDUCCIÓN EFICIENTE DEL FOULING

Membrana tubular UF estandar

Membrana tubular UF Helix

Como funciona:

- *La protuberancia helicoidal crea mayor turbulencia en la pared de la membrana*
- *Mezcla mejorada de la alimentación*
- *Eliminación eficiente y continua de la torta*
- *A una menor velocidad de crossflow*

Mayor productividad con menores costes de operación

PENTAIR 11

Tecnología **HELIX** de X-flow

PENTAIR

STANDARD
TUBULAR MEMBRANE

HELIX
TUBULAR MEMBRANE

PENTAIR 12

Piloto AnMBR en Cervecería Grolsch (3 años)

Objetivos:

- Validar rendimiento de Helix frente a la membrana tubular lisa estándar
- Comprender la eficiencia del tratamiento AnMBR en AARR de cerveza comparada con la tecnología (EGSB)

Parámetros de tratamiento:

- DQO entrada: 4893 mg/L
- DQO salida: 162 mg/L
- Rdto. de eliminación de DQO: +97%
- Reactor EGSB existente: +80%

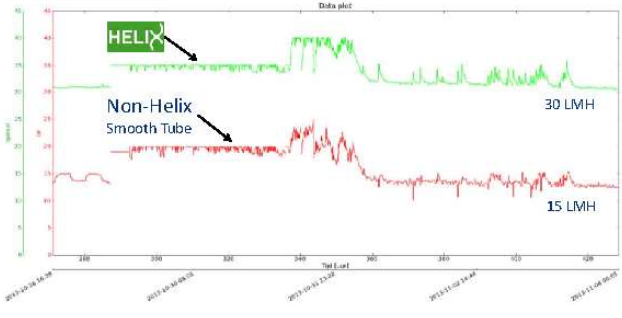
Parámetros del bioreactor AnMBR:

- MLSS: 20,000 mg/L
- OLR: 4-6 kg/DQO*m³ día




PENTAIR 13

Piloto AnMBR en Cervecería Grolsch (3 años)



Helix obtuvo flujos del doble respecto a la membrana estándar

PENTAIR 14



MAXIMIZAR LA CONVERSIÓN DE RESIDUOS EN ENERGÍA

BRM ANAERÓBICO

Degradación anaeróbica de la materia orgánica

El proceso de degradación anaeróbica está formado por una compleja serie de etapas donde intervienen diferentes tipos de bacterias anaeróbicas. A través de ellas, la materia orgánica del agua residual, se convierte en metano, CO₂, H₂S, NH₃ y agua.

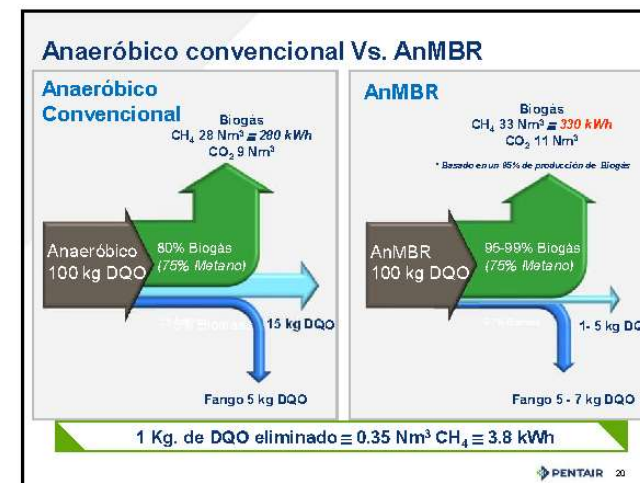
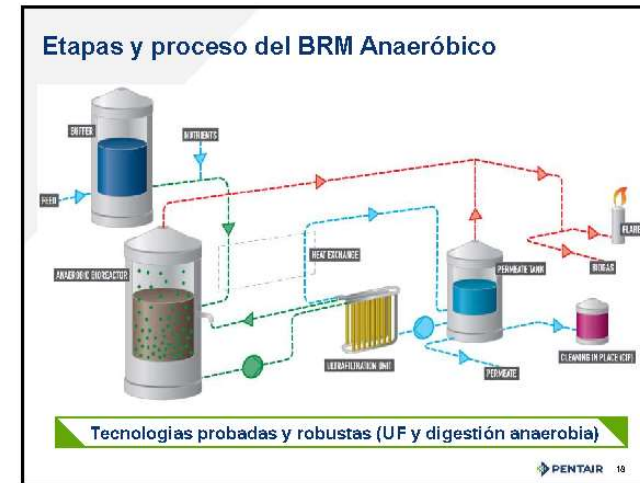
```

    graph TD
      MO[MATERIA ORGÁNICA] --> P[PROTEÍNAS]
      MO --> PS[POLISACÁRIDOS]
      MO --> L[LÍPIDOS]
      P --> AA[AMINOÁCIDOS]
      PS --> AZ[AZÚCARES]
      L --> AG[ACIDOS GRASOS]
      AA --> AV[ACIDOS GRASOS VOLÁTILES, ALCOHOLES]
      AZ --> AV
      AG --> AV
      AV --> H2[H2 + CO2]
      AV --> AC[ACETATO]
      H2 --> CH4[CH4 + CO2]
      AC --> CH4
      H2 --> H2S[H2S]
      H2 --> NH3[NH3]
      H2 --> H2O[H2O]
      AC --> H2S
      AC --> NH3
      AC --> H2O
  
```

Proceso de degradación:

- HIDRÓLISIS:** Bacterias Hidrolíticas convierten Proteínas, Polisacáridos y Lípidos en Aminoácidos, Azúcares y Ácidos Grasos.
- ACIDOGÉNESIS:** Bacterias Fermentativas convierten Aminoácidos, Azúcares y Ácidos Grasos en Ácidos Grasos Volátiles y Alcoholes.
- ACETANOGÉNESIS:** Bacterias Homacetogénicas convierten Ácidos Grasos Volátiles y Alcoholes en H₂ + CO₂ y Acetato.
- METANOGÉNESIS:** Bacterias Metanogénicas Nitrogeníficas convierten H₂ + CO₂ en CH₄ + CO₂. Bacterias Metanogénicas acetolíticas convierten Acetato en CH₄ + CO₂.

PENTAIR 18



AnMBR (Fango floculento) Vs. Tecnología granular

Punto a considerar	AnMBR	Fango Granular	Por que?
AARR de alta carga > 10000 mg/l DQO	+	-	La alta DQO limita el crecimiento del fango granular y necesita ser diluida.
Alta conc. de MES	+	-	MES bloquean los canales entre los granulos y dificultan que estos sean compactos.
Alta conc. de Aceites y Grasas (AyG)	+	-	Capa de AyG alrededor del granulo que disminuye su peso especifico.
Cantidad elevada de Mat. Org. Coloidal	+	-	Mayor eliminación, baja DQO en el permeado, mayor producción de Biogás.
Reutilización	+	-	Ausencia de MES gracias a las membranas.
Área de implantación total	+	-	Otros (pre/post)tratamientos pueden ser menores o incluso eliminados.
Descarga	+	-	Efluente / permeado de mayor calidad

Mejora de la eficiencia a través del tiempo

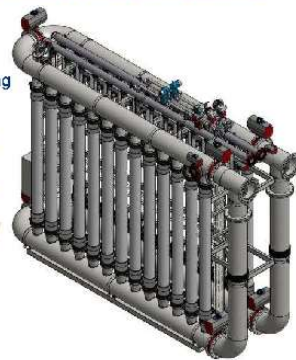
Estándar cross flow	cross flow Reducido	Low CF + FFR	Helix
			
3-4 m/s J: 20-30 lmh P: 9.5 kW/m ³	2 m/s J: 20 lmh P: 2.5 kW/m ³	1 m/s J: 15-20 lmh P: 0.42 kW/m ³	1 m/s J: 20-40 lmh P: 0.3 kW/m ³

El consumo energético varía mucho con la viscosidad del fango

Experiencia del AnMBR en Industria alimentaria

Diseño único del bastidor:

- Flow reversal que elimina el clogging
- Baja velocidad de cross flow que reduce el consumo energético
- Configuración vertical que permite ahorrar espacio
- Membranas Helix de flujo elevado



REFERENCIAS EN AnMBR

Referencias de AnMBR con membranas X-Flow

Año	Capacidad Diaria	Industria	País
2017 (U.C.)	600 m ³	Lactea	Grecia
2017 (U.C.)	1,700 m ³	Lactea	Luxemburgo
2016	600 m ³	Lactea	Sudáfrica
2016	1,200 m ³	Lactea	Sudáfrica
2014	650 m ³	Chocolatinas + Comida mascotas	Polonia
2014	600 m ³	Chocolatinas	Países Bajos
2013	550 m ³	Lactea	Reino Unido
2014	380 m ³	Cárnica	EE.UU.
2013	500 m ³	Lactea	EE.UU.

PENTAIR

25

AnMBR: Treehouse Foods



Descripción del Proyecto	
Emplazamiento	USA
Industria	Lactea (Quesos)
Tecnología Pentair	AnMBR
Membrana	(40) Hor. Compact 33 (no Helix)
Puesta en Marcha	2013
DQO Entrada	22,669 mg/L
Capacidad	600 m ³ /día
DQO Salida	279 mg/L (98.8% eliminación)
Organic Loading Rate	6.7 kg/m ³ -d



Resumen

AnMBR escogido como solución robusta para unas AARR de alta carga y unos requisitos de vertido muy exigentes.

PENTAIR

26

AnMBR: Arla Foods



Descripción del Proyecto	
Emplazamiento	UK
Industria	Lactea (leche)
Tecnología Pentair	AnMBR
Membrana	(42) Horizontal Compact 33G (Helix)
Puesta en Marcha	2013
DQO Entrada	11,000 mg/L
Capacidad	650 m ³ /día
DQO Salida	100 mg/L (99.1% eliminación)
Organic Loading Rate	8.1 kg/m ³ -d



Resumen

AnMBR escogido por la alta presencia de grasas y por su capacidad de retener la biomasa en el reactor, generar más biogás y conseguir emisiones cero de CO₂.

PENTAIR X-Flow

27

AnMBR: Jack Links



Descripción del Proyecto	
Emplazamiento	USA
Industria	Cárnica
Tecnología Pentair	AnMBR
Membrana	(32) Hor. Compact 33 (no Helix)
Puesta en Marcha	2014
DQO Entrada	15,000 mg/L
Capacidad	380 m ³ /día
DQO Salida	220 mg/L (98.5% eliminación)
Organic Loading Rate	6.9 kg/m ³ -d



Resumen

AnMBR escogido para reducir el OPEX de la antigua EDAR (gestión de los fangos producidos en el DAF y del aeróbico posterior)

PENTAIR

28

AnMBR: Mars Veghel



Descripción del Proyecto	
Emplazamiento	The Netherlands
Industria	Chocolatinas y dulces
Tecnología Pentair	AnMBR
Membrana	(36) Vertical Compact 33
Puesta en Marcha	2014
DQO Entrada	12.000 – 15.000 mg/L
Capacidad	600 m ³ /d
DQO Salida	< 150 mg/L (99.1% eliminación)
Organic Loading Rate	5.7 kg/m ³ -d




Resumen
AnMBR minimiza el OPEX de las AARR al posibilitar un tratamiento de un solo paso, que además produce biogás y permite una futura reutilización

PENTAIR | X-Flow 29

AnMBR: Woodlands Dairy




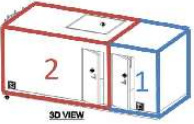




Descripción del Proyecto	
Emplazamiento	Sudáfrica
Industria	Láctea
Tecnología Pentair	AnMBR (UF part)
Membrana	(104) Compact 33 (Helix)
Puesta en Marcha	2016
DQO Entrada	10,000 mg/L
Capacidad	1200 m ³ /d
DQO Salida	< 100 mg/L (99.0% eliminación)
Organic Loading Rate	5 kg/m ³ -d




Resumen
El rendimiento del AnMBR reduce los requisitos del postratamiento permitiendo la reutilización del agua.

PENTAIR | X-Flow 30

Dos plantas piloto de AnMBR disponibles

Habitaciones separadas para el proceso de depuración y el operador

PENTAIR | X-Flow 31

CONCLUSIONES

- Las membranas tubulares ofrecen amplias posibilidades de utilización
- Permiten minimizar el fouling y el clogging
- La tecnología Helix ha aumentado los flujos de permeado
- La evolución de la UF en los AnMBR ha permitido ampliar su área de aplicación
- Las membranas externas de UF son la mejor tecnología disponible actualmente para el AnMBR usando Helix

PENTAIR | X-Flow 32

16/05/2019



A business card for Sergi Lluich, a representative for Pentair X-Flow. The card features a portrait of Sergi Lluich, a man with glasses and a beard, wearing a checkered shirt. The background is light blue with a green triangle in the top left corner. Below the portrait, the text reads "Sergi Lluich" and "Pentair X-Flow". The main body of the card contains the text "¡Muchas gracias por su atención!" in bold. At the bottom, it says "Para posibles consultas" followed by the email address "Sergi.Lluich@Pentair.com" in blue. The Pentair logo is in the bottom right corner.

¡Muchas gracias por su atención!

Para posibles consultas
Sergi.Lluich@Pentair.com

 PENTAIR



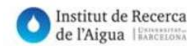
Desarrollo de un biorreactor de membranas (MBR) con membranas cerámicas de bajo coste “REMEB”.

E. Zuriaga-Agustí, FACSA

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



eco-friendly ceramic
MEMBRANE BIOREACTOR MBR
based on **RECYCLED**
agricultural and industrial
wastes for waste water reuse

E. Zurriaga-Aguiló, I. Pastor, B. Hernández, M. Galán, E. Sánchez, M. Abellán, P. Simón

facsa
jtc
esamur

01 Antecedentes

02 Objetivos

03 La membrana

04 La planta piloto MBR

05 Resultados obtenidos

06 Conclusiones

01 Antecedentes

- El estrés hídrico afecta a 1.30 M habitantes, 30% de la población Europea.
- En 2050 la demanda de agua aumentará un 55%.
- En la UE se tiran más de 40.000 M m³ de aguas residuales cada año, pero solo el 2.4% de esta agua se reutiliza (964 M m³).

Water stress in European river basins in 2000 (left) and under the LURE-E scenario by 2050 (right).
 0-20% (no water stress) 20-40% (light water stress) 40-60% (medium water stress) 60-80% (severe water stress) 80-100% (extreme water stress)

Estés hídrico en las cuencas hidrográficas europeas. Fuente: EEA

01 Antecedentes

- Importancia de la reutilización de agua:
 - En Europa:
 - Países Mediterráneos: agricultura
 - Países Nórdicos: aplicaciones industriales
 - En España:
 - 414 M m³ agua reutilizada en 2009
 - 983 M m³ agua reutilizada en 2015
 - 1380 M m³ agua reutilizada en los próximos años de acuerdo al Plan Nacional de Reutilización de Agua
 - En Murcia: Comunidad con escasez de agua y líder en reutilización.

01

Antecedentes


NECESITAMOS MEMBRANAS!

Table 3: Classes of combined water quality and effluent agricultural use soil irrigation analysis

Membrane treatment system	Water category	Irrigation method
A	After 40 days, treated water is used to irrigate 200 trees (olive trees) in the field (olive oil mill waste water)	MB to public gardens
B	1000 litres of treated water (when the water is not to be used) is used to irrigate 200 trees (olive oil mill waste water) in the field (olive oil mill waste water)	MB to public gardens
C	1000 litres of treated water (when the water is not to be used) is used to irrigate 200 trees (olive oil mill waste water) in the field (olive oil mill waste water)	MB to public gardens
D	1000 litres of treated water (when the water is not to be used) is used to irrigate 200 trees (olive oil mill waste water) in the field (olive oil mill waste water)	MB to public gardens

Table 4: Validation monitoring of combined water for agricultural irrigation

Combined water quality class	Indicator (microorganisms (*)	Performance capacity for the (microorganisms) (log ₁₀ reduction)
A	Z.004	> 3.0
	Table 3: Classes of combined water quality and effluent agricultural use soil irrigation analysis	> 4.0
	Table 4: Validation monitoring of combined water for agricultural irrigation	> 3.5



02



Objetivos




02

Objetivos

- El objetivo principal del proyecto REMEB es el desarrollo y validación de un tratamiento de agua innovador, basado en un MBR cerámico equipado con membranas fabricadas con materiales reciclados.
- Validación de subproductos, ya que las membranas cerámicas de bajo coste serían fabricadas a partir de residuos de procesos agroindustriales, como huesos de aceituna, polvo de mármol y chamota.
- Validación en una EDAR ubicada en Aledo (Murcia) donde se comparará el MBR REMEB con el MBR ya existente.
- Replicación de la tecnología en varios lugares estratégicos. Fabricación de membranas en Italia y Turquía, teniendo en cuenta los residuos disponibles en estos países.

02

El consorcio


- Inicio: 1 September 2015
- Duración: 3 años
- Presupuesto: 2,36 ME
- 7 Work Packages
- 11 Socios de 7 países
- 290 person/month






03

Por qué membrana cerámica?



Membrana Polimérica	Membrana Cerámica
<ul style="list-style-type: none"> Menor coste económico. De mayor uso, dominan el mercado de los MBR 	<ul style="list-style-type: none"> Mejor resistencia química / térmica. Mayor tiempo de vida Robustez
<ul style="list-style-type: none"> Presentan inconvenientes en ambientes extremos. Menor vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> Coste demasiado elevado Materia prima Procesos Fabricación a alto coste

Facsa 

04

La membrana: materias primas

CHAMOTTA



Propiedades	Chamotte
Specific surface area (BET method) (m ² /g)	0.9 - 1
d ₉₀ (µm)	30 - 32

POLVO DE MARMOL



Propiedades	Marble dust
Carbonates content (%)	90-94
d ₉₀ (µm)	2.7-4.3

REBIDUO ALMAZARA




Propiedades	Olive bone
Water content (%)	18-41
d ₉₀ (µm)	90-120

Facsa 


04

La membrana: materias primas


Residuos de cáscaras



Dolomita




Residuos de café



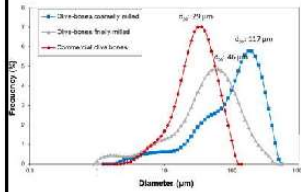
Avellanas



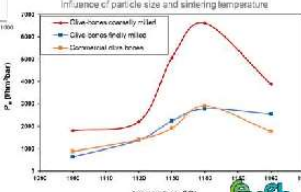
Facsa 


04

Preparación de las materias primas



Importancia del tamaño de partícula y de la temperatura de sinterización, en las propiedades de la membrana



Facsa 

04

La membrana: proceso de fabricación

- Fabricación del soporte
 - Basado en la **extrusión de baldosas cerámicas**. El proceso industrial ha sido adaptado al proceso de fabricación de la membrana.
 - La cantidad de desechos introducidos en la composición varía entre: 15-30% de chamota, 5-25% de polvo de mármol y 5-30% de hueso de oliva.
 - Las **características del soporte** en las diferentes etapas se controlan evaluando los parámetros más importantes de este proceso (contenido de agua, retracción por secado y sinterización, densidad del bulbo, porosidad, permeabilidad, microestructura, resistencia mecánica, etc.).

M.M. Lorenzo-Ayca, S. Mestre, M. Menéndez, and E. Sánchez, "Comparison of extruded and pressed low cost ceramic supports for microfiltration membranes," J. Eur. Ceram. Soc., vol. 35, no. 13, pp. 9991-9991, Nov. 2015.

04

La membrana: proceso de fabricación

Extrusora piloto

Extrusora industrial

04

La membrana: proceso de fabricación

- Secado: en una sala de secado : 110 °C durante 24 h
- Sinterización: Controlando la rampa de temperatura

t (h)	T (°C)
0	0
2	10
4	20
6	30
8	40
10	50
12	60
14	70
16	80
18	110
20	110
22	110
24	0

04

La membrana: proceso de fabricación

Waves

Cracks

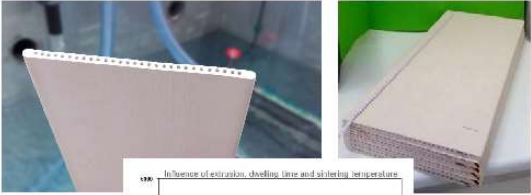
Warpage

Lack of orthogonality and breakages

AJUSTE DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS MEMBRANAS!!

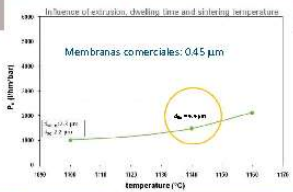
04


La membrana: proceso de fabricación



Influence of extrusion, dwelling time and sintering temperature

Membranas comerciales: 0.45 µm




facsa 

04

La membrana: deposición de la capa selectiva


Deposición de capa selectiva para reducir el tamaño de poro

Materials and additives





Wet Milling

Support

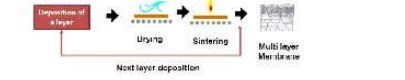


2 ways to apply a layer:

- ✓ Immersion (based on the membrane industry)
- ✓ Spraying (based on the ceramic tile industry)

Deposition of a layer



Next layer deposition

mfb

04

La membrana: deposición de la capa selectiva

LABORATORY SCALE



PILOT SCALE WITH INDUSTRIAL SUPPORTS



mfb

05

El MBR

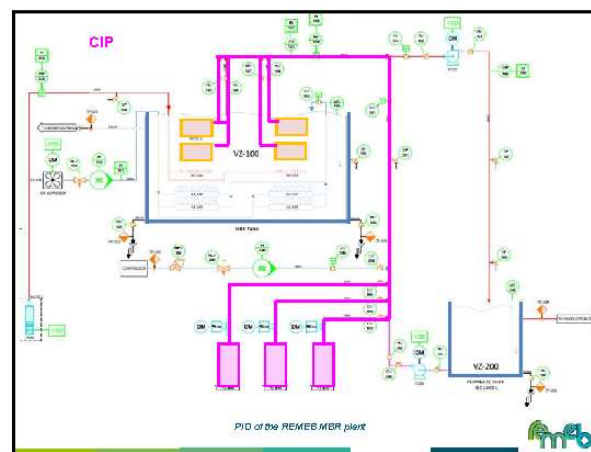
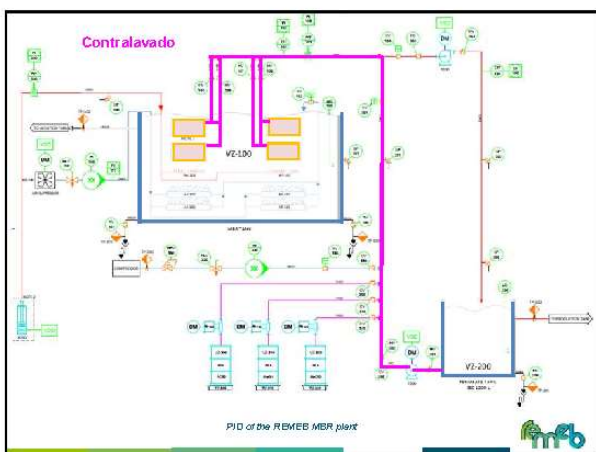
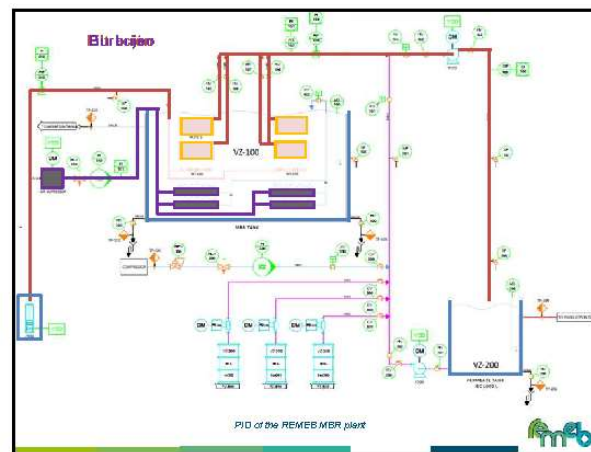






MODULO = 60 MEMBRANAS

mfb



05

La planta piloto

Facsa

05

La planta piloto

Facsa

05

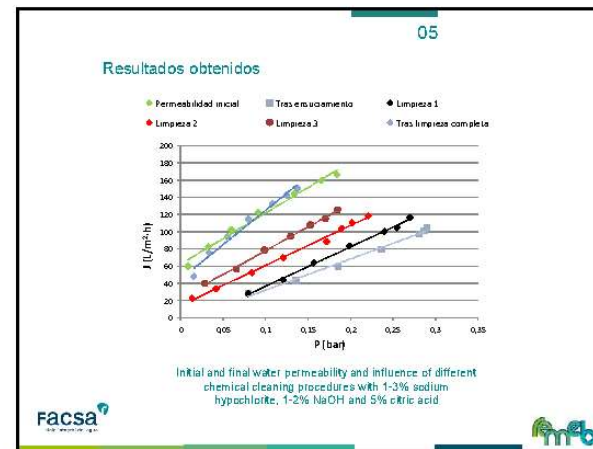
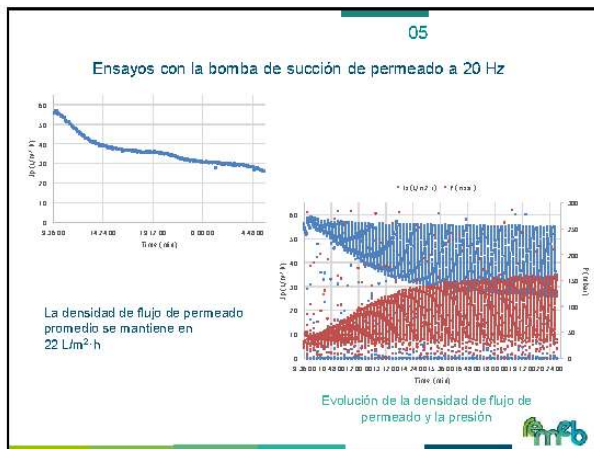
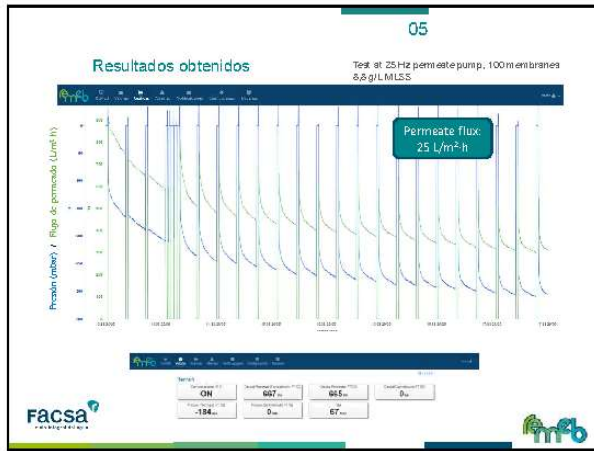
eco-friendly ceramic
MEMBRANE
BIOREACTOR
based
on RECYCLED
agricultural and industrial
wastes for waste water reuse

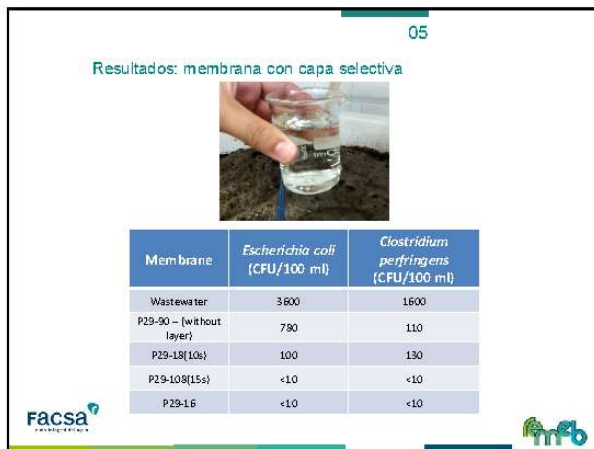
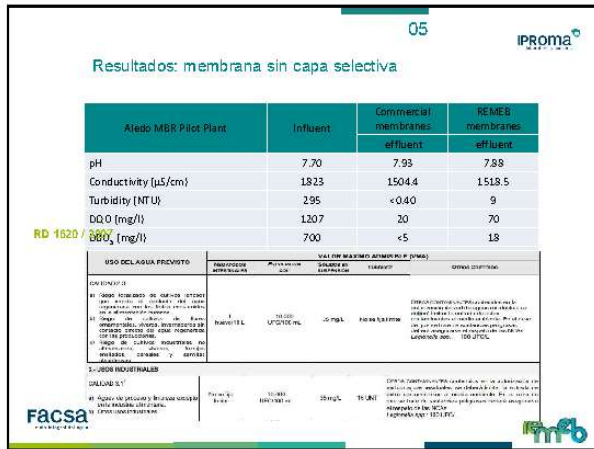
05

Resultados obtenidos

Pressure (P) [bar]	Permeability (P) [L/(m²·h)]
0.100	31.22
0.200	62.44
0.300	93.66

Permeabilidad al agua de 3 diferentes membranas de la misma fabricación





06

Conclusiones

- Es posible fabricar membranas cerámicas utilizando materias primas y desechos de bajo coste en su composición, en lugar de óxidos de titanio, alumina o zirconia.
- Ha sido posible adaptar la industria de fabricación de baldosas cerámicas a la fabricación de membranas.
- La valorización de los residuos agrícolas e industriales beneficiará la economía circular.
- El coste de fabricación se ha reducido un 30% en comparación con las membranas cerámicas convencionales.
- Dependiendo de los criterios de calidad requeridos, es posible reutilizar el agua tratada sin capa selectiva.
- Próximos pasos: Continuar trabajando en el procedimiento de limpieza y desarrollo de capas selectivas.

remink

Facsa mfb





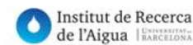
AnMBR Review: Estado del Arte de los AnMBR's para el tratamiento de aguas residuales urbanas.

S. Vinardell, UB

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:





Estado del arte de los AnMBRs para el tratamiento de aguas residuales urbanas

Sergi Vinardell^a, María Alicia Cardete^a, Isaac Fernández^b, Joan Dosta^a, Joan Mata-Álvarez^a

^a Department of Chemical Engineering, University of Barcelona, Spain
^b CETIM Technological Centre, A Coruña, Spain

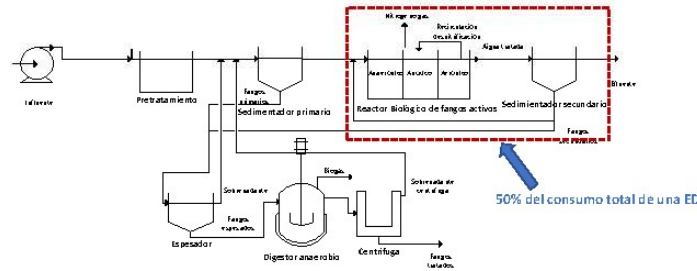
VII JORNADA sobre BIOREACTORES de MEMBRANA Barcelona 16 de Mayo de 2019 

ESTRUCTURA

1. ¿Por qué AnMBR? Ventajas y desafíos
2. Nuevas configuraciones AnMBR para el control del ensuciamiento
3. Nuevos horizontes de la tecnología AnMBR: integración de la osmosis directa como pretratamiento
4. Escalando la tecnología AnMBR a gran escala: futuras perspectivas

1

1. Paradigma actual de tratamiento



50% del consumo total de una EDAR

¿Por qué no tratamos el agua urbana directamente con digestión anaeróbica?

2

1. La transición hacia la digestión anaeróbica: retos

Caudal ↑ DQO ↓

Baja producción de biogás por m³ de agua tratada

↓

Régimen psicrófilico (Temperatura ambiente)

↓

Baja cinética

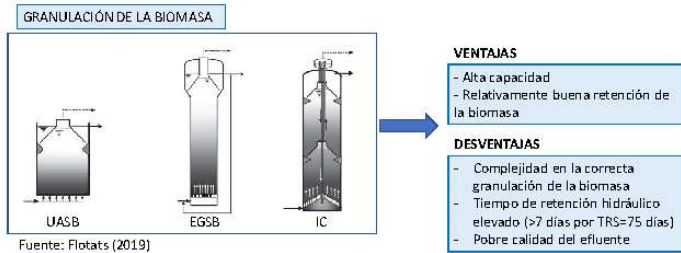
↓

Altos tiempos de retención de sólidos

Es primordial tener una buena retención de la biomasa para desacoplar el tiempo de retención de sólidos (TRS) del tiempo de retención hidráulico (TRH)

3

1. Tecnologías utilizadas para el tratamiento anaeróbico de aguas residuales



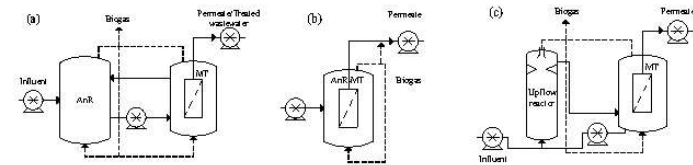
4

1. ¿Por qué AnMBR?

Excelente desacoplamiento del TRS y del TRH

Uso de membranas de ultrafiltración (UF) o microfiltración (MF) para la separación de los sólidos

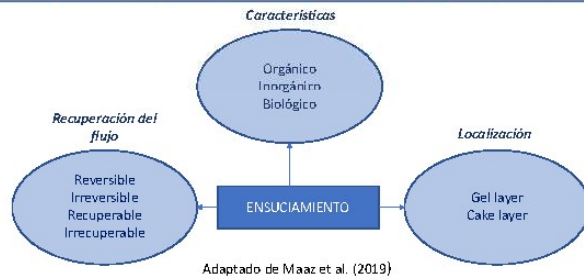
CONFIGURACIONES PRINCIPALES PARA AGUAS URBANAS



5

- Altas eficiencias de eliminación de DQO
- Disminución del volumen del digestor (Bajo TRH requerido)
- Excelente calidad del efluente

1. Ensuciamiento de la membrana: principal reto de la tecnología



Los productos microbianos solubles (SMPs) y las sustancias poliméricas extracelulares (EPSs) juegan un rol clave en los procesos de ensuciamiento, principalmente en lo que se refiere al ensuciamiento irreversible y formación de la capa gel (gel layer)

6

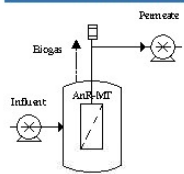
ESTRUCTURA

1. ¿Por qué AnMBR? Ventajas y desafíos
2. Nuevas configuraciones AnMBR para el control del ensuciamiento
3. Nuevos horizontes de la tecnología AnMBR: integración de la osmosis directa como pretratamiento
4. Escalando la tecnología AnMBR a gran escala: futuras perspectivas

7

2. Nuevas configuraciones CSTR

Membrana rotativa



Adaptado de Ruigómez et al. (2016b)

Escala laboratorio

- Velocidad de rotación de 100-330 rpm
 - Mejor control del ensuciamiento mediante la rotación, en comparación con el gas sparging
- Ruigómez et al. (2016a)

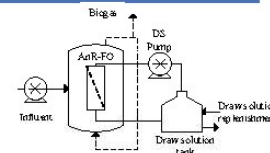
Planta piloto

- Velocidad de rotación de 100 rpm
 - Mayor flujo crítico comparado con el control del ensuciamiento mediante gas sparging (17-20%)
 - Necesidad de estudios a largo plazo
- Ruigómez et al. (2016b)

8

2. Nuevas configuraciones CSTR

Membrana de osmosis directa (FO)



Adaptado de Chen et al. (2014)

- Membrana no porosa
- Uso de una solución extractora con alta presión osmótica
- No se utiliza presión hidráulica para la obtención del permeado (menos tendencia al ensuciamiento)

Escala laboratorio

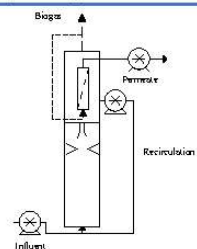
- Eliminación del 96% del carbono total.
 - Disminución significativa del flujo con la acumulación de sales en el digestor
- 9,5 LMH → 3,5 LMH
1 ms/cm → 20 ms/cm } XD/LVO
- Chen et al. (2014)

Para prevenir la acumulación de sales en el sistema, Wang et al. (2017) propuso un nuevo sistema basado en la combinación de una membrana de FO con una membrana de MF

9

2. Nuevas configuraciones Upflow

UASB con la membrana en la parte superior del reactor



Adaptado de Gouveia et al. (2015)

Planta piloto

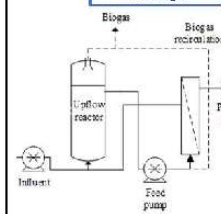
- Sin recirculación → 239-702 mg DQO/L/d
 - Con recirculación → 90-119 mg DQO/L/d
 - Velocidad ascensional del biogás de 9-16 m/h
 - Flujos de entre 12-14 LMH sin necesidad de limpieza química
- ↓ Acumulación de sólidos
↓ Ensuciamiento

↓
Gouveia et al. (2015)

10

2. Nuevas configuraciones Upflow

Gas-lift



Adaptado de Prieto et al. (2013)

Escala laboratorio

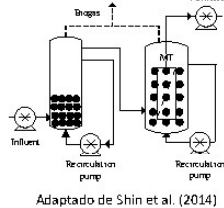
- Ratios gas/líquido (E) de 0,2-0,9 → A mayor ratio no se observaron mejores flujos
- Igualmente, no se obtuvieron mejoras significativas con el aumento de la velocidad tangencial (0,52-1,08 m/s)
- Se obtuvieron flujos de 10-15 LMH con E= 0,1 y una velocidad tangencial = 0,5 m/s
- Necesidad de un mayor desarrollo de la tecnología

↓
Prieto et al. (2013)

11

2. Nuevas configuraciones Upflow

Carbón activado



Adaptado de Shin et al. (2014)

Escala laboratorio

- Flujo estable de 10 LMH durante 40 días con un ligero aumento de 0,025 bar (de 0,075 a 0,1 bar) en la TMP (Kim et al., 2011)
- A partir de flujos de 12 LMH, incremento de la TMP hasta 0,2 bar (Yoo et al., 2012)
- Con el objetivo de aumentar la competitividad de la configuración, varios estudios han buscado la eliminación de la primera etapa (Bae et al., 2014, Gao et al., 2014). En ambos estudios, las eliminaciones de DQO y los flujos a través de la membrana estuvieron en valores similares a los obtenidos con dos etapas

Planta piloto

- DQO efluente < 23 mg/L y flujos entre 4,1 y 7,5 LMH (Shin et al., 2014).
- Las membranas son altamente dañadas por las partículas más grandes de carbón activado (Shin et al., 2016)

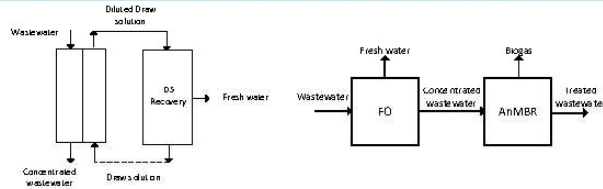
12

ESTRUCTURA

1. ¿Por qué AnMBR? Ventajas y desafíos
2. Nuevas configuraciones AnMBR para el control del ensuciamiento
3. Nuevos horizontes de la tecnología AnMBR: integración de la osmosis directa como pretratamiento
4. Escalando la tecnología AnMBR a gran escala: futuras perspectivas

13

3. ¿Por qué la osmosis directa como pretratamiento?



- OBJETIVO 1: \uparrow [DOQ] \downarrow Q influente
- OBJETIVO 2: Recuperación de agua

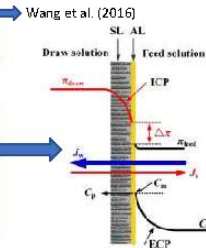
- Incrementar la temperatura de trabajo (Wei et al., 2014)
- Mejorar la cinética del proceso (Ansari et al., 2016)
- Reducción del volumen del reactor y área de la membrana

14

3. Eficiencia de la osmosis directa como pretratamiento

Planta piloto

- Uso de NaCl como solución extractora
- Factor de concentración de 5 con un flujo medio de 6 LMH, aunque se pueden llegar a tener factores de concentración de 8-10 (Ansari et al., 2018)
- Efecto de la retro difusión del NaCl en la disminución de la presión osmótica efectiva y, por ende, del flujo



Fuente: Wang et al. (2016)

Escala laboratorio

- Ansari et al. (2015) estudió el efecto que tenía el uso de distintas soluciones extractoras a una misma presión osmótica de 30 bares
- \uparrow La difusividad \uparrow Flujo de agua \leftarrow Concentración interna de polarización
- RSFS importante parámetro de control (Flujo de agua/ flujo reverse de sales)
- Equilibrio entre un RSFS relativamente alto, y un flujo aceptable. Por lo tanto, soluciones orgánicas como el acetato de sodio o acetato de magnesio pueden ser la más adecuadas

15

3. Evaluando la digestión anaeróbica como tratamiento del efluente preconcentrado con osmosis directa

Análisis en discontinuo

- Análisis en discontinuo (BMP) para estudiar la producción de biogás en función del porcentaje de recuperación y de la retrodifusión de las soluciones extractoras (NaCl y NaOAc)
- Como mayor el % de preconcentración, mayor la producción de metano
- Mayor producción de metano en el caso de utilizar NaOAc (550 mL). Aun así, las diferencias fueron bajas respecto al NaCl (500 mL), por lo que la inhibición producida por el NaCl se consideró poco significativa

→ Ansari et al. (2018)

AnMBR

- Tratamiento de una agua residual urbana sintética preconcentrada un 80%
- Buena eliminación de DQO ($94,9 \pm 1,8\%$) a régimen mesofílico (34 °C)
- Importante disminución de la eliminación de la DQO (58,4%) a régimen psicofílico (15 °C), debido a la acumulación de AGVs (hasta 1 g/L, con presencia de ácido n-butírico e isobutírico)
- La eficiencia de eliminación de DQO se restableció en aumentar la temperatura a 23 y 34 °C
- Los niveles de metano disuelto en el efluente (6,18 mg/L) se mantuvieron debajo del nivel de saturación

→ Ferrari et al. (2019)

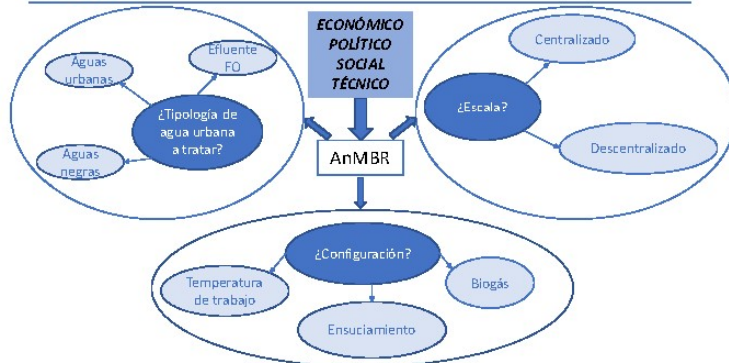
16

ESTRUCTURA

1. ¿Por qué AnMBR? Ventajas y desafíos
2. Nuevas configuraciones AnMBR para el control del ensuciamiento
3. Nuevos horizontes de la tecnología AnMBR: integración de la osmosis directa como pretratamiento
4. Escalando la tecnología AnMBR a gran escala: futuras perspectivas

17

4. Enfoques



18

4. La economía detrás de la tecnología AnMBR

Ventajas

- No se requiere de aireación
- Producción de biogás que puede ser valorizado energéticamente
- Baja generación de fangos

Inconvenientes

- Altos CAPEX asociados a la adquisición de las membranas, debido a sus bajos flujos
- Altos OPEX asociados al control del ensuciamiento de la membrana (gas sparging), consumo de químicos o reemplazo de las membranas al final de su tiempo de vida útil
- La viabilidad económica y ambiental se puede ver afectada por la temperatura (incremento del metano disuelto a temperaturas bajas), así como la presencia de sulfatos en el influente (reducción de la producción de biogás, e incremento de la producción de ácido sulfhídrico)

19

4. La economía detrás de la tecnología AnMBR

Smith et al. (2014)

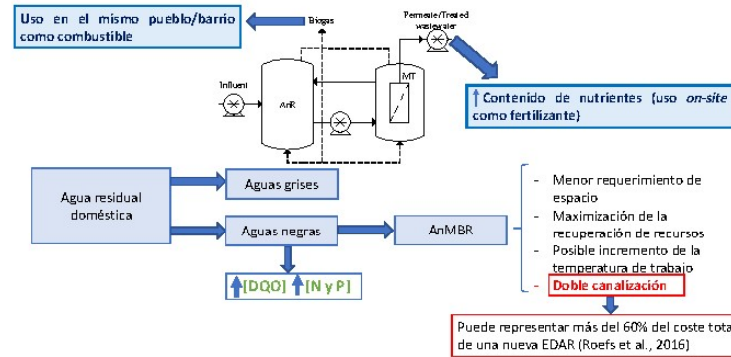
- Cuatro escenarios: (1) AnMBR; (2) CAS+AD; (3) HRAS+AD; (4) AeMBR+AD. Sin inclusión de postratamientos
- HRAS+AD y AnMBR resultaron ser las opciones más competitivas económicamente hablando
- El proceso AnMBR requiere de importantes mejoras desde un punto de vista ambiental, ya que obtuvo el mayor impacto de calentamiento global (75% causado por el metano disuelta en el efluente), así como importantes impactos relacionados con la operación de la membrana

Pretef et al. (2016)

- Tres escenarios: (1) AnMBR; (2) AeMBR+AD; (3) CAS+AD. Inclusión de postratamientos
- La tecnología AnMBR a régimen psicrófilico (20 °C) tiene el potencial de obtener los menores costos y consumos energéticos (0,135 €/m³ y 0,04 KWh/m³) comparado con las otras opciones convencionales de tratamiento
- La inclusión de un tratamiento de recuperación de metano del efluente conlleva una sustancial disminución del impacto ambiental del AnMBR
- Los impactos económicos del proceso están altamente influenciados por la presencia de sulfato, la temperatura, y los aspectos relacionados con la membrana (correcto diseño, consumo de químicos, etc...)

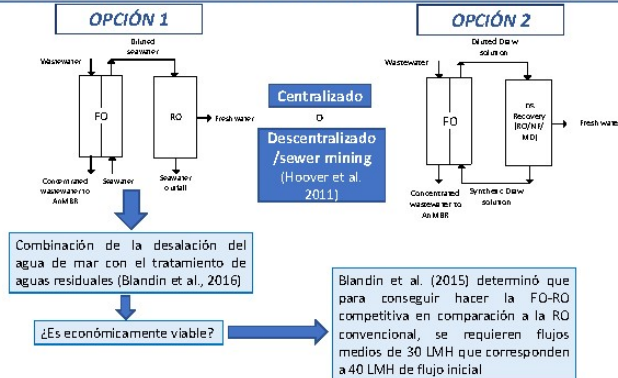
20

4. AnMBR: ¿Descentralizando la tecnología?



21

4. Osmosis directa + AnMBR: un paso más hacia el AnMBR



22

4. Perspectivas en escalar la tecnología

- Los procesos anaerobios han sido reconocidos como una de las mejores tecnologías disponibles en el documento BREF
- El nivel de madurez tecnológica (TRL) del AnMBR es de 8 → Requiere mayor desarrollo

¿ESTAMOS LEJOS DE ESTE CAMBIO DE PARADIGMA?

- Los actuales escenarios de cambio climático y agotamiento de recursos nos dirigen hacia un cambio de paradigma en que el agua se puede ver como una fuente de recursos y no de contaminación (McCarty et al., 2011; Guest et al., 2011; Rashidi et al., 2015)

AUN ASÍ...

- Los modelos predominantes en la gestión del agua sigue siendo los mismos. Los cambios no suceden de forma abrupta sino de forma gradual, es decir, en un proceso de "hibridación" (Marlow et al., 2013)
- En el proceso de cambio se deben involucrar no sólo aspectos técnicos y económicos, sino también políticos y sociales para poder impulsar una transición en el mundo del agua

23

¡Muchas gracias por su atención!

AGRADECIMIENTOS:



OTRA INFORMACIÓN

Vinardell, S; Cardete, M.A., Fernández, I; Dosta, J, Mata-Álvarez, J. Application of anaerobic membrane bioreactor (AnMBR) technology to the treatment of municipal wastewater: A review. *Submitted (01/2019)*.

24



Estado del arte de los AnMBRs para el tratamiento de aguas residuales urbanas

Sergi Vinardell^a, Maria Alicia Cardete^a, Isaac Fernández^b, Joan Dosta^a, Joan Mata-Álvarez^a

^a Department of Chemical Engineering, University of Barcelona, Spain

^b CETIM Technological Centre, A Coruña, Spain

VII JORNADA sobre
BIOREACTORES
MEMBRANA

Barcelona 16 de Mayo de 2019



MyBRM'2019

Barcelona 16 Mayo 2019

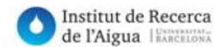
Experiencias AnMBR en aguas residuales urbanas, aguas negras y licor de digestato de FORM.

A. Giménez Lorang, FCC Aqualia.

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:






EXPERIENCIAS ANMBR EN AGUAS RESIDUALES URBANAS, AGUAS NEGRAS Y LICOR DE DIGESTATO DE FORM


VII Jornada sobre Biorreactores de Membrana
16 de mayo de 2019, Barcelona
Universitat de Barcelona

Antonio Giménez Lorang
Jefe de proyecto
Departamento de Innovación y Tecnología
antonio.gimenez@fcc.es






Relación de proyectos I+D+i de AnMBR en aqualia


- **Proyecto INNFRONTA ISIS:** Investigación integrada sobre islas sostenibles. Reactores anaerobios de membrana en el tratamiento de aguas residuales urbanas (AnMBR) con incorporación de residuos sólidos urbanos.
- **Proyecto INNPACTO FILENE:** Desarrollo de un sistema de filtración de baja energía con membranas cerámicas. Reactor anaerobio con membranas cerámicas para la transformación de efluentes industriales en bioenergía.
- **Proyecto ININTERCONECTA ALEGRIA:** Algas y energía para la valorización energética de los efluentes de la industria agroalimentaria gallega. Valorización de aguas industriales con reactores anaerobios a membranas y cultivo de algas, minimizando residuos y energía.
- **Proyecto LIFE MEMORY:** Membrane for energy and water recovery. Demostración semi-industrial de reactor anaerobio con membranas para efluentes urbanos, produciendo bioenergía y agua de reuso.
- **Proyecto BEST F2 BIOWAMET:** Bio-methane production from urban organic matter. Sistemas anaerobios con membranas como solución sostenible por la valorización energética de materia orgánica en EDAR.
- **Proyecto LIFE METHAMORPHOSIS:** Waste streams treatment for obtaining safe reclaimed water and biomethane for transport sector to mitigate GHG emissions. Optimización energética de la depuración de las aguas procedentes del tratamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos mediante el sistema AnMBR y el sistema ELANP de eliminación autótrófica de nitrógeno.
- **Proyecto H2020 RUN4LIFE:** Recovery and Utilization of Nutrients 4 Low Impact Fertilizer. Recuperación y utilización de nutrientes para producción de fertilizantes de bajo impacto.



Aplicaciones innovadoras y recientes con AnMBR

PROYECTO	LIFE Memory	H2020 Run4Life	LIFE Methamorphosis
Ubicación	EDAR Alcázar de San Juan, Ciudad Real	C. N. Porto do Molle, Nigrán, Pontevedra	Ecoparc 2, Montcada i Reixac, Barcelona
Agua residual	Urbana (aportes industriales)	Negra	Fracción líquida de digestato FORM
DQO influente [g·L ⁻¹]	1,165 ± 0,54	1,49 ± 0,80	26,32 ± 1,42
Temperatura (°C)	11 ... 30	18 ... 27	35 ± 0,5
Membranas	Sumergidas, fibra hueca	Sumergidas, placa plana	Externas, tubulares, poliméricas, diám. 8mm
Volumen de reacción (m ³)	3 x 0,8 + 34,4	1,3 + 1	42
Superficie de filtración (m ²)	3 x 41	1 x 6,25	5 x 4,1
Más información...	www.life-memory.eu	www.run4life-project.eu	www.life-methamorphosis.eu
Apoyo de la UE	Co-financiados por la UE		



Relación de proyectos I+D+i de AnMBR en aqualia

- **Proyecto INNFRONTA ISIS:** Investigación integrada sobre islas sostenibles. Reactores anaerobios de membrana en el tratamiento de aguas residuales urbanas (AnMBR) con incorporación de residuos sólidos urbanos.
- **Proyecto INNPACTO FILENE:** Desarrollo de un sistema de filtración de baja energía con membranas cerámicas. Reactor anaerobio con membranas cerámicas para la transformación de efluentes industriales en bioenergía.
- **Proyecto ININTERCONECTA ALEGRIA:** Algas y energía para la valorización energética de los efluentes de la industria agroalimentaria gallega. Valorización de aguas industriales con reactores anaerobios a membranas y cultivo de algas, minimizando residuos y energía.
- **Proyecto LIFE MEMORY:** Membrane for energy and water recovery. Demostración semi-industrial de reactor anaerobio con membranas para efluentes urbanos, produciendo bioenergía y agua de reuso.
- **Proyecto BEST F2 BIOWAMET:** Bio-methane production from urban organic matter. Sistemas anaerobios con membranas como solución sostenible por la valorización energética de materia orgánica en EDAR.
- **Proyecto LIFE METHAMORPHOSIS:** Waste streams treatment for obtaining safe reclaimed water and biomethane for transport sector to mitigate GHG emissions. Optimización energética de la depuración de las aguas procedentes del tratamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos mediante el sistema AnMBR y el sistema ELANP de eliminación autótrófica de nitrógeno.
- **Proyecto H2020 RUN4LIFE:** Recovery and Utilization of Nutrients 4 Low Impact Fertilizer. Recuperación y utilización de nutrientes para producción de fertilizantes de bajo impacto.

Objetivo LIFE Memory

- Validar a escala demostrativa la tecnología AnMBR como alternativa al tratamiento tradicional de las aguas residuales urbanas

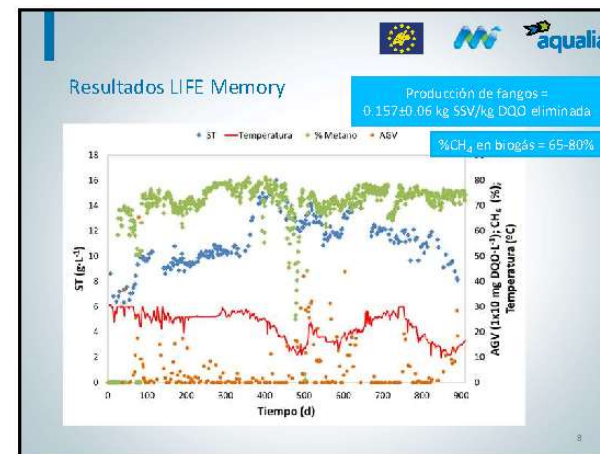
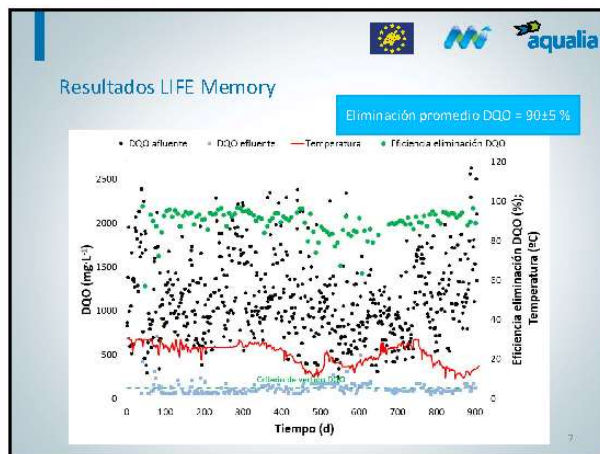
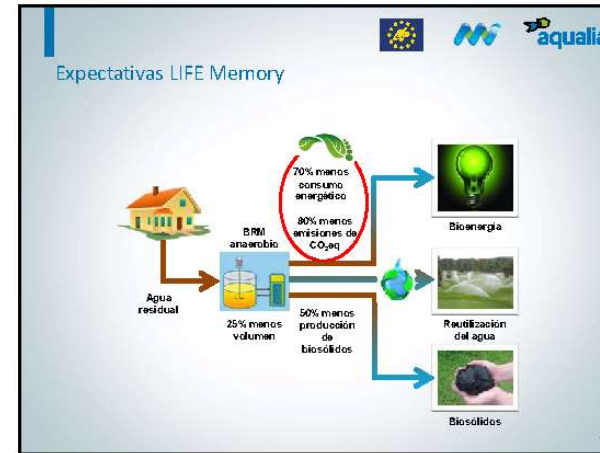


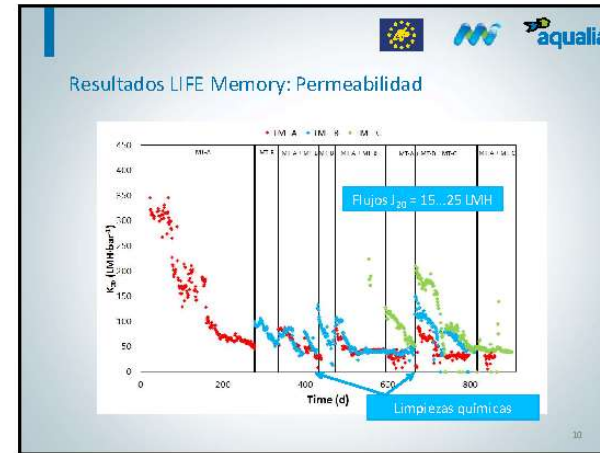
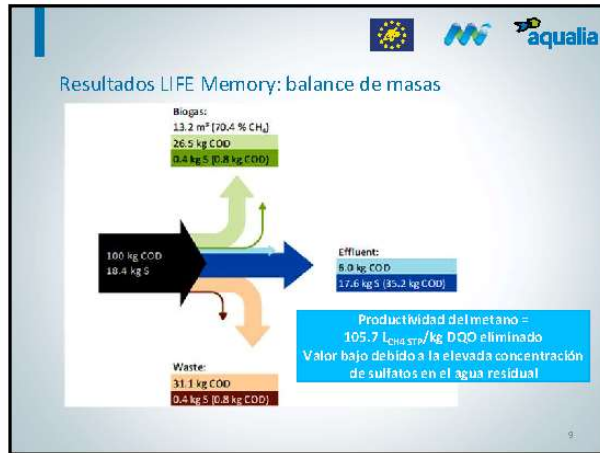
memory

aqualia

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

KOCH MEMBRANE SYSTEMS

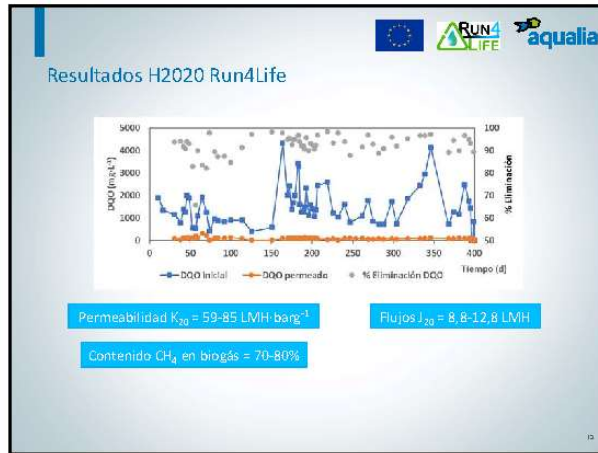




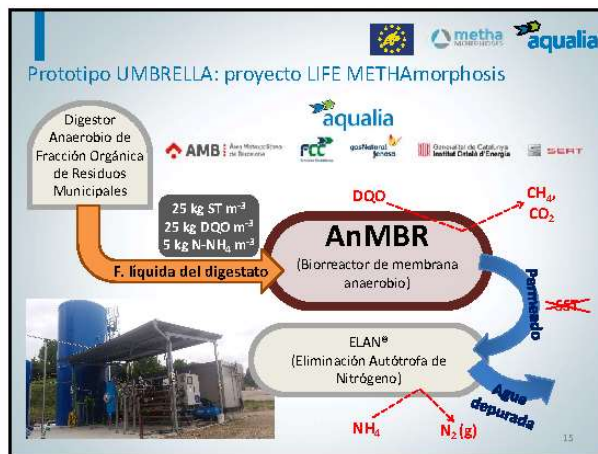
- ### Relación de proyectos I+D+i de AnMBR en aqualia
- Proyecto INNPRONTA IISIS: Investigación integrada sobre islas sostenibles. Reactores anaerobios de membrana en el tratamiento de aguas residuales urbanas (AnMBR) con incorporación de residuos sólidos urbanos.
 - Proyecto INNFACTO FILENE: Desarrollo de un sistema de filtración de baja energía con membranas cerámicas. Reactor anaerobio con membranas cerámicas para la transformación de efluentes industriales en bioenergía.
 - Proyecto INNTERCONECTA ALEGRIA: Algas y energía para la valorización energética de los efluentes de la industria agroalimentaria gallega. Valorización de aguas industriales con reactores anaerobios a membranas y cultivo de algas, minimizando residuos y energía.
 - Proyecto LIFE MEMORY: Membrane for energy and water recovery. Demostración semi-industrial de reactor anaerobio con membranas para efluentes urbanos, produciendo bioenergía y agua de reuso.
 - Proyecto BEST2 BIOWAMET: Bio-methane production from urban organic matter. Sistemas anaerobios con membranas como solución sostenible para la valorización energética de materia orgánica en EDAR.
 - Proyecto LIFE METHAMORPHOSIS: Waste streams treatment for obtaining safe reclaimed water and biomethane for transport sector to mitigate GHG emissions. Optimización energética de la depuración de las aguas procedentes del tratamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos mediante el sistema AnMBR y el sistema ELANP de eliminación autóctona de nitrógeno.
 - Proyecto H2020 RUN4LIFE: Recovery and Utilization of Nutrients 4 Low Impact Fertilizer. Recuperación y utilización de nutrientes para producción de fertilizantes de bajo impacto.

Acerca de la ubicación...

Edificio bioclimático "Centro de Negocios Porto do Molle" Nigrán. Pequeño núcleo con red separativa de aguas grises y negras. Consorcio Zona Franca de Vigo (CZEV).






- ### Relación de proyectos I+D+i de AnMBR en aqualia
- Proyecto INNPRONTA ISIS: Investigación integrada sobre islas sostenibles. Reactores anaerobios de membrana en el tratamiento de aguas residuales urbanas (AnMBR) con incorporación de residuos sólidos urbanos.
 - Proyecto INNFACTO FILENE: Desarrollo de un sistema de filtración de baja energía con membranas cerámicas. Reactor anaerobio con membranas cerámicas para la transformación de efluentes industriales en bioenergía.
 - Proyecto INNTERCONNECTA ALEGRIA: Algas y energía para la valorización energética de los efluentes de la industria agroalimentaria gallega. Valorización de aguas industriales con reactores anaerobios a membranas y cultivo de algas, minimizando residuos y energía.
 - Proyecto LIFE MEMORY: Membrane for energy and water recovery. Demostración semi-industrial de reactor anaerobio con membranas para efluentes urbanos, produciendo bioenergía y agua de reuso.
 - Proyecto BEST2 BLOWAMET: Bio-methane production from urban organic matter. Sistemas anaerobios con membranas como solución sostenible por la valorización energética de materia orgánica en EDAR.
 - Proyecto LIFE METHAMORPHOSIS: Waste streams treatment for obtaining safe reclaimed water and biomethane for transport sector to mitigate GHG emissions. Optimización energética de la depuración de las aguas procedentes del tratamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos mediante el sistema AnMBR y el sistema ELAN® de eliminación autótrofa de nitrógeno.
 - Proyecto H2020 RUN4LIFE: Recovery and Utilization of Nutrients 4 Low Impact Fertilizer. Recuperación y utilización de nutrientes para producción de fertilizantes de bajo impacto.



Ventajas del sistema UMBRELLA

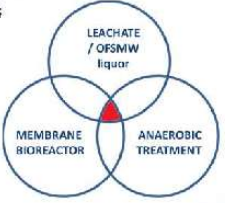
BRM AEROBIO	UMBRELLA (AnMBR+ELAN)
Elevados DQO y Nitrógeno → Alto consumo energético (>40 kWh/m³) para aireación para oxidación	Sin aireación. Eliminación del N mediante sistema ELAN®, Ahorro energético estimado: 70%
Parámetro α bajo por alta concentración de SST en agua a tratar → Alto consumo energético por aireación (>40 kWh/m³)	Sin aireación, no hay necesidad de transferir O_2 . Posibilidad de trabajar a elevadas concentración MLSST (3%)
Producción de fangos aerobios, no estabilizados	5-10x menos, al ser biomasa anaerobia. Estabilizados
Reacción exotérmica por oxidación aerobia → Necesidad de refrigeración	Sin aireación. No hay reacción exotérmica
	Producción extra de biogás

State of the Art: AnMBRs en lixiviados o similares

Pocas referencias de AnMBR tratando lixiviados...

- Bohdziewicz, 2008
- Zayen, 2010
- Trzinski & Stuckey, 2010
- Do, 2011
- Suneethi, 2013
- Xie, 2014
- Zayen, 2015
- ...






Limitaciones:

- Condiciones de laboratorio
- Condiciones de operación no siempre optimizadas (p.e. membranas sumergidas)
- Colapso de membranas

REVIEW: Abuabdou, 2018. *Applicability of anaerobic membrane bioreactors for landfill leachate treatment: Review and opportunity*

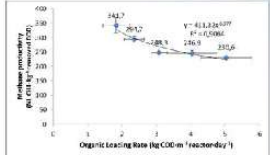
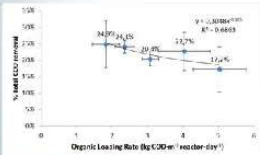
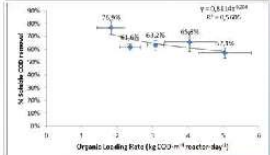
17




Primeros resultados: en configuración CSTR, 35°C

Cuantificación relativa a:

- Actividad microbológica
- Eliminación de materia orgánica
- Producción de biogás
- Calidad del biogás (75±2%)

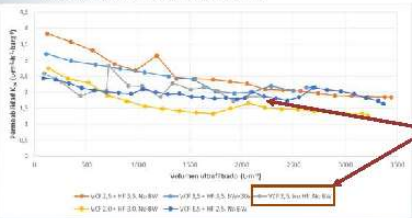




18

Resultados del AnMBR

- Operación a condiciones fijas hasta filtrar 3-3,5 m³/m² de membrana.
- **MLSS** = 15-20 g/L. **TRC** < 10 días. Temperatura 34,5±1°C
- Régimen de UF sub-crítico (optimización pendiente). Flujos_{30°C} = 3-6 LMH
- Cargas orgánicas = 6 kg DQO/m³ reactor/día
- Solo una prueba con contralavado



VCF (velocidades de flujo cruzado) fijas no son sostenibles en el tiempo.

Por el contrario, La alternancia de VCF ha sido clave. La frecuencia mínima debe ser cada 20 minutos

19






Resultados del AnMBR

- Problemas de acumulación de fibras en la entrada de las membranas (*ragging*)
- Implica mayor esfuerzo en bomba de recirculación → mayor consumo energético
- Pruebas con 3 pre-filtros:
 - Rototamiz, ranura 1mm
 - En "Y", lámina perforada, ø1mm
 - Auto-limpiante, 1mm (cada 30 minutos!)
- Menor frecuencia de aparición operando a velocidades de flujo cruzado bajas (< 2m/s).

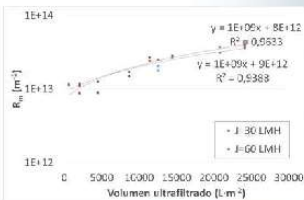


20



Resultados del AnMBR

- Rendimientos de depuración:
 - DQO = $77,7 \pm 3,6\%$
 - DBO₅ = $50,7 \pm 7,3\%$
 - SST = $99,5 \pm 0,3\%$
- Pérdida de permeabilidad por *fouling* irreversible → búsqueda de reactivos para recuperación de membranas
- Próximo objetivo: incrementar TRC > 21 días → favorecer hidrólisis → mejorar eliminación DQO y productividad de biogás



Resistencia de la membrana (R_m) medida con agua limpia tras una limpieza CIP ácida (HCl) y una limpieza CIP alcalina (NaOH+NaClO)

21



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

VII Jornada sobre Biorreactores de Membrana
16 de mayo de 2019, Barcelona
Universitat de Barcelona

Antonio Giménez Lorang
 Jefe de proyecto
 Departamento de Innovación y Tecnología
antonio.gimenez@fcc.es



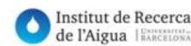
**Presentación Proyecto LIFE Green
Sewer: Nuevo tratamiento
secundario de aguas residuales con
recuperación de recursos.**

C. Martínez, CETIM

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



VII JORNADA BIO REACTORES MEMBRANA Barcelona 16 de Mayo de 2019 UNIVERSITAT DE BARCELONA




LIFE GREEN SEWER

LIFE GreenSewer: Nuevo tratamiento secundario de aguas residuales con recuperación de recursos.

Cristina Martínez García
CETM



LIFE GREEN SEWER es un proyecto de la Iniciativa de Agua Limpia de la UE. El número de identificación del proyecto es LIFE17 ENV/ES/000341.




LIFE GREEN SEWER
LIFE17 ENV/ES/000341

Innovative Secondary Wastewater Treatment with Resource Recovery

ÍNDICE:

- Introducción
- Descripción general
- Objetivos
- Resultados esperados



LIFE GREEN SEWER es un proyecto de la Iniciativa de Agua Limpia de la UE. El número de identificación del proyecto es LIFE17 ENV/ES/000341.



LIFE GREEN SEWER
LIFE17 ENV/ES/000341

Innovative Secondary Wastewater Treatment with Resource Recovery

Introducción



LIFE GREEN SEWER es un proyecto de la Iniciativa de Agua Limpia de la UE. El número de identificación del proyecto es LIFE17 ENV/ES/000341.



LIFE GREEN SEWER


Introducción

- Es fundamental llevar a cabo un adecuado tratamiento de las aguas residuales para garantizar la protección del medioambiente.
- La mayoría de las plantas de tratamiento de aguas no están diseñadas para recuperar energía ni recursos → Es necesario el desarrollo de nuevos procesos de tratamiento de aguas - Modelos Circulares -.
- Uno de los principales retos en el tratamiento de aguas residuales es la reducción de los costes de operación y el consumo energético (huella de carbono).
- Actualmente no se monitorizan ni se eliminan los contaminantes emergentes.









LIFE GREEN SEWER es un proyecto de la Iniciativa de Agua Limpia de la UE. El número de identificación del proyecto es LIFE17 ENV/ES/000341.


Descripción general




LIFE GREEN SEWER
LIFE17/ENM/ES/000341

Innovative Secondary
Wastewater Treatment with
Resource Recovery



VII JORNADA BIOREACTORES 16 de mayo de 2019





Descripción General

Call: LIFE 2017

Programa: Medioambiente y Eficiencia de los Recursos.

Topic: “Projects aiming at developing technologies for drinking water and urban wastewater treatment systems, through the use of resource efficient processes for the provision of water services and onsite procedures and control processes to diminish or eliminate discharges of emerging pollutants and pathogens as part of wastewater treatment effluents.”

Coordinador: CETIM

Socios: COPASA, MAGTEL, SOCAMEX, UB

Presupuesto: 1.752.612 €

Contribución EU: 1.043.783 €

Inicio: 01/09/2018 **Fin:** 31/03/2021











VII JORNADA BIOREACTORES 16 de mayo de 2019



Objetivos



LIFE GREEN SEWER
LIFE17/ENM/ES/000341

Innovative Secondary
Wastewater Treatment with
Resource Recovery









VII JORNADA BIOREACTORES 16 de mayo de 2019





Objetivos

El objetivo del proyecto es el diseño, construcción y validación de un prototipo de 12 m³ / día para el tratamiento de dos tipos de corrientes residuales: efluente del tratamiento primario de la EDAR de Ares y efluente de lixiviados de un vertedero en Abruñeira.



Estación de tratamiento de
lixiviados- ABRUNHEIRA
SOCAMEX



EDAR de ARES
COPASA









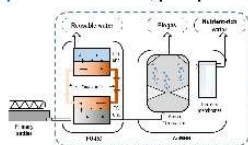
VII JORNADA BIOREACTORES 16 de mayo de 2019





LIFE GREEN SEWER Objetivos

El sistema LIFE Green Sewer está compuesto por dos etapas:

- Pre-concentración del efluente mediante una combinación de Ósmosis Directa-Ósmosis Inversa, con la *recuperación de agua de reutilización*.
- Tratamiento del efluente concentrado con un *biorreactor anaerobio de membranas de ultrafiltración*, con la *producción de biogás* y una *corriente enriquecida en nutrientes, principalmente N y P*.










LIFE GREEN SEWER Objetivos


Además contará con un sistema de monitorización y control:

- Optimizar los consumos energéticos.
- Minimizar las pérdidas de agua.
- Reducir y monitorizar la presencia de contaminantes emergentes y microorganismos patógenos.
- Registrar la cantidad de biogás generado.

Por último, se estimará el **impacto ambiental, económico y social** del nuevo proceso.





LIFE GREEN SEWER

LIFE GREEN SEWER
LIFE17/ENV/ES/000341

Resultados esperados

Innovative Secondary
Wastewater Treatment with
Resource Recovery





LIFE GREEN SEWER Resultados esperados



Consumo energético : 70% ↓



Costes: 30% ↓



Contaminantes emergentes y patógenos: 70% ↓





LIFE GREEN SEWER Resultados esperados

3.500 m³/año de agua | 80% aguas residuales tratadas

800 m³/año corriente rica en nutrientes

Reducción de contaminación atmosférica

VII JORNADA sobre BIO REACTORES Membrana Barcelona 16 de Mayo de 2019

LIFE GREEN SEWER Resultados esperados

Pérdidas de agua: 1%

Lodos generados: 60%

Guidelines
Guías para transferibilidad y reproductibilidad. Plan de negocio

VII JORNADA sobre BIO REACTORES Membrana Barcelona 16 de Mayo de 2019

LIFE GREEN SEWER Web

www.lifegreensewer.com

VII JORNADA sobre BIO REACTORES Membrana Barcelona 16 de Mayo de 2019

VII JORNADA sobre BIO REACTORES Membrana Barcelona 16 de Mayo de 2019

LIFE GREEN SEWER
www.lifegreensewer.com

¡Muchas gracias!!!

VII JORNADA sobre BIO REACTORES Membrana Barcelona 16 de Mayo de 2019



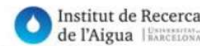
Sistemas de alto rendimiento basados en membranas con MOF e IPOSS como tecnologías de nueva generación de captura de CO₂.

M.E. Boerrigter, LEITAT.

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:





genesis

Sistemas de alto rendimiento basados en membranas con MOF e IPOSS como tecnologías de nueva generación de captura de CO₂

Marcel Boerrigter
LEITAT

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019199

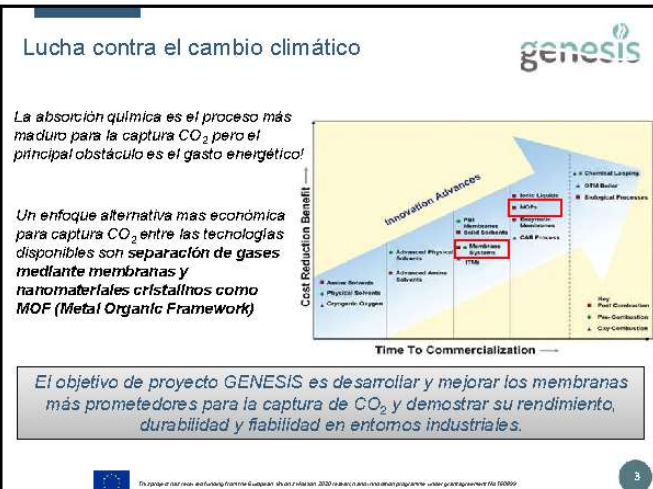


Nuevos estudios revelan posible aceleración del calentamiento atmosférico sobre lo previsto, agravando la problemática climática mundial.

Las emisiones de CO₂ aceleraron su crecimiento durante 2018

Niveles de CO₂ son los más altos de la historia

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019199



Lucha contra el cambio climático

La absorción química es el proceso más maduro para la captura CO₂ pero el principal obstáculo es el gasto energético!

Un enfoque alternativo más económica para captura CO₂ entre las tecnologías disponibles son separación de gases mediante membranas y nanomateriales cristalinos como MOF (Metal Organic Framework)

El objetivo de proyecto GENESIS es desarrollar y mejorar las membranas más prometedoras para la captura de CO₂ y demostrar su rendimiento, durabilidad y fiabilidad en entornos industriales.

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019199



La Unión Europea concentra gran parte de sus actividades de investigación e innovación en el Programa Horizonte 2020

High-performance materials for optimizing carbon dioxide capture

NMBP-20-2017

GRANT AGREEMENT: 760899

European Commission

HORIZON 2020

Scope: Promising material solutions for the next generation CO₂ capture technologies

GENESIS se basa en dos proyectos anteriores



Catalytic membrane Reactors based on New materials for C1-C4 valorization

(POSS polyPOSS) mixed hybrid organic-inorganic membranes consists of a network of alternating, covalently bonded imide and POSS groups.*

IPOSS-ceramic membrane
Proyecto: de 2011 hasta 2015



Energy efficient MOF-based Mixed Matrix Membranes for CO2 Capture

Develop and prototype Mixed Matrix Membranes based on highly engineered Metal organic frameworks and polymers (M4) that outperform current technology for CO2 Capture (CO2) in pre- and post-combustion

MOF-polymeric membrane
Proyecto: de 2014 hasta 2017

Proyectos basado en el uso de nanomateriales - POSS y MOF en combinación con membranas

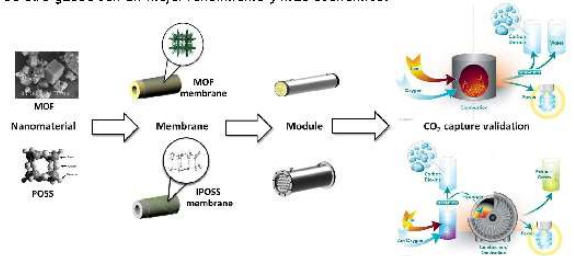



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019999

genesis - Tecnología de captura de CO₂ basada en membranas

Los materiales cristalinos porosos **Metal Organic Framework (MOF)** y **Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane (POSS)** actúan como filtros para gases, permitiendo el paso de unos u otros en función de su tamaño.

Combinado los materiales cristalinos con membranas permite separar el CO₂ de mezclas de otro gases con un mejor rendimiento y mas económico.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019999

Socios del proyecto




This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019999

Posibles rutas para captura CO₂

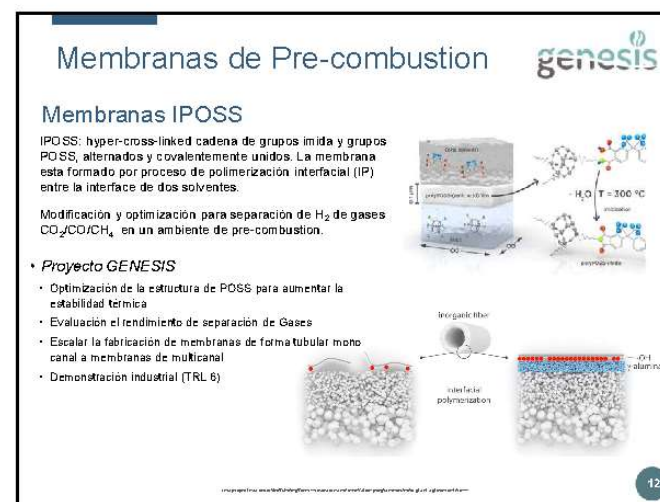
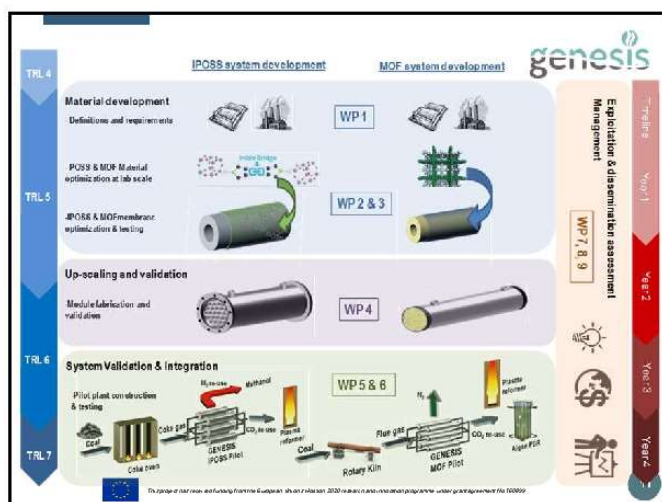
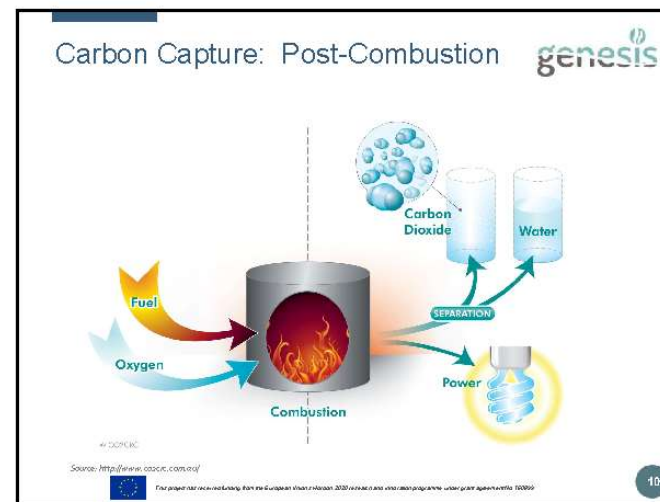
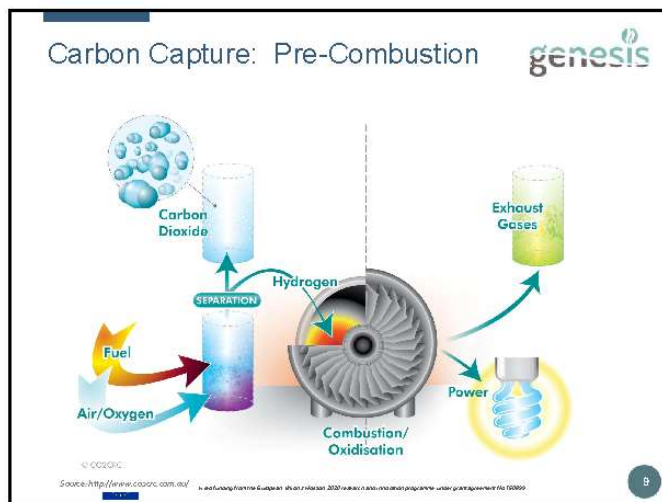
Carbon capture and storage (CCS) es un proceso que se utiliza para capturar el dióxido de carbono (CO₂) emitido mientras se produce energía o para fabricar acero o cemento.



Provided by the Global CCS Institute
Source: <http://www.ccscap.com/inf>

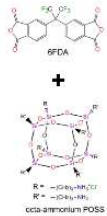


This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019999

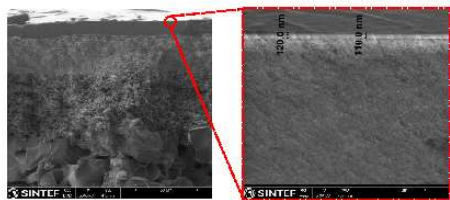


Membranas de Pre-combustion

Membranas IPOSS imagenes de SEM



6FDA
+
octa-aminomethyl POSS



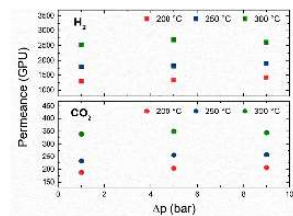
IPOSS Thin-film

13

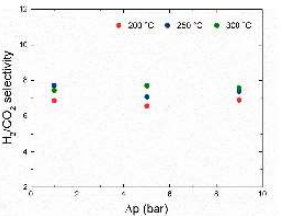
Membranas de Pre-combustion

Separación de gases

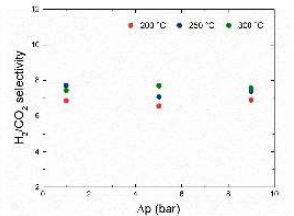
• Single gas measurements



H₂



CO₂



H₂/CO₂ selectivity

14

Membranas de Post-combustion

Membranas compositas de MOF

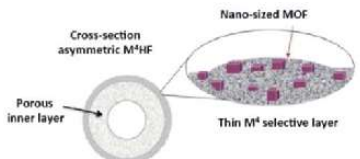
Membranas: Consta de fases de polimero organico y particulas inorganicas. La adaptación de la estructura del polimero mejora las propiedades de separación logrando una mayor selectividad y permeabilidad.

• **Proyecto GENESIS**

- Optimización de MOF y membrana con MOF (tamaño MOF, dispersión)
- Evaluación del rendimiento de separación de Gases
- Escalar la fabricación de membranas hasta módulos
- Demostración industrial (TRL6)

MOF selection

- ZIF-8
- UiO-66
- CPO-27
- MIL-125
- TIFSIX
- ZIF -67




15


Membranas de Post-combustion

Concepto Multicapa


Porous support
(100-150 μm)

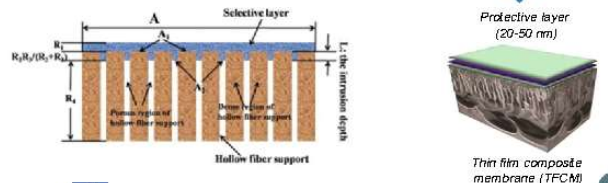


Gufler layer
(50-100 nm)



Selective layer
(100-300 nm)





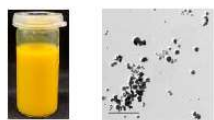
Thin film composite membrane (TFCM)

16


Membranas de Post-combustion

Capa selectiva: MOF – PEBAX films

(MIL 125: 100-200 nm)

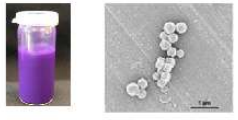


Suspensión SEM




membrana



(ZIF 67: ±500 nm)



Suspensión SEM



membrana

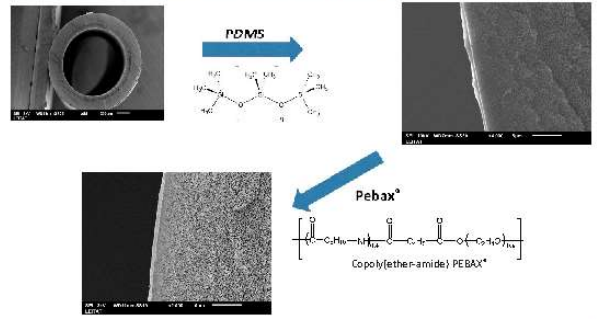



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019999

17

Membranas de Post-combustion

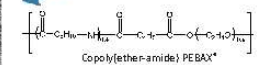

Membranas MOF: imagenes de SEM



PDMS

Pebax[®]

Copoly(ether-amide) PEBAX[®]

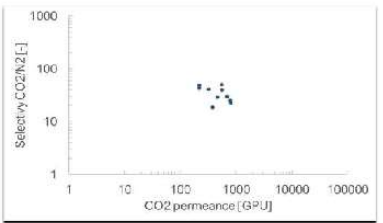
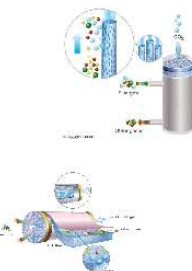




This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019999

18

Membranas de Post-combustion

Separación de gases

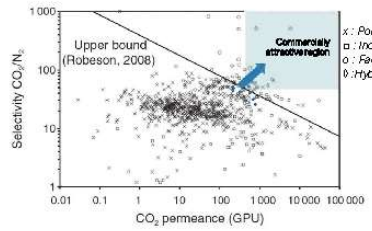




This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019999

19

Membranas de Post-combustion



Separación de gases



Upper bound (Robeson, 2008)

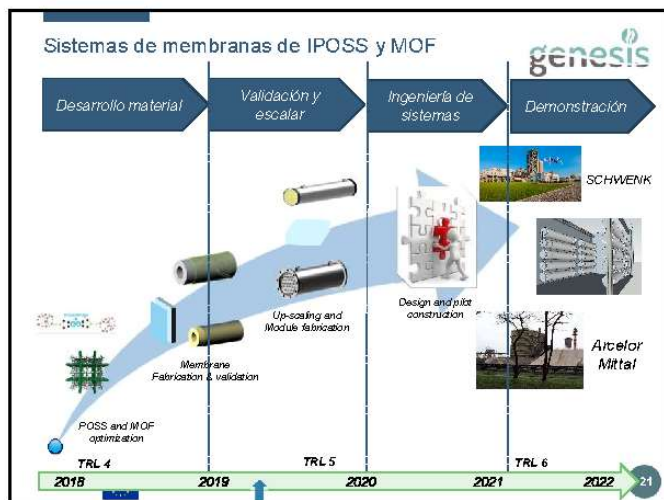
Comercially attractive region

- x: Polymers
- a: Inorganic
- o: Facilitated transport
- b: Hybrid organic-inorganic

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019999

20



Demostración planta piloto (12 meses)

Demo id.	Ubicación	País	Inlet	Separación	Socios
1	Gent	Belgium	BF flue gas	CO ₂ /N ₂ /CO	Yodfat, Arcelor Mittal
2	Gent	Belgium	Coler gas	CO ₂ /H ₂	Yodfat, Arcelor Mittal
3	Brodnis	Latvia	Klin Flue Gas	CO ₂ /N ₂ (80% recovery)	Yodfat, SCHWENK

22





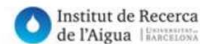
Aplicación de osmosis directa para recuperar bioproductos de alto valor añadido obtenidos por fermentación anaerobia.

J. García-Aguirre, CEIT

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



ceit DTU


Towards the Recovery of valuable chemicals through Forward Osmosis (FO)

Jon Garcia-Aguirre
Ioannis Fotidis, Merlín Alvarado-Morales, Irini Angelidaki*

16-05-2019



DTU Environment
Department of Environmental Engineering



ceit DTU


Overview

1. Ceit-IK4
2. Introduction
3. Objective
4. Material and Methods
5. Results and Discussion
6. Conclusions

2 DTU Environment, Technical University of Denmark

ceit DTU

Ceit-IK4



ceit
IK4 Research Alliance

3 DTU Environment, Technical University of Denmark

ceit DTU

Ceit-IK4

► Ceit is an independent, private, non-profit² RTO (Research and Technology Organization)

- Created in 1962 by the University of Navarra
- Associated with the University
- Supported by the Basque Government as part of the Basque network of Science, Technology and Innovation

► Ceit's mission is to serve society and industry by

- developing research projects
- training young researchers

4 DTU Environment, Technical University of Denmark

Overview ceit DTU


1. Ceit-IK4
- 2. Introduction**
3. Objective
4. Material and Methods
5. Results and Discussion
6. Conclusions

5 DTU Environment, Technical University of Denmark

Introduction ceit DTU

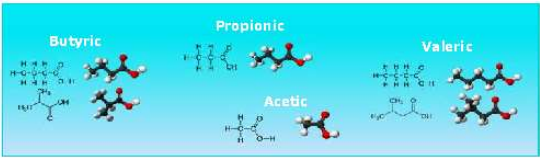
ANAEROBIC DIGESTION

- o Mature technology
- o Biogas market
- o Legislation



BIOREFINERY

- o VFA production
- o Experimental phase
- o Application (Pure form & mixtures)



6 DTU Environment, Technical University of Denmark

Introduction ceit DTU

VFA market

Carboxylic acids	Chemical formula	Market size (tonnes/year)	Price per tonne (USD, \$)
Formic	HCOOH	30,000	800-1,200
Acetic	CH ₃ COOH	3,500,000	400-800
Propionic	CH ₃ CH ₂ COOH	180,000	1,500-1,650
Butyric	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	30,000	2,000-2,500
Caproic	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	25,000	2,250-2,500

Chemical



Biofuels



Biomaterials



WWTP



Animal Feed



7 DTU Environment, Technical University of Denmark

Introduction ceit DTU

Methodology

Industrial wastewater


Paper
Meat
Winery
Biodiesel


Sludge
Solid waste

Dairy
Slaughterhouse
WWTP
OFMSW

Laboratory scale


- Acidogenic potential
- pH: acid & alkaline
- T: 35°C y 55°C





Pilot scale

- Batch and continuous
- Mono fermentation
- Co-fermentación



8 DTU Environment, Technical University of Denmark

Motivation of the stay ceit DTU

9 DTU Environment, Technical University of Denmark

Motivation of the stay ceit DTU

Anaerobic fermentation

Raw waste → Soluble fraction → Valuable bioproducts

10 DTU Environment, Technical University of Denmark

Motivation of the stay ceit DTU

Downstream options

Solvent extraction Distillation Membrane technologies

Electrodialysis

FORWARD OSMOSIS?

11 DTU Environment, Technical University of Denmark

Motivation of the stay ceit DTU

FORWARD OSMOSIS (FO)


Advantages

- ✓ Low energy requirement
- ✓ Lower fouling propensity
- ✓ Higher water recovery

$P_1 < P_2$


Driving force = ΔP osmotic pressure

12 DTU Environment, Technical University of Denmark


Overview 


1. Ceit-IK4
2. Introduction
- 3. Objective**
4. Material and Methods
5. Results and Discussion
6. Conclusions


13 DTU Environment, Technical University of Denmark


Objective 


1. Application of FO technology with Synthetic mixtures

CC(O)C(=O)O

 Lactic acid


OC(CC(=O)O)C(=O)O

 Succinic acid


CC(=O)O

 Acetic acid

CCO

 Ethanol




pH 3
pH 7



 Flat sheet



 Hollow fibre

14 DTU Environment, Technical University of Denmark

Objective 


2. Application of FO with real fermentation broths


 Macroalgae
 ↓
1. Succinic Acid broth


 Biopulp
 ↓
 Enzymatic hydrolysis + Fermentation
 ↓
2. Lactic acid broth

↓
 Fermentation
 ↓
3. Ethanol broth

15 DTU Environment, Technical University of Denmark

Overview 

1. Ceit-IK4
2. Introduction
3. Objective
- 4. Material and Methods**
5. Results and Discussion
6. Conclusions

16 DTU Environment, Technical University of Denmark

Material and Methods ceit DTU

Synthetic FO experiments

Membrane Characteristics		
	Flat sheet	Hollow fibre
Membrane area	0.014 m ²	0.3 m ²
Company	FTSH20	Aquaporin

Draw solution

Feed: 20 g/L

Mass transfer

Weight change measurement (Feed)

17 DTU Environment, Technical University of Denmark

Material and Methods ceit DTU

Fermentation tests

Inoculation of *Lactobacillus Delbrueckii*

Number of tests: 3

Substrates:

- Diluted biopulp 1:1 (ethanol production)
- Hydrolyzed biopulp (lactic acid prod.)

Soluble fraction for FO tests

18 DTU Environment, Technical University of Denmark

Material and Methods ceit DTU

Real broth FO tests

Feed solution (1L)

- Lactic Acid broth
- Succinic Acid broth
- Ethanol broth

Process conditions

- Room T
- No pH adjustment
- Draw solution (4L):
 - NaCl 1.5 M
 - NaCl 5 M
- Duration: 1h

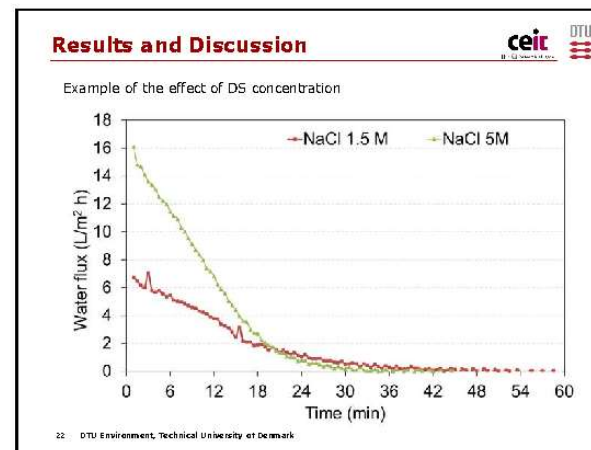
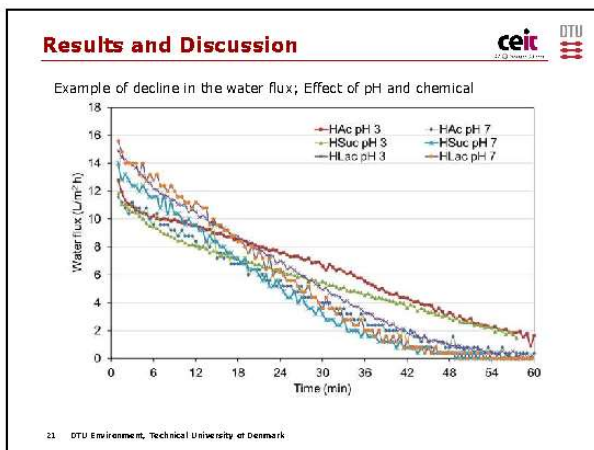
- Water flux L/m² h
- Conductivity change: mS/cm
- Osmotic Pressure change: mOsmol/kg
- Composition: HPLC, VFA (Feed, DS)

19 DTU Environment, Technical University of Denmark

Overview ceit DTU

- Ceit-IK4
- Introduction
- Objective
- Material and Methods
- Results and Discussion**
- Conclusions

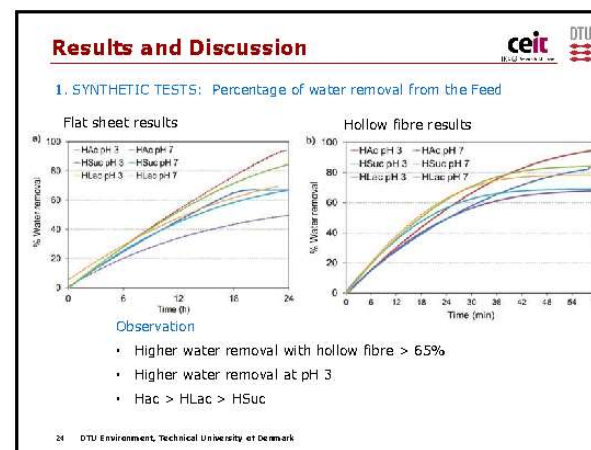
20 DTU Environment, Technical University of Denmark

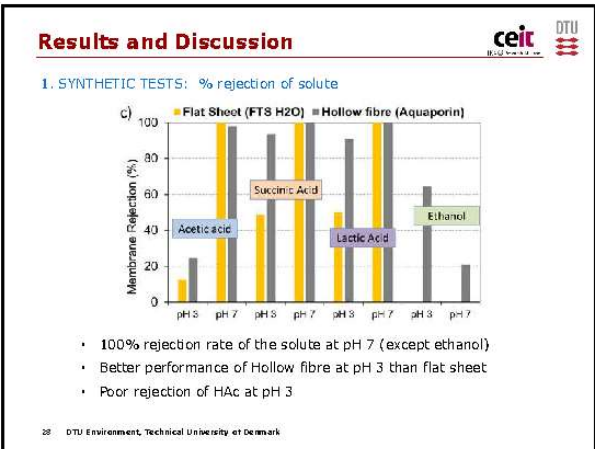
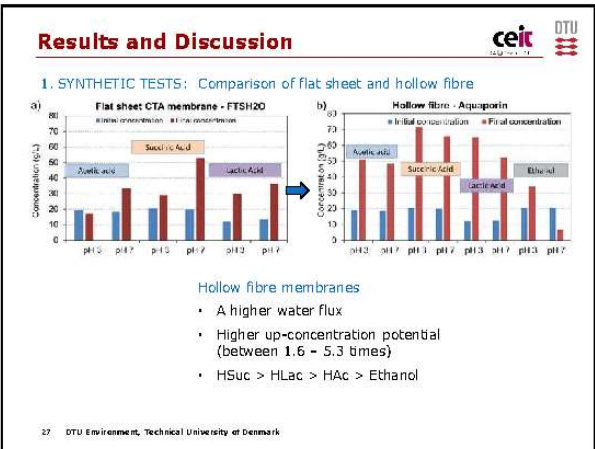
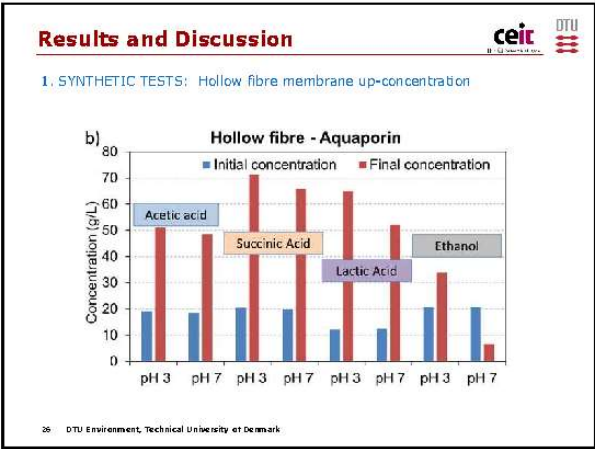
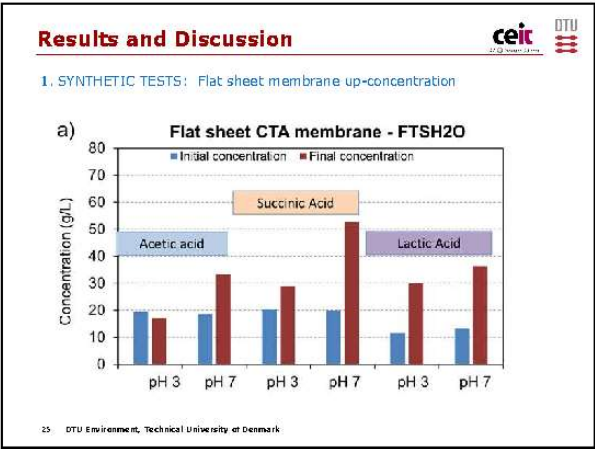



Results and Discussion ceit DTU

1. FO SYNTHETIC TESTS RESULTS


23 DTU Environment, Technical University of Denmark






Results and Discussion 

1. SYNTHETIC TESTS: best result for Succinic Acid




320 mL of a saturated solution of Succinic Acid


29 DTU Environment, Technical University of Denmark

Results and Discussion 

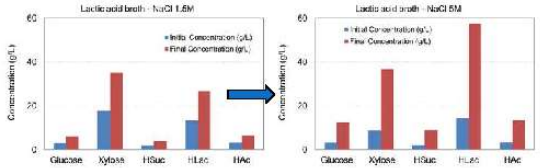
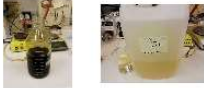
2. FO test results with real fermentation broths



30 DTU Environment, Technical University of Denmark


Results and Discussion 

2. Real Fermentation broths: a) Lactic acid broth, pH = 5.90

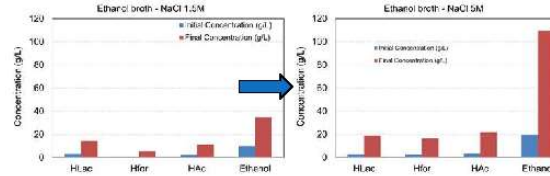




57.7 g/L of Lactic Acid
Membrane rejection = 100%

31 DTU Environment, Technical University of Denmark

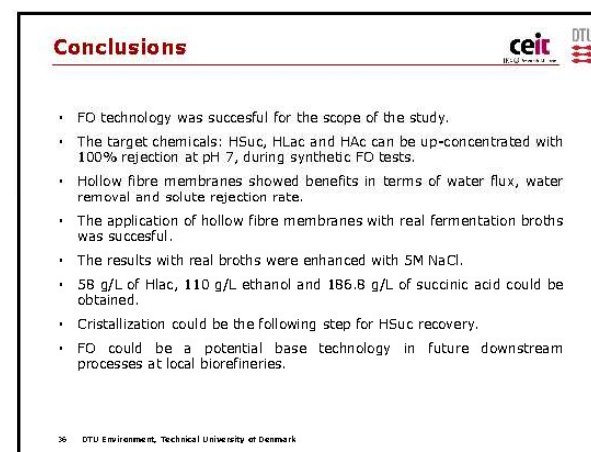
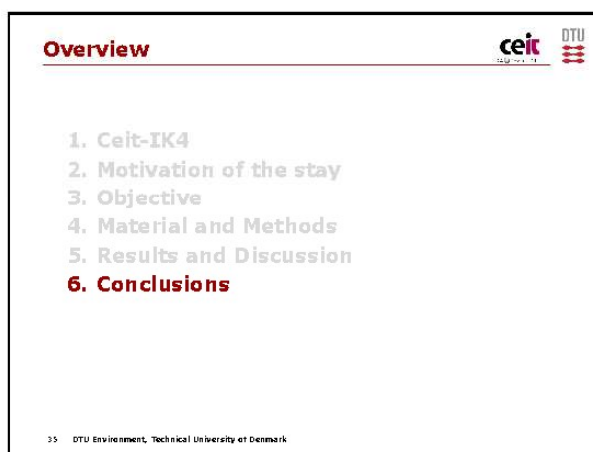
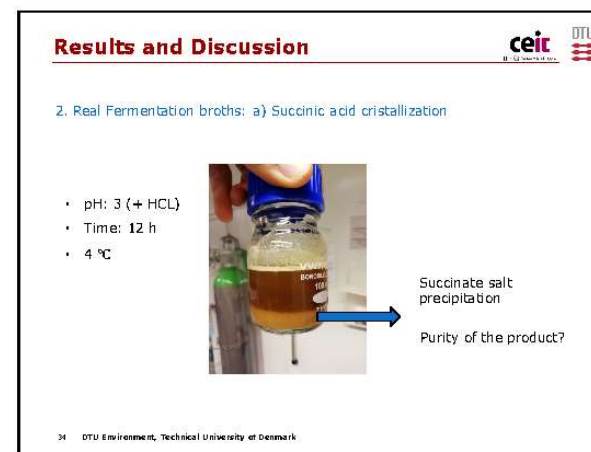
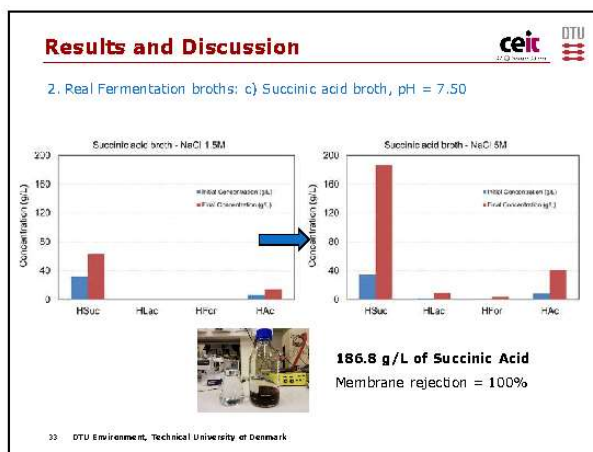
Results and Discussion 

2. Real Fermentation broths: b) Ethanol broth, pH = 7.10

109.6 g/L of Ethanol
Membrane rejection = 100%

32 DTU Environment, Technical University of Denmark



16/05/2019

ceit DTU
Center for Environmental and Climate Engineering

Thank you!!!

jgaguire@ceit.es

DTU Environment
Department of Environmental Engineering

H_2O , O_2 , H_2O , Δ , ∞ , \int , $\frac{\sqrt{17}}{2}$, δ , c , \sum , x , $!$



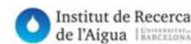
Evaluación de la ósmosis directa para el regadío y la reutilización sostenible del agua en regiones turísticas mediterráneas.

E. Mendoza, ICRA

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



EVALUACIÓN DE LA ÓSMOSIS DIRECTA PARA EL REGADÍO Y LA REUTILIZACIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA EN REGIONES TURÍSTICAS MEDITERRÁNEAS


Esther Mendoza
G. Blandin, J. Comas, G. Buttigieg



VII Jornada Biorreactores de Membrana. BRM 2019
16 mayo 2019
ICRA-Institut Català de Recerca de l'Aigua



Contenidos



- Marco del estudio: proyecto CLEaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - Tecnologías
 - La idea
 - *FO-fertirrigación*
 - **Objetivo de la investigación**
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones y próximos pasos

2

CLEaN-TOUR



Economía circular para facilitar la reutilización del agua urbana en una ciudad turística

- Turismo en el Mediterráneo
 - Uso intensivo de agua
 - Escasez
 - **Reutilización**
 - ¿Separación de aguas?
 - ¿Escenarios descentralizados?
 - ¿Reutilización segura?



Convocatona 2017: *Projectos RETOS*, agencia estatal de investigación



CLEaN-TOUR. Objetivos



- **Demostrar la reutilización segura del agua gris para el riego y otros usos**
 - Hacia una economía circular en las regiones turísticas
- **Aplicación de tecnologías innovadoras**
 - Tecnologías de membrana
 - Humedales artificiales
- **Evaluación de los riesgos potenciales de la reutilización del agua**
 - **Microcontaminantes**
 - **Metales pesados**
 - **Patógenos**



4


Contenidos




- Marco del estudio: proyecto CLEaN-TOUR
 - **Piloto: Hotel Samba**
 - Tecnologías
 - La idea
 - FO-fertirrigación
 - Objetivo de la investigación
 - Metodología
 - Resultados
 - Conclusiones y próximos pasos

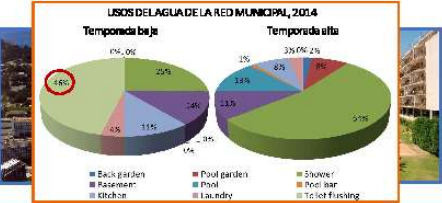
5

Hotel Samba



- Lloret de Mar
- Resort con 441 habitaciones
- Reutilización de agua gris
 - 13500-15000 m³/año
 - Cisternas






USOS DEL AGUA DE LA RED MUNICIPAL, 2014

Temporada baja	Temporada alta
Back garden: 1%	Shower: 1%
Rasemen: 25%	Pool: 33%
Abcibon: 4%	Pool bar: 2%
Pool garden: 1%	Laundry: 14%
Pool: 35%	Toilet flushing: 5%

6


Contenidos




- Marco del estudio: proyecto CLEaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - **Tecnologías**
 - La idea
 - FO-fertirrigación
 - Objetivo de la investigación
 - Metodología
 - Resultados
 - Conclusiones y próximos pasos


7

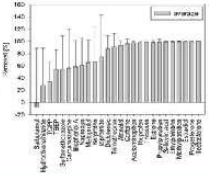
Sistema hidropónico



- **vertECO** (AR 516363)
 - Plantas ornamentales
 - Arcilla expandida
 - Hasta 2 m³/día; 4 m³/m²
 - Alta eliminación de hormonas y medicamentos






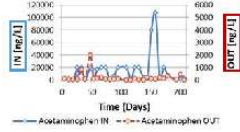


8

Biorreactor de membrana

ICRA

- MBR con UF, fibras huecas
 - ZW10, General Electric
 - 0.93 m²; 0.04 μm tamaño de poro
 - 1 m³/día
- Alta eliminación de hormonas y medicamentos

Time [Days]

Acetaminophen IN Acetaminophen OUT

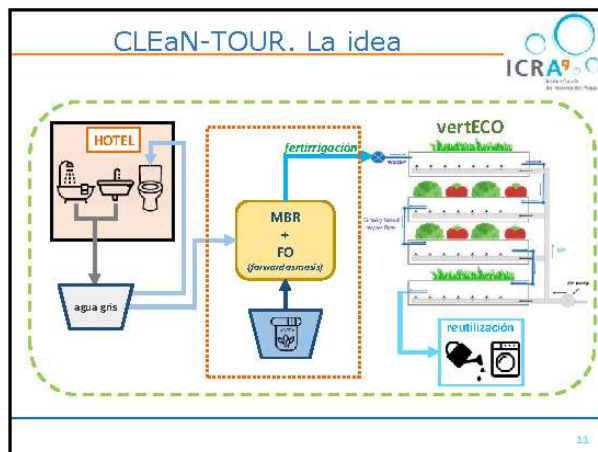
9

Contenidos

ICRA

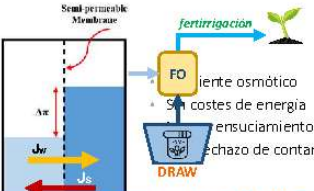
- Marco del estudio: proyecto CLEaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - Tecnologías
 - **La idea**
 - FO-fertirrigación
 - **Objetivo de la Investigación**
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones y próximos pasos

10



FO-fertirrigación

ICRA



Semi permeable Membrane

fertirrigación

fuente osmótica

• Sin costes de energía

• ensuciamiento

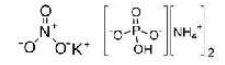
• rechazo de contaminantes

DRAW

Solución de nutrientes (feed)

Solución extractora (draw)

- Baja concentración de sales
 - **Agua gris**
 - Duchas y lavabos
- Alta concentración de sales
 - **Solución de fertilizantes**
 - Nitrato potásico
 - Fosfato de diamonio



12

Objetivo de la investigación



El objetivo principal de esta investigación es obtener las condiciones óptimas en el sistema FO-fertirrigación

- **Mayor Jw**
 - Feed → draw
- **Menor Js**
 - Draw → feed
 - Pérdida de fertilizantes
 - Disminución de gradiente osmótico
- **Dilución apropiada del draw**

12

Contenidos



- Marco del estudio: proyecto CLEaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - Tecnologías
 - La idea
 - FO-fertirrigación
 - Objetivo de la Investigación
- **Metodología**
- Resultados
- Conclusiones y próximos pasos

13

Metodología



- Feed: agua desionizada, DI (*agua gris*)
- Draw
 - NaCl
 - KNO₃
 - (NH₄)₂HPO₄
- Aquaporin HFFO2: fibra hueca, 2,3 m²



14

Contenidos



- Marco del estudio: proyecto CLEaN-TOUR
 - Piloto: Hotel Samba
 - Tecnologías
 - La idea
 - FO-fertirrigación
 - Objetivo de la Investigación
- Metodología
- **Resultados**
- Conclusiones y próximos pasos

15

1. Evaluación del sistema

ICRA INSTITUTO COSTARRICENSE DE INVESTIGACIÓN EN AGROPECUARIO

- Feed: DI, 10 L
- Draw: NaCl, 35 g/L, 10 L
- Vertical vs horizontal
- Co-corriente vs contra-corriente

→ Mejor configuración: mayor Jw

16

2. Fertilizantes

ICRA INSTITUTO COSTARRICENSE DE INVESTIGACIÓN EN AGROPECUARIO

- Feed: DI, 10 L
- Draw, 10 L
- KNO_3
- $(NH_4)_2HPO_4$
- MIX

0.05 M → Mejor opción: mayor Jw menor Js

17

3. Iones

ICRA INSTITUTO COSTARRICENSE DE INVESTIGACIÓN EN AGROPECUARIO

- Feed: agua gris sintética, 7 L
- Draw: MIX, 0.05 M, 0.7 L
- Aquaporin HFFO.6
- Vertical, co-current

BALANZ DE MASA	
dilución del draw	% Js (draw → feed)
K^+	11.7
NH_4^+	13.3
NO_3^-	17.1
PO_4^{3-}	10.1

18


Contenidos


ICRA INSTITUTO COSTARRICENSE DE INVESTIGACIÓN EN AGROPECUARIO

- Marco del estudio: proyecto CLEaN-TOUR
- Piloto: Hotel Samba
- Tecnologías
- La idea
 - FO-fertilización
 - Objetivo de la investigación
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones y próximos pasos


19

Conclusiones





1. Variación de J_w en función de la configuración
2. Diferencias de J_w y J_s entre sales por separado y juntas
3. Diferencias entre el comportamiento de iones
 - Interacción con la membrana
 - Tamaño
 - Carga
 - Pérdida de >17% de N, K
 - No hay pérdida de P



- ¿Factibilidad del sistema FO-fertirrigación?

20

Próximos pasos





- Estudio más detallado de los iones
 - ¿Ratio NPK apropiado?
 - ¿Otras sales?
- Agua gris real

Implementación del sistema MBR-FO-hidropónico

- Eliminación contaminantes
- Riego de plantas comestibles
- Reutilización






20

Gracias por su atención



emendoza@icra.cat
<http://clean-tour-000webhostapp.com/>

Los autores agradecen el apoyo del Departamento de Economía y Conocimiento del Gobierno de España a través de un Grupo de Investigación Consolidado ICRA-BEAG-2017 SGR 1319, el proyecto CLEAN-TOUR (ICTM2017-85385-C2-1-R) del Ministerio de Economía y Competitividad de España y al apoyo recibido otorgado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).









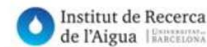

La electrocoagulación como alternativa para la disminución del ensuciamiento de la membrana.

K. Mora, Universidad de Alicante

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



VII JORNADA sobre BIOREACTORES de MEMBRANA Barcelona 16 de Mayo de 2019 UNIVERSITAT DE BARCELONA

Universitat d'Alacant Universidad de Alicante

La electrocoagulación, una alternativa para la disminución del ensuciamiento de la membrana.

Instituto Universitario del Agua y las ciencias Ambientales (IUACA), Universidad de Alicante
 Karen Viviana Mora Cabrera*, Daniel Prats Rico, Arturo Trapote Kume
 * karen.mora@ua.es

IUACA INSTITUTO UNIVERSITARIO DEL AGUA Y LAS CIENCIAS AMBIENTALES

Índice

- Biorreactor de membrana
- Problemática
- Objetivos
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones

Biorreactores de Membrana (MBR)

- ❖ La tecnología de Biorreactor de Membrana (MBR) se puede definir como la combinación de dos procesos, degradación biológica y separación por membrana.
- ❖ Este sistema ha mejorado la producción de efluentes de alta calidad, disminuyendo el coste y la necesidad de terreno para ser implementado, razón por la cual la utilización de esta tecnología está en auge creciente.

Biorreactores con membranas sumergidas (De Igado 2015)

Problemática

Evolución de las publicaciones sobre el ensuciamiento de membranas en la operación del MBR

Año	Número de publicaciones
1987	0
1992	0
1997	0
2002	10
2007	100
2012	200
2017	250

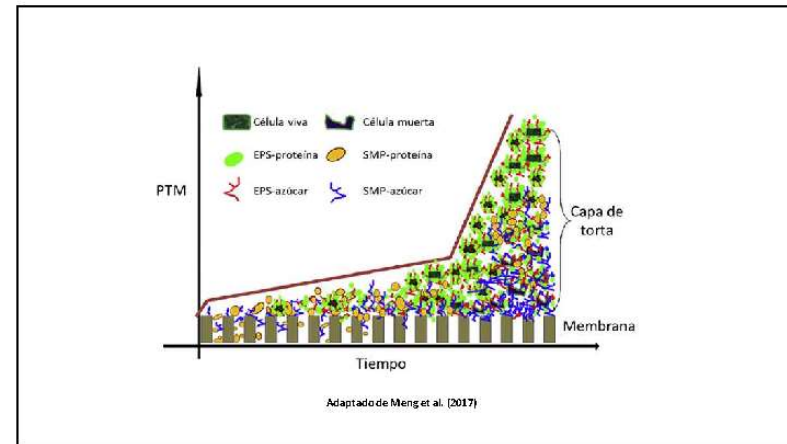
Fuente: Scopus, subject article title, abstract, keywords; palabras clave: ("membrane fouling" OR "fouling" AND "MBR" OR "membrane bioreactors"). Fecha: 08.10.18 (Lynx et al 2018)

Tipos de ensuciamiento

Ensuciamiento de la membrana por: (a) obstrucción de los poros (b) formación de una capa de lodo superficial (Meng et al. 2009a)

Los tres mecanismos principales responsables por el ensuciamiento de la membrana son:

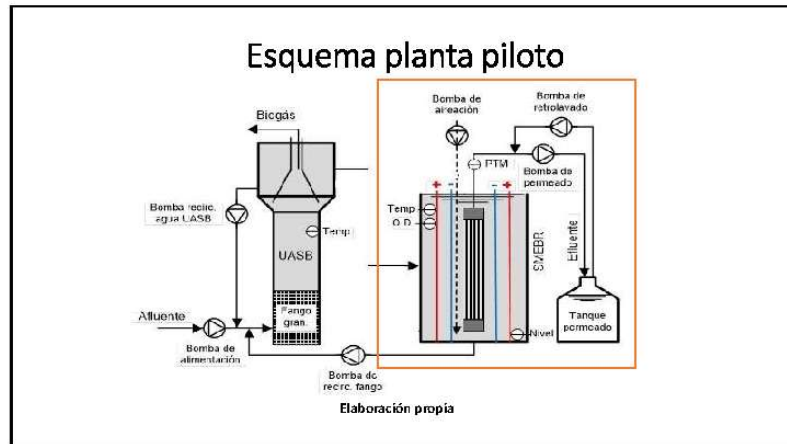
- Que se atribuye a **estrechamiento del poro**, la sorción de sustancias solubles y micro-coloidales que tienen un tamaño mucho más pequeño que el tamaño del poro de la membrana.
- **Obstrucción de poros** debido a la deposición de partículas que tienen un tamaño similar al del poro.
- **Formación de capas de torta** en la superficie de la membrana debido a la deposición de sustancias (Metcalf & Eddy 2003).



OBJETIVOS

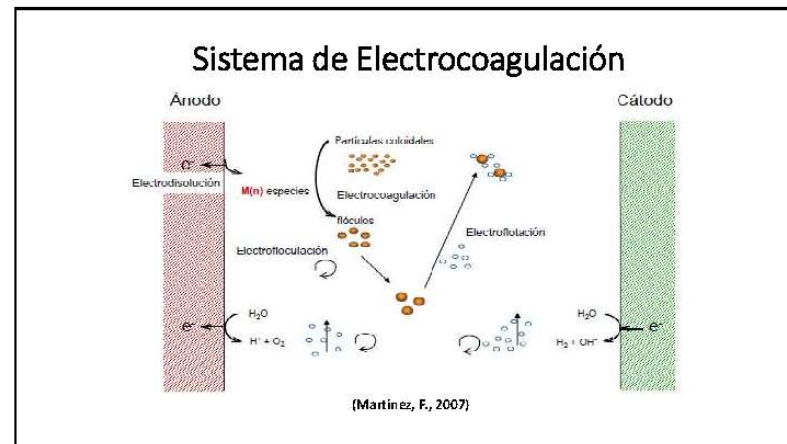
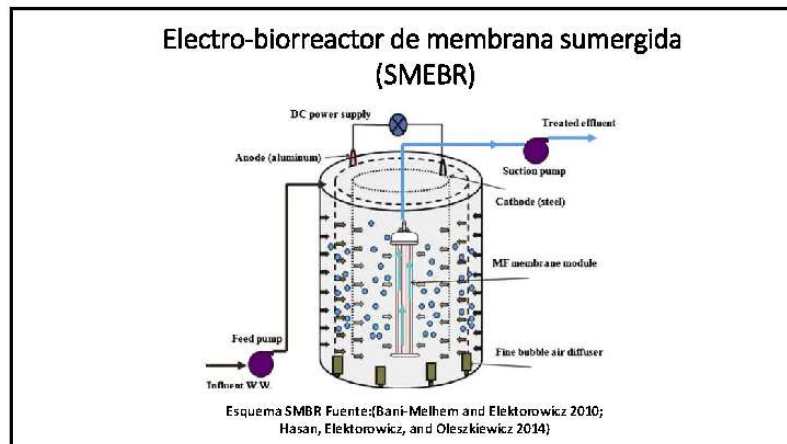
- Influencia de la electrocoagulación en el ensuciamiento de la membrana
 - Estudio de las Sustancias Poliméricas Extracelulares (EPS)
- Verificar el efecto de la densidad de corriente en la calidad del efluente:
 - Estudiar los rendimientos en cuanto a eliminación de materia orgánica.
 - Estudiar los rendimientos en cuanto al potencial de reducción de nutrientes (nitrógeno total, amonio y fósforo total).

Materiales y Métodos



Planta híbrida

- Membrana de Ultrafiltración (0.03 μm)
- Tipo Fibra hueca
- Área de filtración: 0.5 (m^2)
- Permeabilidad: 21 $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{bar}$
- Flujo: 5.6 $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
- Ciclos: 10min/ 1min
- Ánodo: aluminio
- Cátodo: Acero inoxidable
- Electro-coagulación: ON/OFF 5min/10min



Experimentación







La primera fase de experimentación se realizó operando MBR convencional sin electrocoagulación.

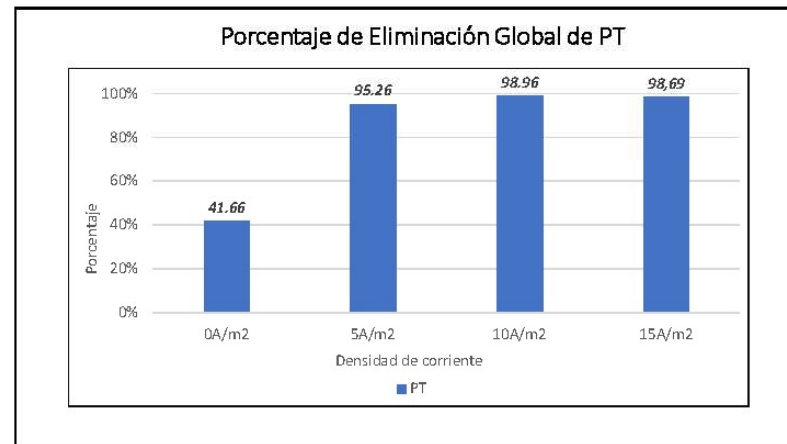
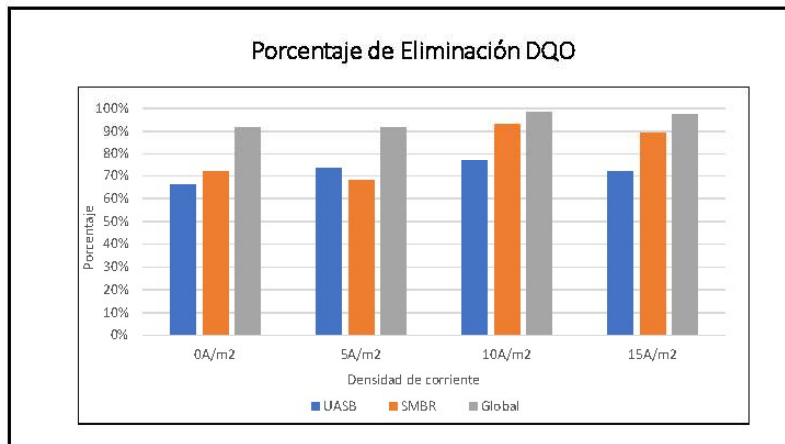
Se realizó experimentación con densidades de corriente de 5A/m², 10A/m² y 15A/m²

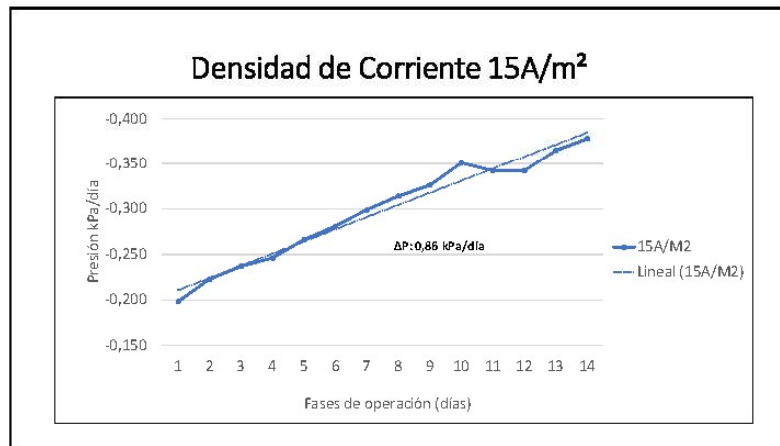
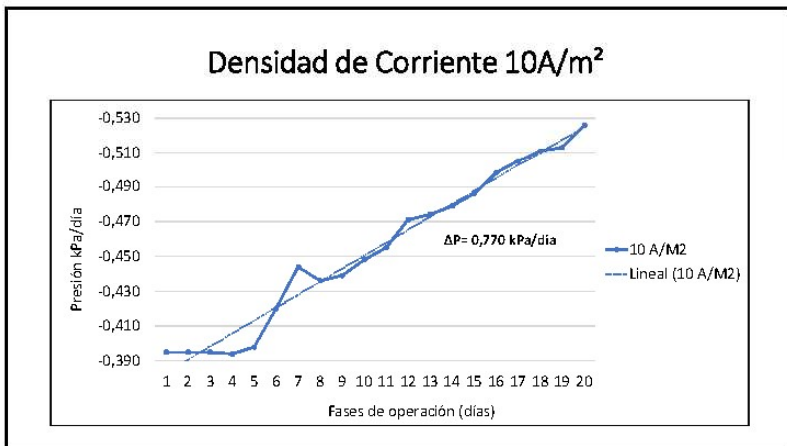
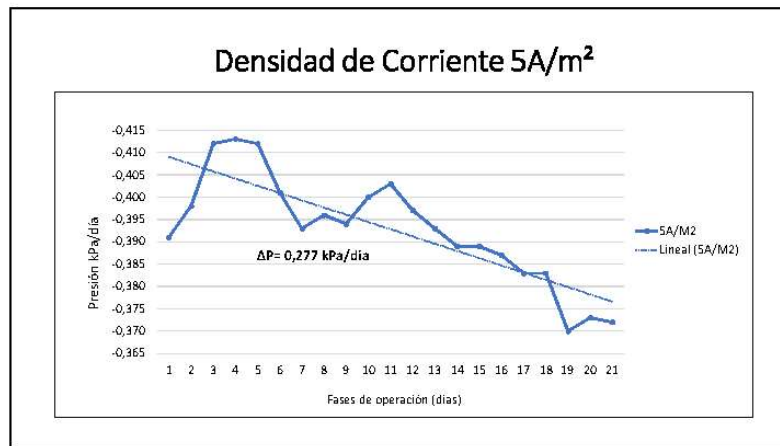
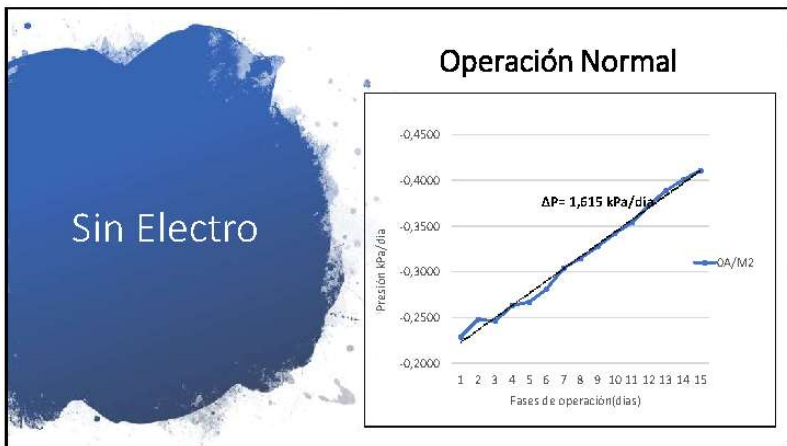
Se realizaron análisis de nutrientes (NT, PT, NH₄) y materia orgánica (DQO)

Medición de EPS totales

Control de parámetros operacionales (pH, conductividad, Potencial, SST, SSV)

Resultados





Sustancias Poliméricas Extracelulares (SPE)

Densidad de corriente	EPS SOLUBLE (mg/L)	% de remoción frente a 0A/m ² (solubles)
0 A/m ²	113,39	
5 A/m ²	110,85	2,243
10 A/m ²	26,39	76,730
15 A/m ²	44,86	60,435

Conclusiones

- Se observa que estas densidades de corriente ayudan a la disminución del ensuciamiento de la membrana, reduciendo la presión transmembrana en un 82.8% con una densidad de corriente de 5A/m²; 52,2 y 46,75% con una densidad de 10 y 15 A/m² respectivamente.

- Así mismo, se logra la remoción de DQO, Amonio y NT, en un 98%, 76% y 30% respectivamente en el sistema global.

Conclusiones

- Se observó que la densidad de corriente de 10A/m² es la más favorable para la disminución de las EPS solubles, carbohidratos y proteínas, aproximadamente en un 76% teniendo en cuenta que estas son las encargadas del ensuciamiento de la membrana.
- Los rendimientos de eliminación de fósforo en el sistema SMEBR lograron incrementarse hasta un 98% en comparación al MBR, demostrando que la tecnología SMEBR fue altamente eficiente en la eliminación de este nutriente.

Agradecimientos

Esta investigación forma parte del proyecto del Ministerio de Economía y Competitividad "Eliminación de contaminantes emergentes mediante procesos anaerobios y aerobios en serie y tratamientos complementarios: sistema combinado UASB +SMEBR + O3/AC", ref. CTM2016-76910-R, del Instituto del Agua y las Ciencias Ambientales (IUACA) de la Universidad de Alicante. Adicionalmente esta investigación está siendo parcialmente financiada por la Generalitat Valenciana a través de una ayuda Santiago Grisolia, ref. GRISOLIAP/2017/173.




Universitat d'Alicant
Universidad de Alicante

**La electrocoagulación, una
alternativa para la disminución del
ensuciamiento de la membrana.**

Instituto Universitario del Agua y las ciencias Ambientales (IUACA), Universidad
de Alicante

Karen Viviana Mora Cabrera, Daniel Prats Rico, Arturo Trapote Jaume*

**karen.mora@ua.es*

IUACA
INSTITUTO UNIVERSITARIO DEL AGUA
Y LAS CIENCIAS AMBIENTALES

MyBRM'2019

Barcelona 16 Mayo 2019

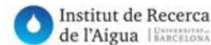
Limpieza y autopsia de membranas de ultrafiltración utilizadas para la reutilización de aguas Residuales.

E. Cortada, ADIQUIMICA

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:





LIMPIEZA Y AUTOPSIA DE MEMBRANAS DE ULTRAFILTRACIÓN UTILIZADAS PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Eduard Cortada
Barcelona, 16 de Mayo de 2019

adiquímica
Investigación y desarrollo de tecnologías para la depuración y reutilización del agua



ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN



adiquímica

TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL CON SISTEMAS DE MEMBRANA

- Creciente necesidad de agua y déficit actual de recurso → **REUTILIZACIÓN**
- Fuente alternativa de recurso → **AGUA REGENERADA**

↓

Agua residual depurada sometida a un proceso adicional o complementario que permite adecuar la calidad al uso que se destina (RD 1620/2007 de 7 de Diciembre).

↓

ESTACIONES REGENERADORAS DE AGUA (ERA)

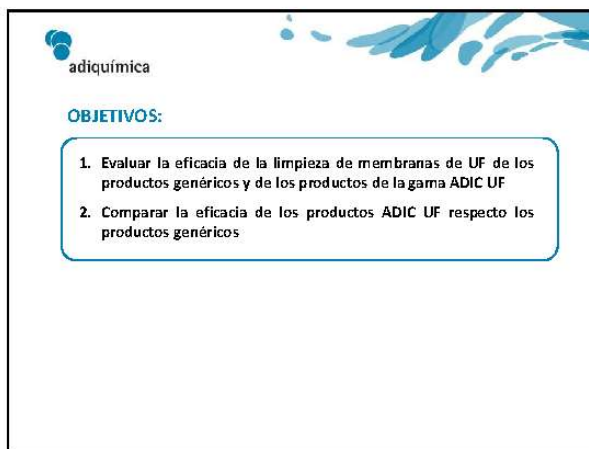
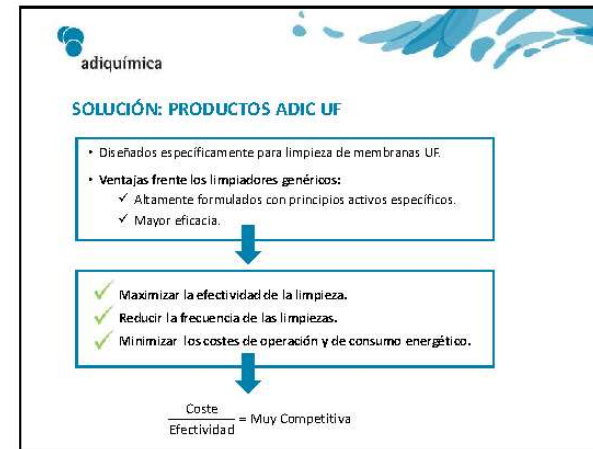
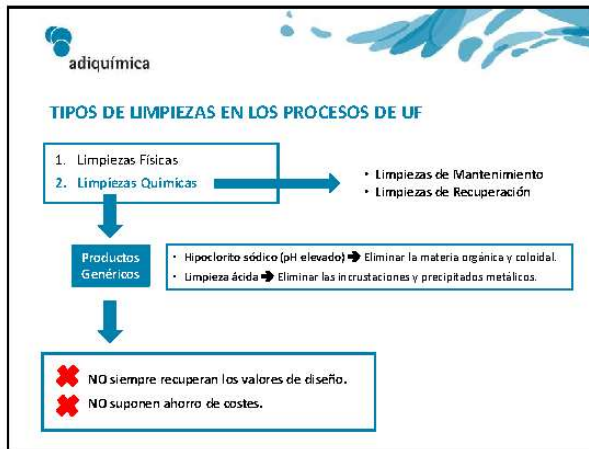


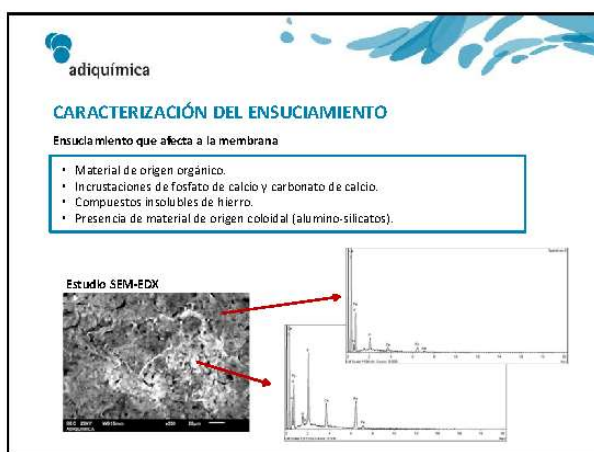
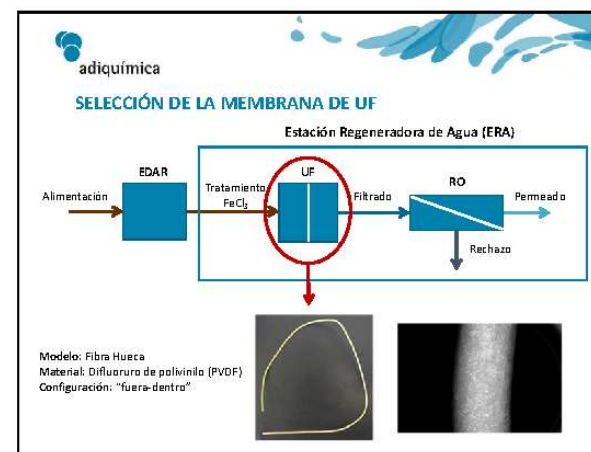
adiquímica

ESTACIONES REGENERADORAS DE AGUA (ERA)

BIOREACTOR DE MEMBRANA (MBR)	ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUA RESIDUAL (EDAR)
+	+
OSMOSIS INVERSA (RO)	ULTRAFILTRACIÓN (UF) + OSMOSIS INVERSA (RO)



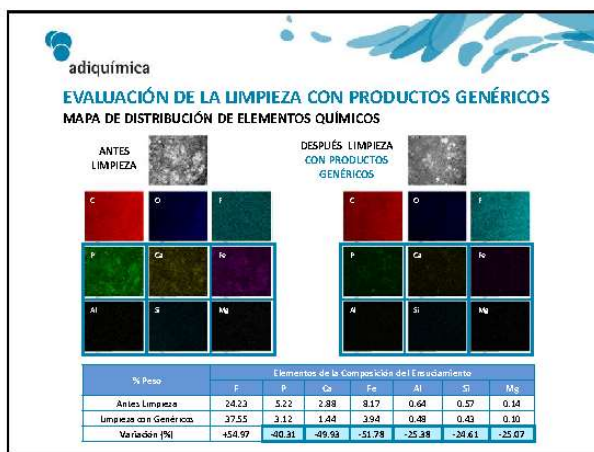
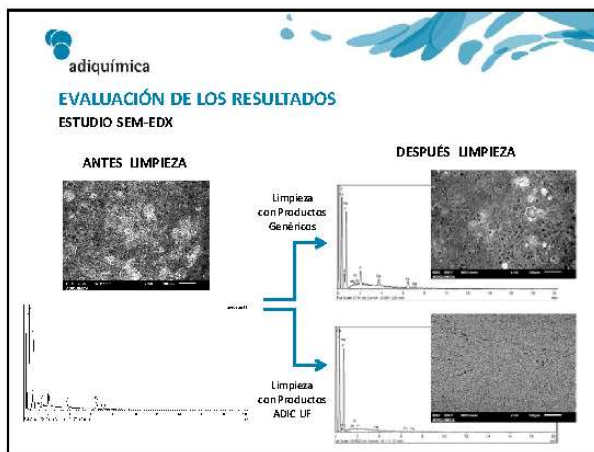


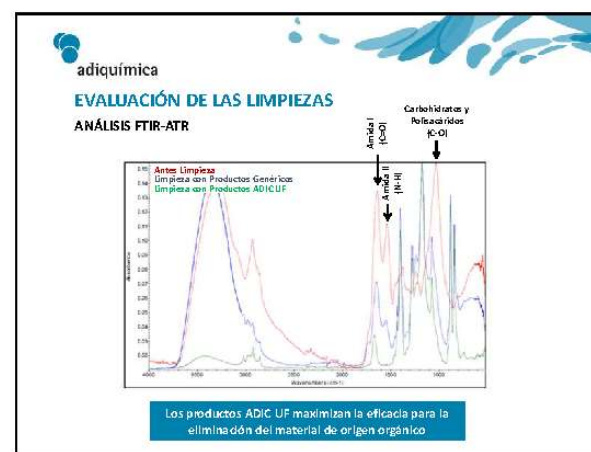
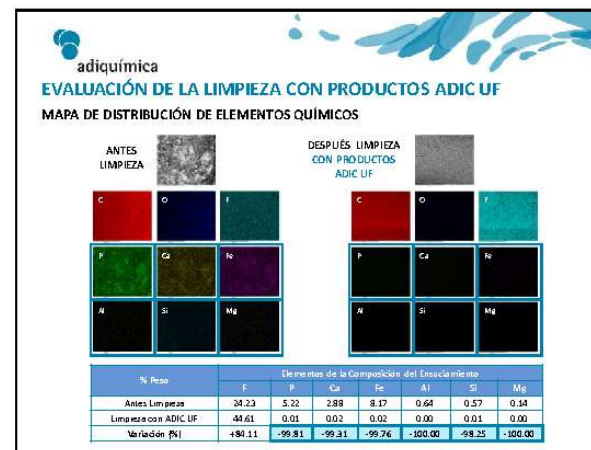
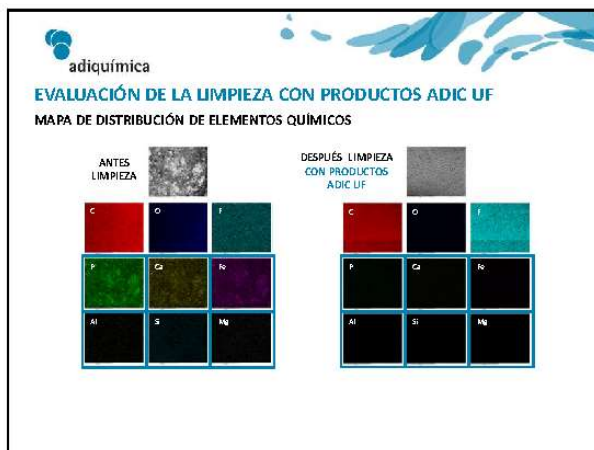


adiquímica

PROTOCOLOS DE LIMPIEZA APLICADOS

Limpieza con Productos Genéricos		Limpieza con Productos ADIC UF	
Fase Limpieza	Producto Limpieza	Fase Limpieza	Producto Limpieza
Fase 1	Limpieza con hipoclorito sódico a pH=10.0	Limpieza Alcalina	ADIC UF-301 Limpiador alcalino con elevado poder secuestrante para eliminar la materia orgánica y de origen coloidal.
Fase 2	Limpieza con ácido cítrico		ADIC UF-H302 ^{adigreen} Desinfectante para eliminación de la contaminación microbiológica y potenciador de las limpiezas alcalinas en combinación con el ADIC UF-301.
		Limpieza Ácida	ADIC UF-303 Limpiador ácido con elevado poder quelante para la eliminación de incrustaciones y depósitos metálicos.





adiquímica

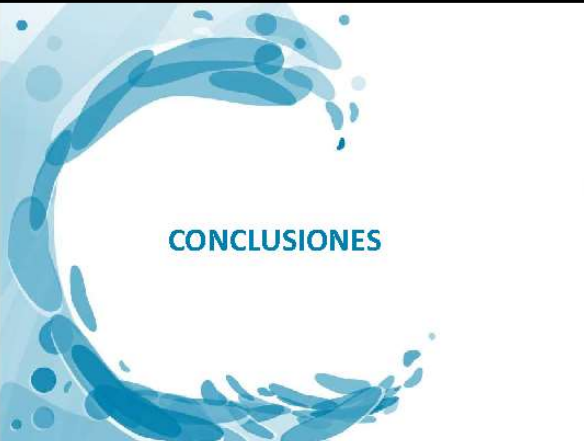
EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

EFICACIA DE LAS LIMPIEZAS

Limpieza	Eficacia de Eliminación			
	Incrustaciones (Ca, PO ₄ , -CaCO ₃)	Hierro	Aluminio- Silicatos	Material Orgánico y Biofilm
Limpieza con Genéricos	40-50%	50%	25%	Parcial
Limpieza con ADIC UF	99%	99%	98-100%	Completa

↓

Los productos ADIC UF consiguiendo una eliminación completa de todos los constituyentes del ensuciamiento.



CONCLUSIONES

adiquímica

CONCLUSIONES

- Los productos **ADIC UF** diseñados específicamente para las membranas de UF tienen una relación **coste/efectividad muy competitiva**.
- Las pruebas de limpieza indicaron que los productos **ADIC UF** conseguían una **eliminación completa** del ensuciamiento constituido por incrustaciones, material orgánico y microbiológico y material de origen coloidal.
- La **eficacia de la limpieza** obtenida con productos **ADIC UF** es muy superior respecto los resultados obtenidos con los productos genéricos.



Gracias por su atención
www.adiquimica.com

adiquímica
Sede en España
www.adiquimica.com



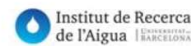
**Filtración Directa con Membranas:
una alternativa para la
concentración de la materia
orgánica del agua residual urbana.**

*T.A. do Nascimento, Universidad de
Valladolid*

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



FILTRACIÓN DIRECTA CON MEMBRANAS

Una alternativa para la concentración de materia orgánica del agua residual urbana

Thiago Antonio do Nascimento
thiagoantonio.br@gmail.com

Mar Peña Miranda
pena@iq.uva.es

VII Jornada sobre Biorreactores de Membranas
Sevilla, 16 de Mayo de 2018

1 INTRODUCCIÓN

EDAR convencional

Ventajas

- Resistencia a cambios de carga orgánica
- Alta eliminación de BOD
- Eliminación de nutrientes
- Ajustable de acuerdo con criterios de calidad del agua efluente

Desventajas

- Alto consumo energético
- No aprovechamiento del contenido energético presente en el agua residual
- Elevada producción de fangos
- Necesidad de tratamiento del fango

1 INTRODUCCIÓN

Tratamiento anaerobio directo del agua residual bruta?

Coste energético muy elevado

Limitación etapa de hidrólisis

↓

Objetivo

- Separación y concentración de los sólidos contenidos en el agua residual
- Digestión anaerobia de corriente de sólidos
- Tratamiento anaerobio o utilización del permeado para riego
- Disminución de costes de operación y área de construcción

EDAR con Filtración Directa con Membranas

1 INTRODUCCIÓN

Filtración Directa con Membranas

- Proceso físico
- Modularidad
- Alta calidad del efluente
- Alta concentración de sólidos
- Soporta variaciones de carga

- Bajo flujo de permeado
- Costes de adquisición
- Ensamblamiento (*membrane fouling*)

2 MATERIALES Y MÉTODOS

- Módulo de membrana de fibra hueca
- Ultrafiltración (0.04 µm)
- PVDF (ZW-10 Zenon)
- 0.93m²

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Características del agua residual (1ª experiencia)

Red sanitaria local (arqueta/colector de la calle)	Entrada
tCOD (mg/L)	715.7 (±142.9)
sCOD (mg/L)	402.6 (±107.5)
TS (mg/L)	831.1 (±81.9)
VS (mg/L)	422.3 (±75.5)
TSS (mg/L)	120.8 (±34.8)
VSS (mg/L)	107.5 (±32.8)

Condiciones de operación

Periodo (Días)	Flujo de filtrado (L/(m ² .h))	Tiempo total del ciclo de filtración (min)	Velocidad superficial de gas (m/h)	Demanda específica de gas por volumen de permeado (m ³ gas/m ³ permeado)
I { 1-14	2.4	7.92	8	55.2
15-29	4.7	7.92	16	56.3
30-41	7.1	7.92	23	53.6
42-54	9.4	7.92	39	68.9
55-80	10.1	7.92	55	90.1
II { 81-95	13.4	8.17	55	67.9
96-104	10.1	8.17	70	114.7

3 RESULTADOS

1ª Experiencia:

- Reducción del 45-50% de tCOD de la corriente de alimentación
- Se obtiene una eliminación de ~ 20% de ST ~ 35% de SV
- Permeado exento de sólidos suspendidos y con DQO ~ 400mg/L

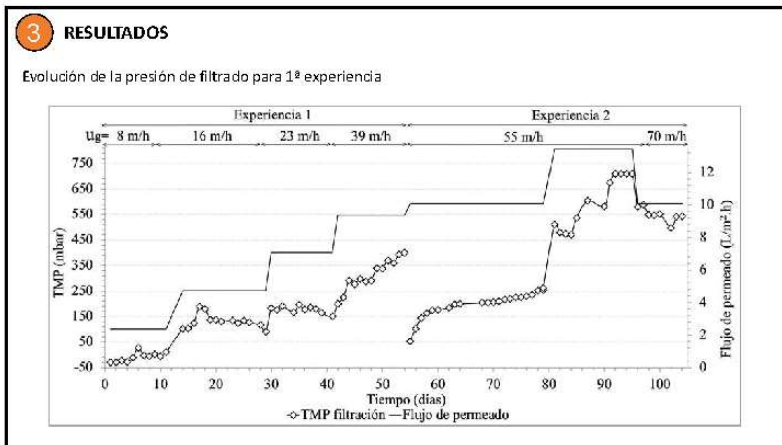
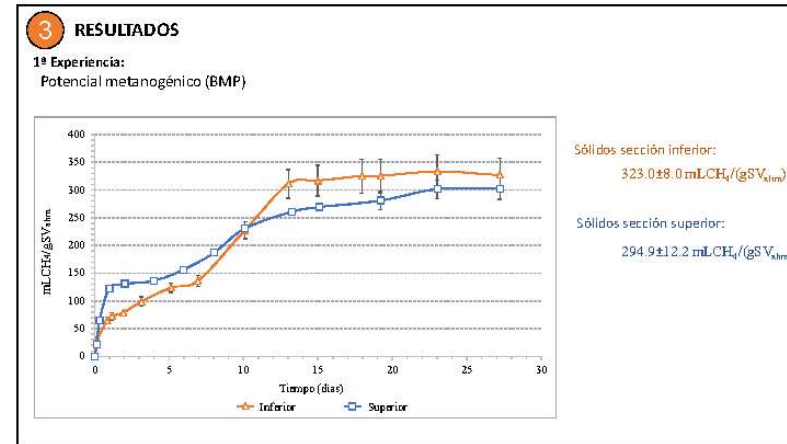
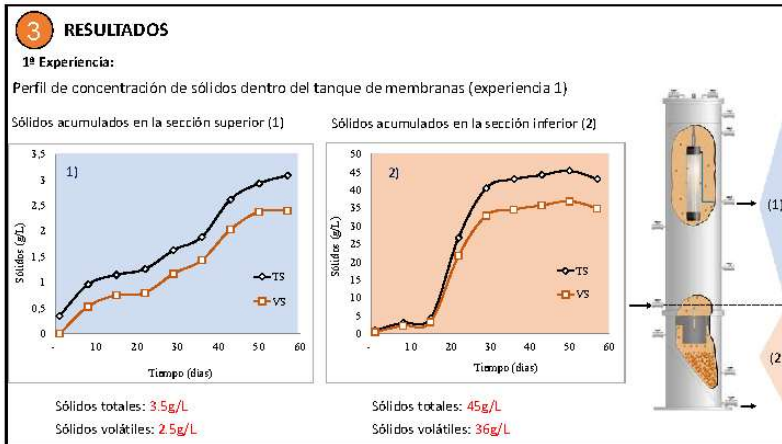
Características del agua residual

	Alimentación	Permeado
tCOD (mg/L)	715.7 (±142.9)	393.5 (±57.3)
sCOD (mg/L)	402.6 (±107.5)	393.5 (±57.3)
TS (mg/L)	831.1 (±81.9)	661.3 (±60.8)
VS (mg/L)	422.3 (±75.5)	275.0 (±44.4)
TSS (mg/L)	120.8 (±34.8)	0
VSS (mg/L)	107.5 (±32.8)	0

3 RESULTADOS

1ª Experiencia:

La concentración de DQO en la salida permanece prácticamente constante a lo largo de la operación.

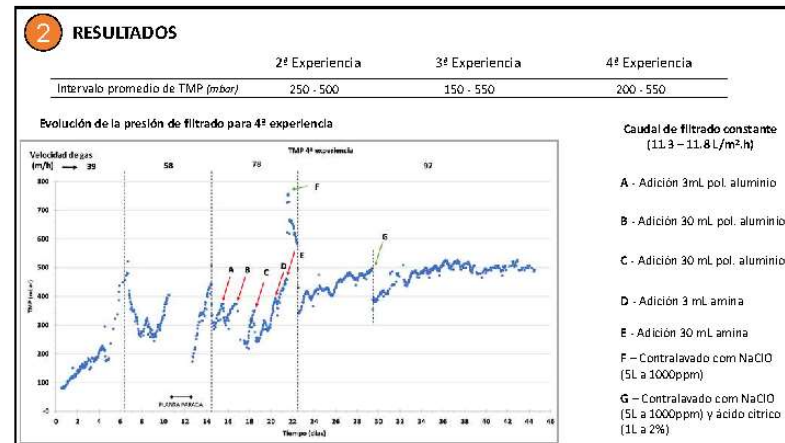
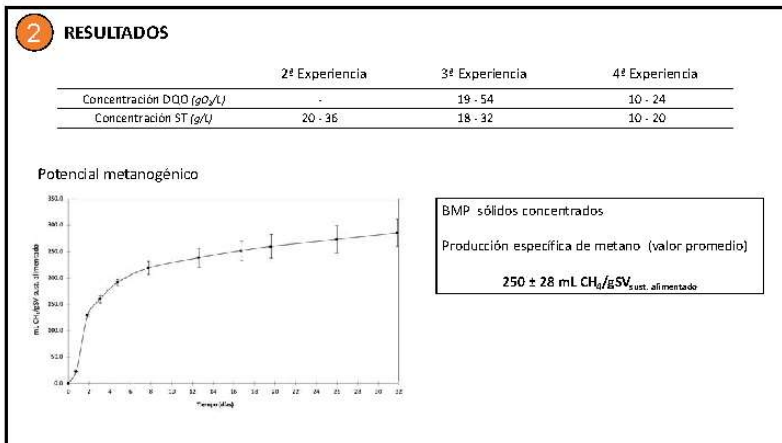
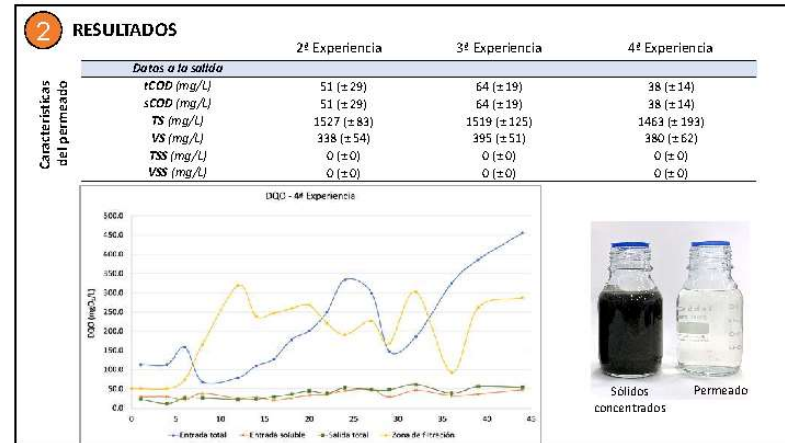


Nuevos experimentos

Objetivo:
 Disminuir el consumo de energía debido al gas recirculado

2 Recirculación intermitente de gas

	2ª Experiencia	3ª Experiencia	4ª Experiencia
Características del agua residual			
<i>Datos a la entrada (EDAR Renedo de Esgueva)</i>			
<i>tCOD (mg/L)</i>	192 (± 88)	449 (± 151)	202.3 (± 113.8)
<i>sCOD (mg/L)</i>	46 (± 22)	57 (± 21)	33.5 (± 9.3)
<i>TS (mg/L)</i>	1601 (± 96)	1699 (± 213)	1544 (± 235)
<i>VS (mg/L)</i>	432 (± 76)	568 (± 113)	494 (± 119)
<i>TSS (mg/L)</i>	101 (± 39)	244 (± 107)	156 (± 100)
<i>VSS (mg/L)</i>	97 (± 26)	208 (± 80)	150 (± 100)
Condiciones de operación			
Tiempo de operación (días)	37	34	44
Flujo de filtrado (L/m ² .h)	11.3	11.8	11.8
Tiempo ciclo filtración (min)	7.7	7.7	7.7
Regimen de gas	Intermitente	Intermitente	Intermitente
Velocidad superficial de gas (m/h)	40% cada 3.5min	40% cada 3.5min	40% cada 3.5min
Demanda específica de gas SGD _p (m ³ gas/m ³ permeado)	23 - 35	19 - 97	39 - 97
Caudal de corriente concentrada (l/d)	~2	~1	~3
Adición de coagulante	No	No	Si
Tipo de coagulante	-	-	Policloruro de Al. / Amina



4 CONCLUSIONES

I La Filtración Directa con Membranas es una tecnología viable capaz de separar y concentrar los sólidos del agua residual urbana, y permitir el aprovechamiento energético de los mismos mediante tratamiento anaerobio.

II A nivel piloto, ha sido posible mantener la membrana operativa durante más de 40 días antes de cualquier tipo de lavado con flujos de filtrado moderados, en torno a $10\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h}$, y caudal específico de gas (SGDg) en torno a $90\text{m}^3/\text{m}^2$.

III El diseño del taque de membrana ha sido importante para conseguir altas concentraciones de sólidos sedimentados ($45\text{gST}/\text{L}$) y bajas concentraciones en la zona de filtración ($4.4\text{gST}/\text{L}$).

IV La adición de coagulantes disminuye la presión de filtrado. Sin embargo es necesario estudiar el efecto sobre la membrana de determinados compuestos.

V La aireación intermitente permite la disminución del consumo energético y el control del ensuciamiento de la membrana.

¡Gracias por vuestra atención!

Thiago Antonio do Nascimento
thiagoantonio.br@gmail.com

Mar Peña Miranda
pena@iq.uva.es







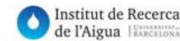

**Trasladando la economía circular a
las comunidades con procesos
innovadores de tratamiento de
aguas residuales basados en
membranas.**

V. Jaime y N. Gurieff, ALFA LAVAL

Con el patrocinio de:



Con la colaboración de:



**ALFA
LAVAL**

Llevando la economía circular a comunidades con procesos innovadores en el tratamiento de aguas residuales basados en membranas

BMR, Barcelona 2019

Nicholas Gurielff PhD
Victor Jaime

Solutions for the circular economy

Recuperar – Reutilizar – Reciclar – Replanificar – Re-evaluar

www.alfalaval.com

La perspectiva global del ciclo de agua

- Problemas globales que requiere soluciones locales

- * Cada sistema está más estrechamente conectado que nunca
- * Capacidad técnica para manejar sistemas de circuito cerrado
- * Más interacción entre productores y receptores vital para proteger los recursos

KWR Watercycle Research Institute, The Netherlands www.alfalaval.com

La descentralización en un contexto moderno

- Ayudando a las aguas residuales a convertirse en un recurso local

- * Expansión urbana que eleva los costes de conexión
- * Las zonas semirurales tienen un enorme potencial para impulsar la agricultura local
- * Disminuir la infraestructura de transporte – aumentar la infraestructura del proceso
- * El agua local puede seguir siendo un recurso local incluso después de su "primer" uso

Gleis S. Tchobanoglous (2006) Journal of Environmental Management 90(1):144-52 www.alfalaval.com

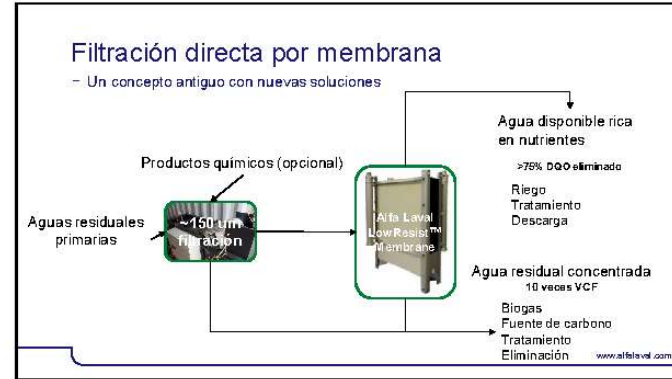
El papel de MBR en una comunidad descentralizada - Polonia



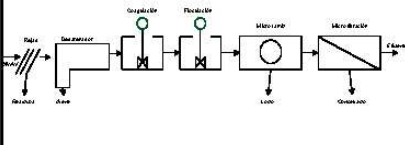
	Platkowa (2014)	Chelmeć (2015)
Temperatura mínima de diseño (°C)	5	8
Caudal medio (m³/d)	130	1100
Caudal máximo (m³/d)	362	2410
DBO (mg/L) - Entrada/Salida/Requerido	500 / 10 / 25	400 / <5 / 25
NI (mg/L) - Entrada/Salida/Requerido	80 / 5.2 / 15	70 / 4.2 / 15
PI (mg/L) - Entrada/Salida/Requerido	14 / <0.1 / <1	8 / <0.1 / <1
SS (mg/L) - Entrada/Salida/Requerido	542 / <2 / <50	434 / <2 / <50
Consumo energético (kWh/m³)	0.60 - 0.85	0.55 - 0.65

Coste medio → Alto rendimiento

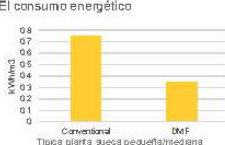
www.afislevel.com



Ensayos iniciales DMF - Lund, Suecia



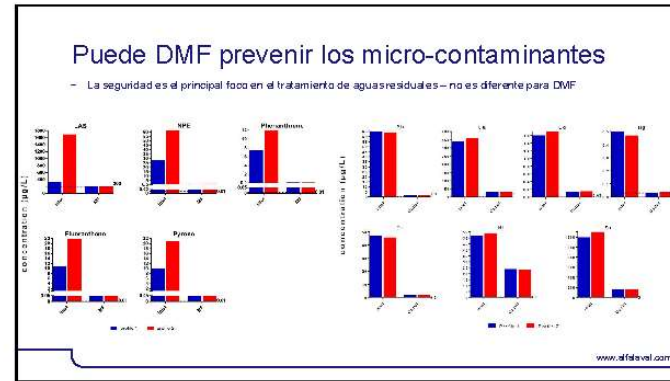
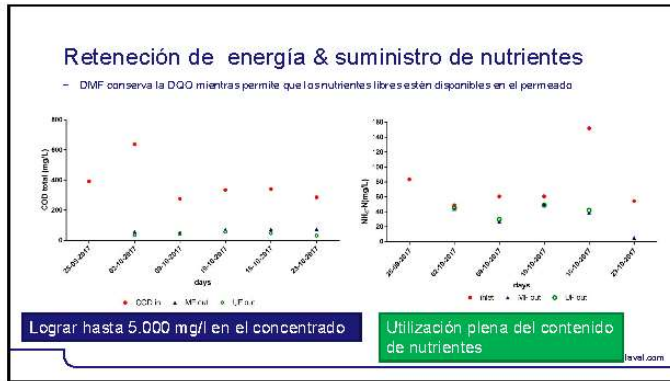
El consumo energético



Limite de parametros de descarga (mg/l)	DBO ₇	DBO ₅	TP	TNT	Javel
Solo mecanico (mg/l)	17 ± 5	73 ± 27	2.4 ± 0.6	37 ± 10	2.6
Retención (%)	91	88	82	28	87
PACI + Mecanico (mg/l)	11 ± 2	41 ± 11	0.2 ± 0.3	42 ± 4	0.2
Retención (%)	96	94	90	46	207

www.afislevel.com





Nicholas Gurieff Ph.D.
nicholas.gurieff@alfalaval.com

Victor Jaime
victor.jaime@alfalaval.com