

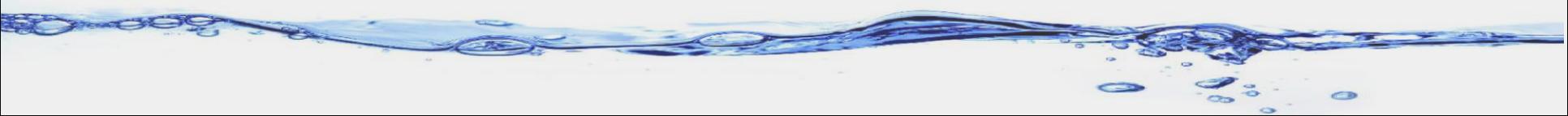


Cátedra FACSA de innovación  
en el ciclo integral del agua  
UNIVERSITAT  
JAUME·I

# Experiencias y resultados en la depuración y regeneración de aguas en la Región de Murcia mediante tecnologías de membranas.

Castellón, 14 de Diciembre de 2017

Pedro J. Simón Andreu  
Director Técnico ESAMUR

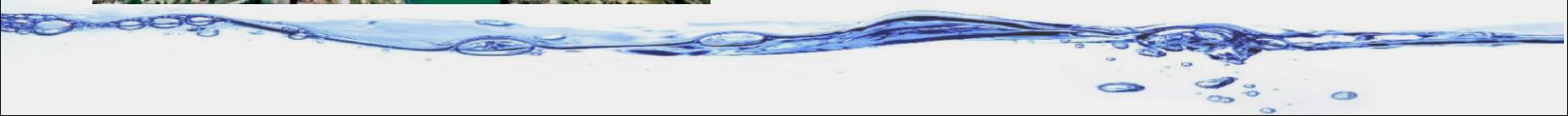




## REGIÓN DE MURCIA

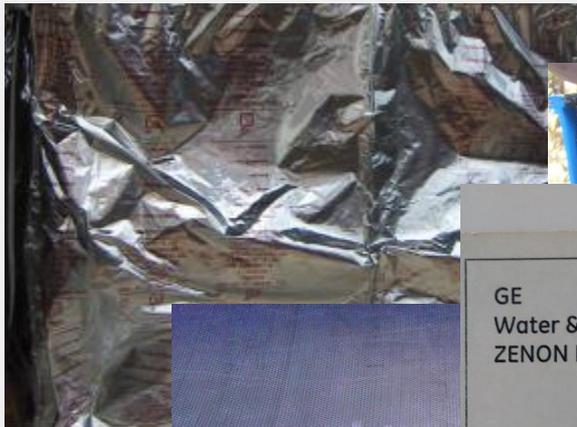


- 1.500.000 habitantes
- 99,3 % población tiene servicio de depuración
- 97 % agua depurada se reutiliza
- Volumen medio agua tratada : 105 Hm<sup>3</sup>/año





# PRIMERAS EXPERIENCIAS



GE  
Water & Process Technologies  
ZENON Membrane Solutions

Telephone: (905) 465-3030  
Fax: (905) 465-3050  
8:30 am to 5:00 pm Mon.-Fri. Eastern Time  
Web Site: [www.zenon.com](http://www.zenon.com)




**24/7 Emergency Technical Support Line: 905-333-8057 or Email: 247@zenon.com**

**San Pedro's Access Code: 3617**

Your ZENON Service Support Team:

Title	Name	Ext.	Call for:	E-Mail
Technical Support	Andrew Kovacs	3426	Telephone troubleshooting	<a href="mailto:andrew.kovacs@ge.com">andrew.kovacs@ge.com</a>
Technical Support	Al Farrell	3406	Telephone troubleshooting	<a href="mailto:al.farrell@ge.com">al.farrell@ge.com</a>
Technical Support	Robb Scott	3479	Telephone troubleshooting	<a href="mailto:robb.scott1@ge.com">robb.scott1@ge.com</a>
Technical Support	Tom Gintonis	3477	Telephone troubleshooting	<a href="mailto:tom.gintonis@ge.com">tom.gintonis@ge.com</a>
Technical Support	Mark Teixeira	3590	Telephone troubleshooting	<a href="mailto:mark.teixeira@ge.com">mark.teixeira@ge.com</a>
Service Manager	Ed Coulter	3449	Site visit scheduling	<a href="mailto:ed.coulter@ge.com">ed.coulter@ge.com</a>
Regional Account Manager	Scott Hortop	3305	Service Planning	<a href="mailto:Scott.hortop@ge.com">Scott.hortop@ge.com</a>
ZenoTrac®	Ali Abbas	3510	ZenoTrac® Process Support	<a href="mailto:ali.abbas@ge.com">ali.abbas@ge.com</a>





## SITUACIÓN ACTUAL

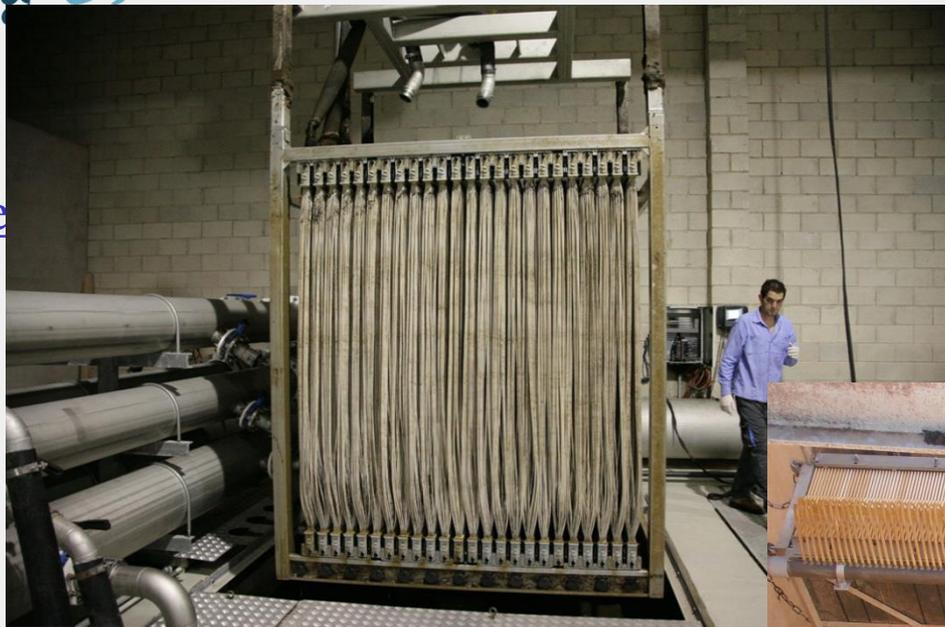
9 instalaciones MBR con capacidades entre 300 m<sup>3</sup>/día y 20000 m<sup>3</sup>/día



# ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO MBR

Pe

Licor mezcla



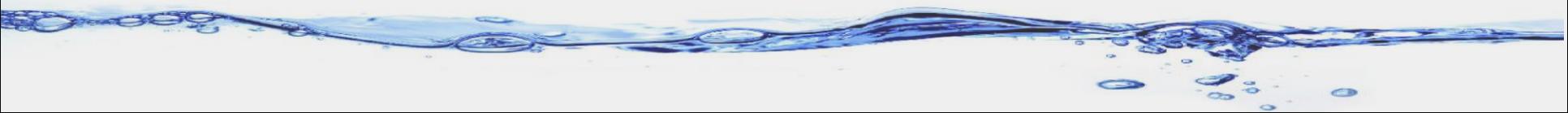
Recirculación





## 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

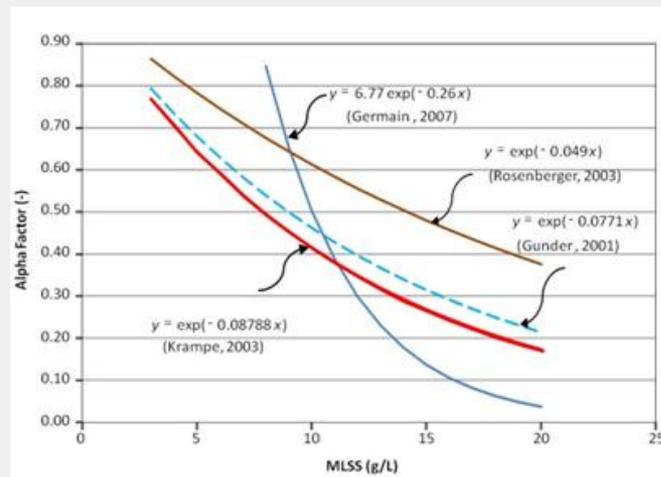




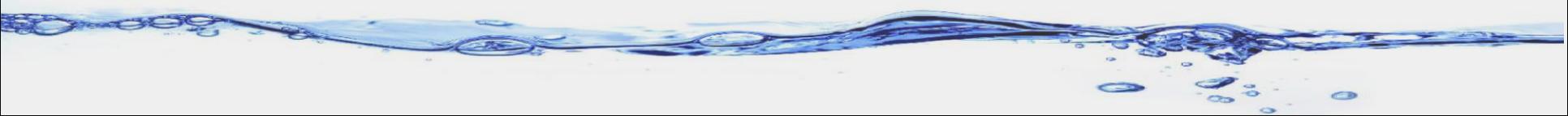
## MAYOR CONSUMO ENERGÉTICO

### Factores que influyen :

- Peor transferencia de oxígeno debido a la alta concentración de sólidos

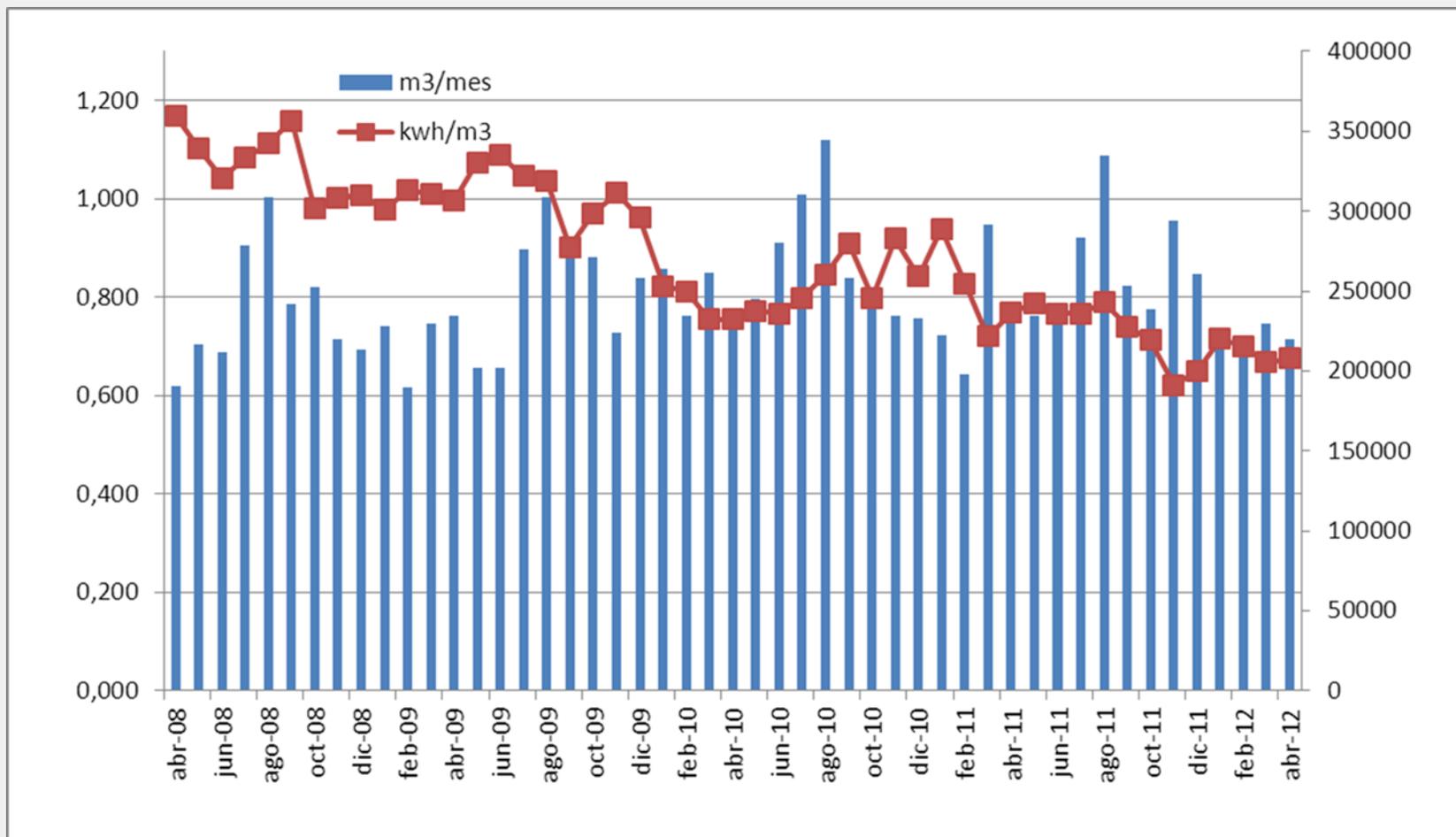


- Necesidad de aire para limpieza de membranas
- Mayores tasas de recirculación

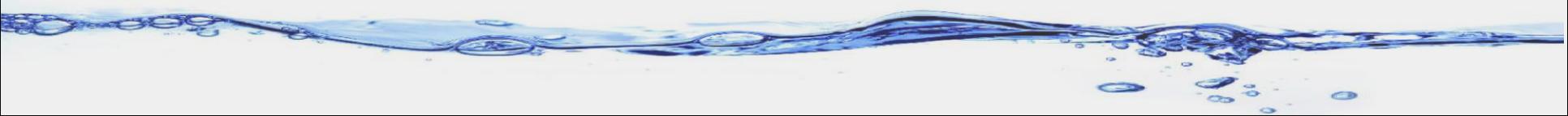




# MAYOR CONSUMO ENERGÉTICO



Evolución ratio energético EDAR San Pedro ( 2000 m<sup>3</sup>/día )





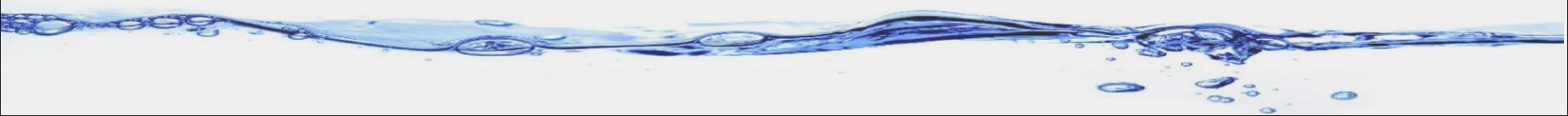
## MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Inevitable un consumo algo superior



### Posibles actuaciones :

- Reducir los SSLM si es posible ( mejora permeabilidad y transferencia O<sub>2</sub> )
- 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

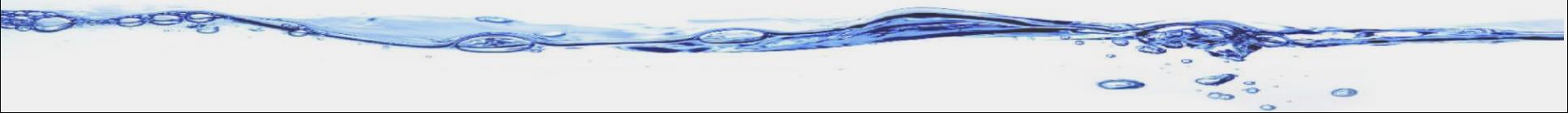




## Mayor complicación de operación



- No puede funcionar en “manual”
- Cuidado con las “ cajas negras “ de algunos fabricantes
- Buscar los límites con precaución y sentido común
- Los pretratamientos deben ser más rigurosos
- Sistemas de control redundantes de sistemas de aireación de limpieza





# VERTIDOS QUE PUEDEN AFECTAR A LAS MEMBRANAS

Información de los fabricantes es muy indefinida

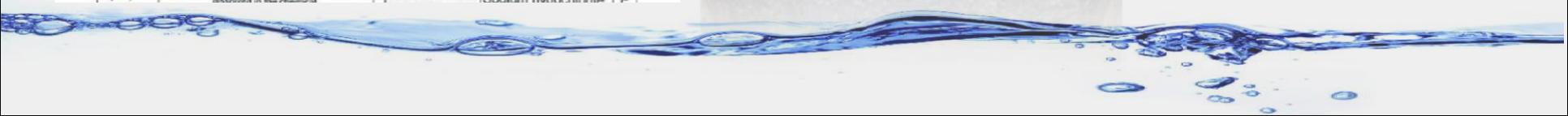


## Fundamentals 4 Chemical resistance of membrane sheets

Types of solutions	Names of chemicals	
Alcohols	Methyl alcohol	E
	Ethyl alcohol	E
	N-propyl alcohol	E
	Iso-propyl alcohol	E
	N-butyl alcohol	E
	Iso-butyl alcohol	E
Hydrocarbons	N-hexane	E
	Petroleum ether	E
	N-benzene	E
	Benzene	P
	Toluene	B
	Xylene	B
Chlorinated hydrocarbons	Tetrachlorocarbon	P
	Methylene chloride	B
	Ethylene dichloride	B
	Trichloroethylene	P
	1,1,1-trichloroethane	B
Ketones	Acetone	P
	MEK	B
	MIK	B
	Cyclohexane	B
	Diacetone alcohol	P
Esters	Methyl acetate	P
	Ethyl formate	P
	Methyl formate	G
Ether	Ethylene oxide	E

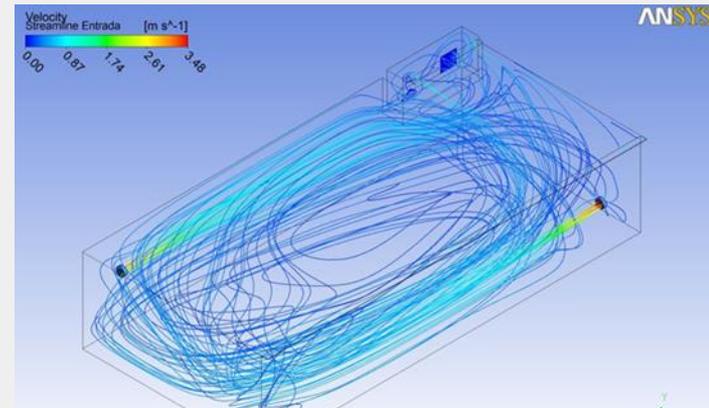
Types of solutions	Names of chemicals	
Organic compounds	Dimethyl sulfoxide	P
	Tetrahydrofuran	B
	1-Nitropropane	P
	Ethylene glycol	
	Polyethylene glycol	
	Propylene glycol	
	Glycerin	
	37% Formalin	
	Pyridine	
	Nitrobenzene	
	Ethanol/Chloroform	
	Triethylamine	
	Aniline	
	Gasoline	
	Phenol (liquid)	
Turpentine		
Acids	Glacial acetic acid	
	1.7N Acetic acid	
	10% Acetic acid	
	6N Hydrochloric acid	
	6N Sulfuric acid	
	3N Sulfuric acid	
	6N Nitric acid	
	10% Nitric acid	
	1% Oxalic acid	
	Formic acid	
Alkali	40% Hydrogen peroxide	
	6N Ammonia	
	3N Ammonia	
	6N KOH	
	3N KOH	
	3N NaOH	
Others	1N NaOH	
	10% Zinc chloride	
	Sodium hypochlorite	

E (Excellent)	Chemically and physically stable
G (Good)	Available though membrane sheets slightly expand
P (Poor)	Not available because membrane sheets are gradually invaded by the chemical
B (Bad)	Not available because membrane sheets are dissolved in the chemical

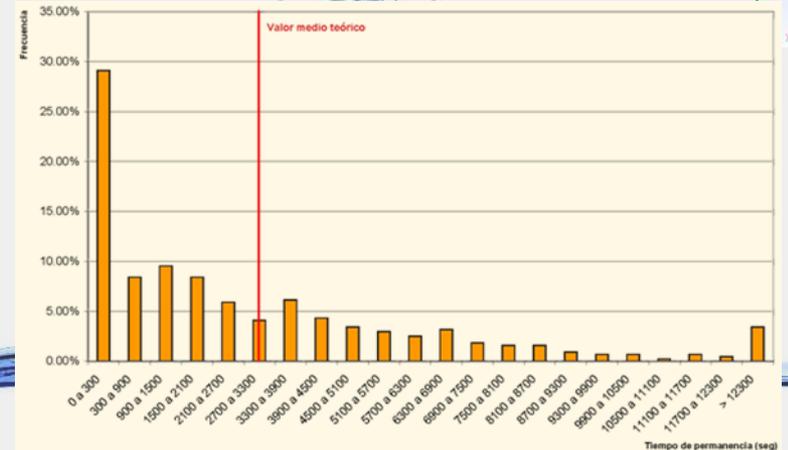




# AFECCIONES A LA DESNITRIFICACIÓN

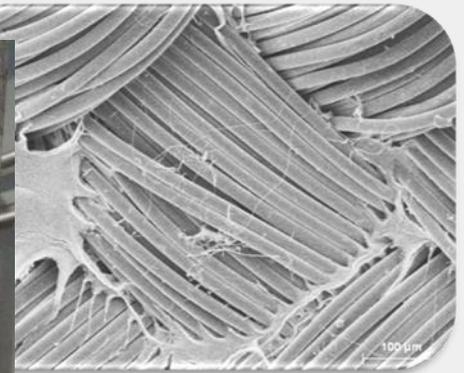


- Exceso de oxígeno en recirculación desde tanque de membranas. Doble recirculación





# DURABILIDAD DE LAS MEMBRANAS



Calasparra : 2006



cienda Riquelme : 2007

Slack



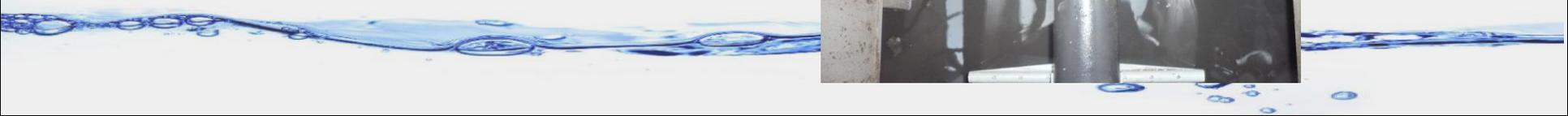
## LIMPIEZA DE MEMBRANAS

Tabla 3.1. Mediciones de EPS en el reactor biológico de plantas MBR

	Valor medio MLSS <sub>B</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Valor medio EPS enlazados (mg.l <sup>-1</sup> )*	Valor medio EPS soluble (mg.l <sup>-1</sup> )	Valor medio EPS totales (mg.l <sup>-1</sup> )
San Pedro del Pinatar	3.353	269	87	356
Calasparra	4.399	494		



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



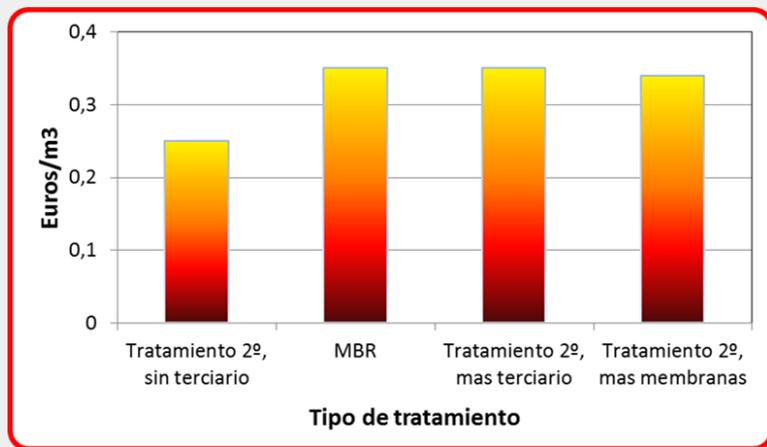


# TODO O NADA

Es conveniente tener un plan B



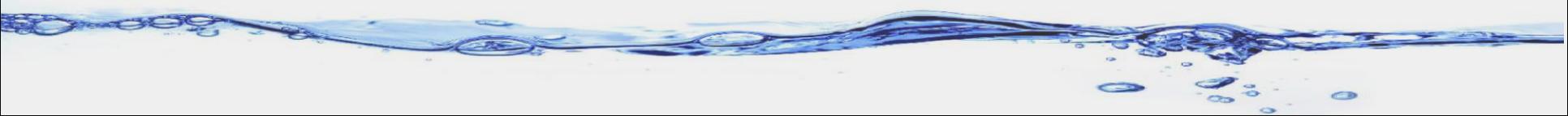
¿ Secundario + ultra/micro o MBR ?





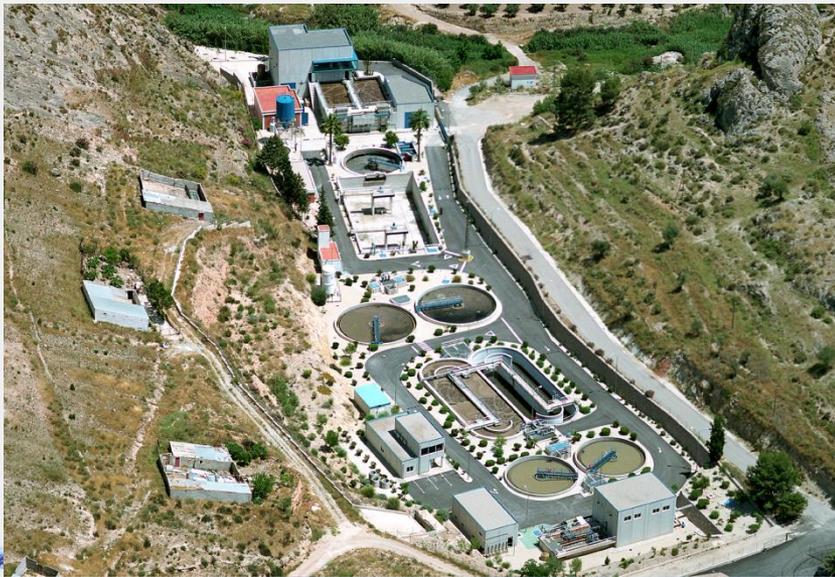
## PUNTOS FUERTES MBR

- 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 ?

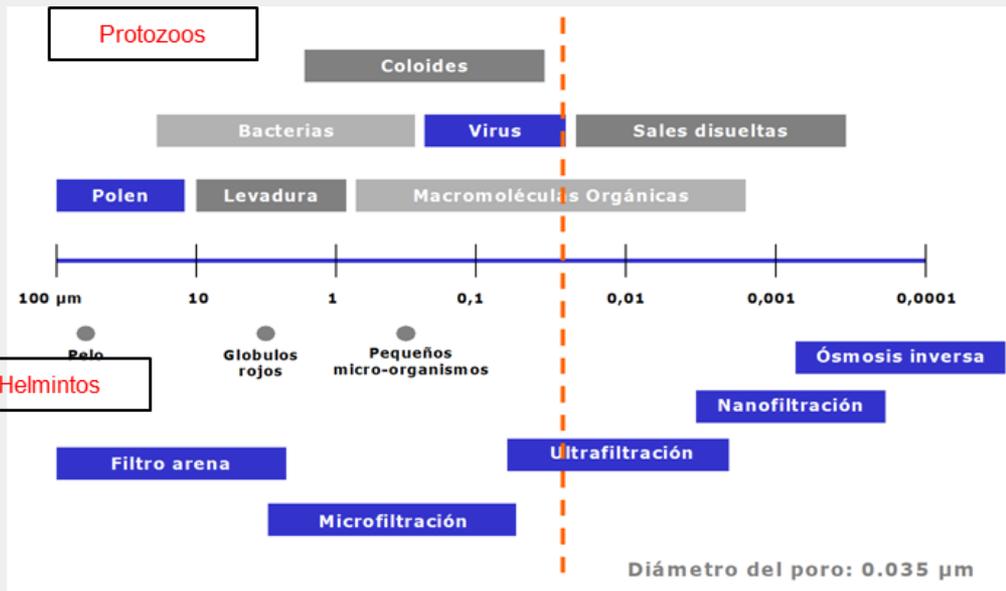




# REDUCCIÓN ESPACIO NECESARIO



# VENTAJAS PARA LA REUTILIZACIÓN

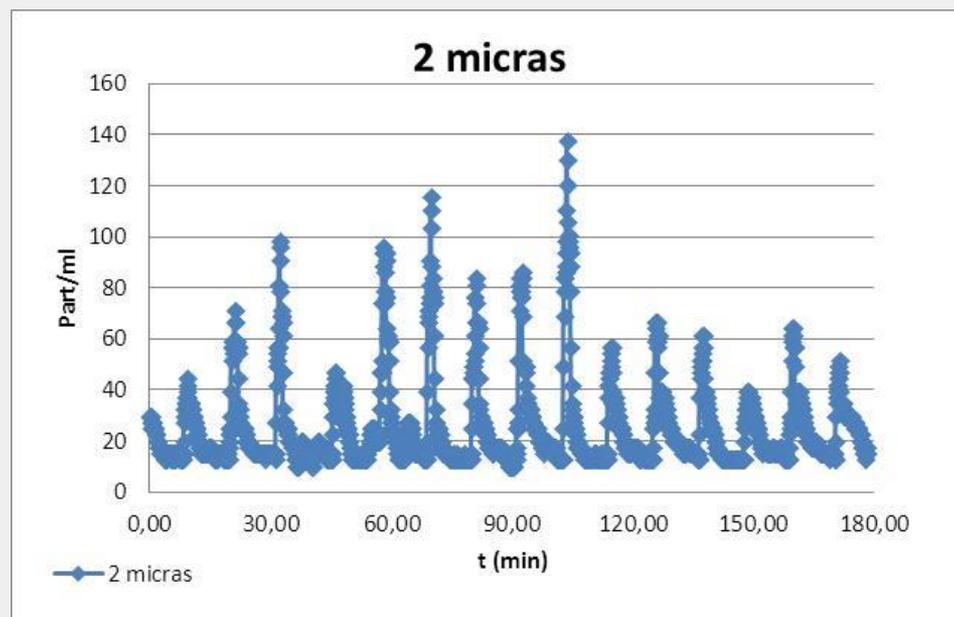


- Sistema muy efectivo para casi todos los patógenos y mantiene calidad constante
- Muy interesante si requiere desalación posterior
- No genera subproductos ni viene afectado por características del agua



## Equipamiento conveniente

- Medidores SSLM en cubas de filtración
- Medidores turbidez en salida
- En Calasparra y San Pedro medidor en continuo de partículas





# COMPARACIÓN TAMAÑO DE PARTÍCULAS

## Filtro arena convencional

## MBR Calasparra

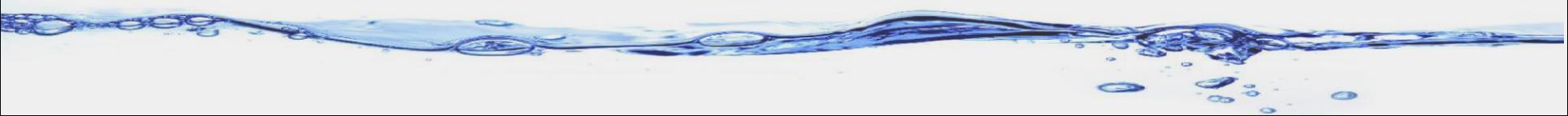
CÁMARA FLOCULACIÓN					
TAMAÑO PARTÍCULAS		SS	TURBIDEZ	COLOR	DQO
2 µm	13516.6	16.48	2.074	34	34
3 µm	9755.6				
5 µm	3471.2				
10 µm	661				
15 µm	291.4				
25 µm	69.8				
50 µm	11.8				
100 µm	4				
SALIDA DECANTADOR LAMELAR					
TAMAÑO PARTÍCULAS		SS	TURBIDEZ	COLOR	DQO
2 µm	12440.6	14	2.014	26	34.12
3 µm	9025.4				
5 µm	2788.4				
10 µm	509				
15 µm	167.8				
25 µm	40.2				
50 µm	5.8				
100 µm	1.2				
SALIDA FILTROS					
TAMAÑO PARTÍCULAS		SS	TURBIDEZ	COLOR	DQO
2 µm	6721	4	1.29	18	24
3 µm	4539.2				
5 µm	1159.6				
10 µm	189.2				
15 µm	61.4				
25 µm	5.2				
50 µm	0				
100 µm	0				

Tamaño (µm)	Entrada, part/ml	Salida, part/ml
2	3.646,35	90.40
3	3.243,80	30,85
4	2.865,45	16,95
5	2.362,35	9,30
6	2.156,35	7,70
7	2.339,80	6,50
8	2.590,75	5,50
9	2.773,90	6,10
10	2.759,40	4,15
11	2.576,95	3,70
12	2.268,05	2,70
13	1.206,55	1,80
14	900,30	1,40
15	980,95	1,45
16	1.359,55	0,70
17	1.075,55	1,05
18	961,05	0,00
19	955,10	0,00
20	933,60	0,00
21	798,60	0,00
22	683,75	0,00
23	598,45	0,00
24	513,45	0,00
25	409,70	0,00
26	338,95	0,00
27	325,30	0,00
28	270,60	0,00
29	252,80	0,00
30	262,70	0,00
31	232,55	0,00
32	192,45	0,00
33	170,65	0,00
34	147,65	0,00
35	128,30	0,00



## CAMPOS DE ESTUDIO de MBRs

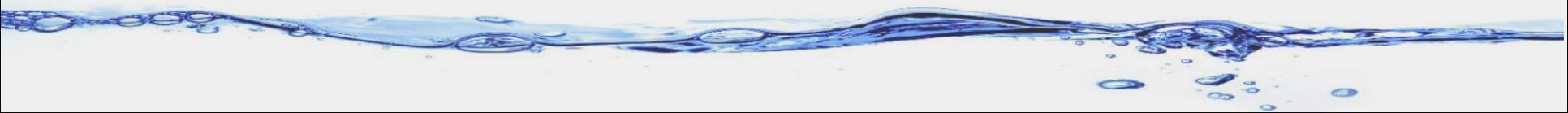
- Aspectos hidráulicos: Disposición de los cassettes para mejorar la permeabilidad y disminuir ensuciamiento, disposición de entrada y salidas, hidráulica dentro de cámaras de membranas, ...
- Limpieza de membranas : Correlacionar con reología del fango o EPSs, jugar con los protocolos de limpieza.
- Poder controlar individualmente los distintos cassettes.
- Estudio de sistemas de apoyo para mejora de permeabilidad ( habitualmente o en momentos puntuales )
- Sistemas de ayuda a la decisión : Número de trenes en marcha, variar caudal aspirado, variación caudal recirculación, más o menos aire limpieza, ...





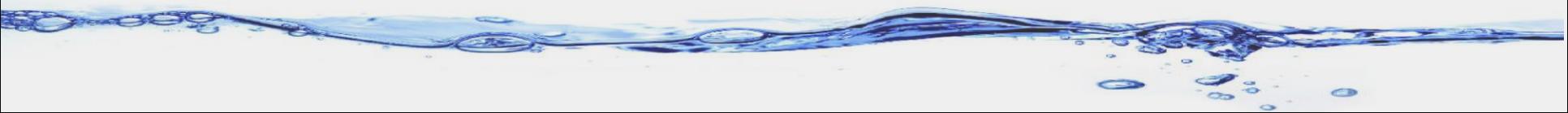
## MEMBRANAS Y FUTURO DEPURACIÓN ( en mi opinión )

- Sostenibilidad de la depuración : Tratamientos anaerobios a baja temperatura más membranas, reducción consumo energético...
- REUTILIZACIÓN
- Estandarización y búsqueda de membranas con otros materiales y otras prestaciones
- ¿ Mejoras en la eliminación de emergentes ?
- DESALACIÓN





# ALGUNAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN CON MEMBRANAS EN LA REGIÓN DE MURCIA







## Líneas de investigación

### Mejoradores de flujo (Flux Enhancers)

Sustancias para prevenir, mitigar y eliminar el fango.  
Pueden presentar propiedades coagulantes, floculantes y

- Incrementan el tamaño de los flocúlos.
- Retienen compuestos solubles y coloidales en los flocúlos.
- Fomentan la agregación de los polímeros extracelulares.
- Incrementan la porosidad de la torta sólida.

**Métodos para el análisis de la filtrabilidad del fango, AnMBR**

Sedimentabilidad, V60.

Prueba de filtración atmosférica.

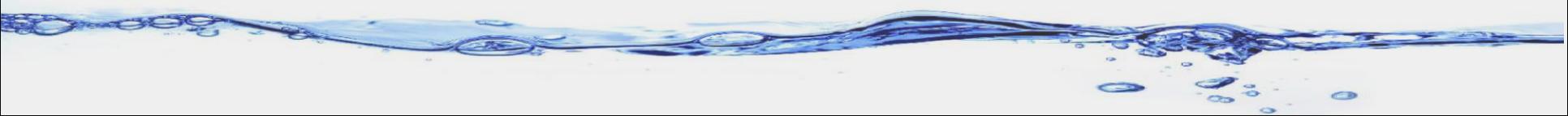
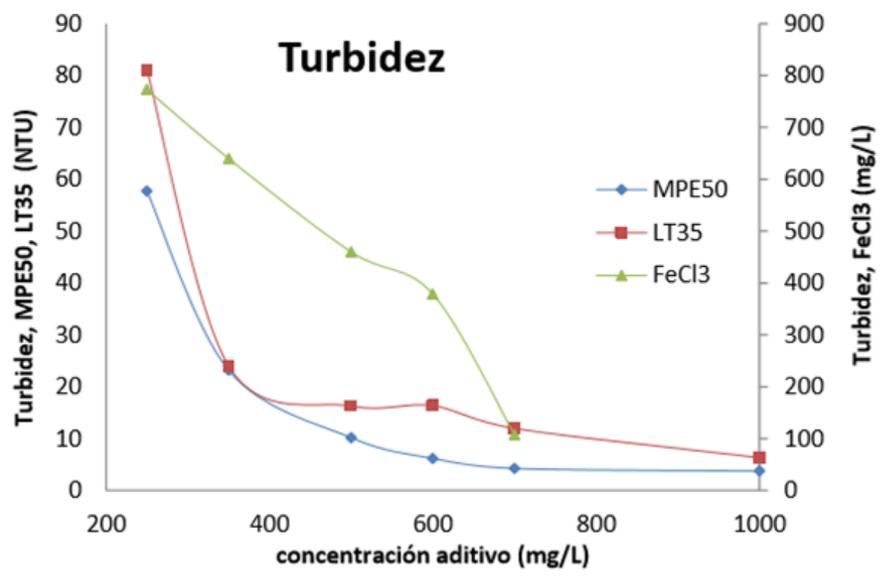
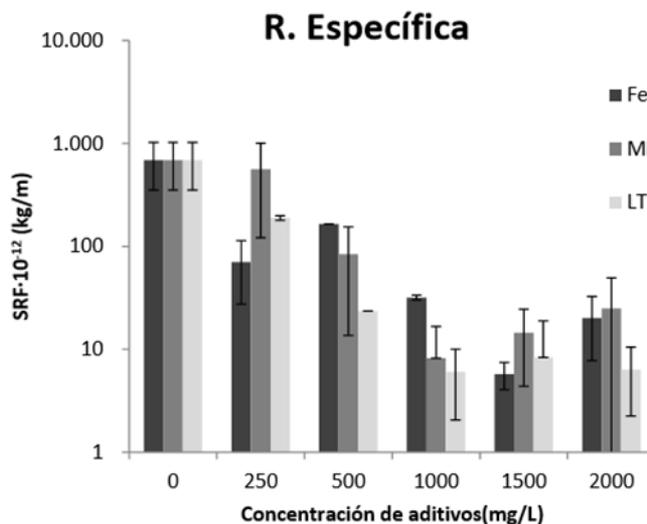
Resistencia específica a la filtrabilidad.

**Métodos para el análisis de la características del licor mezcla y calidad del sobrenadante, AnMBR**

Medida de potencial Z.

Determinación de la materia orgánica soluble mediante LC-OCD.

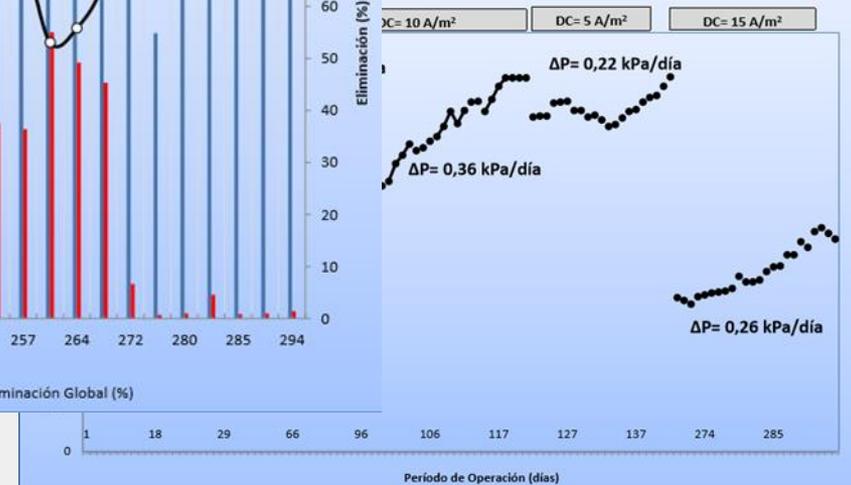
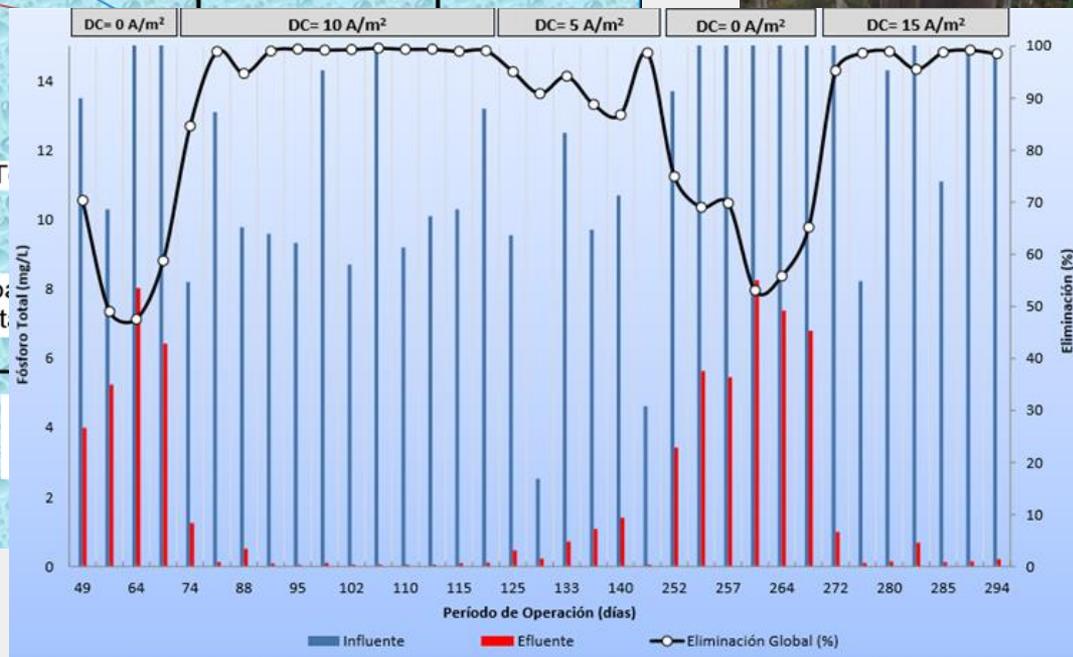
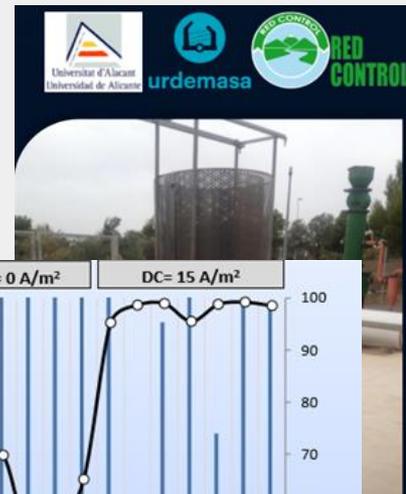
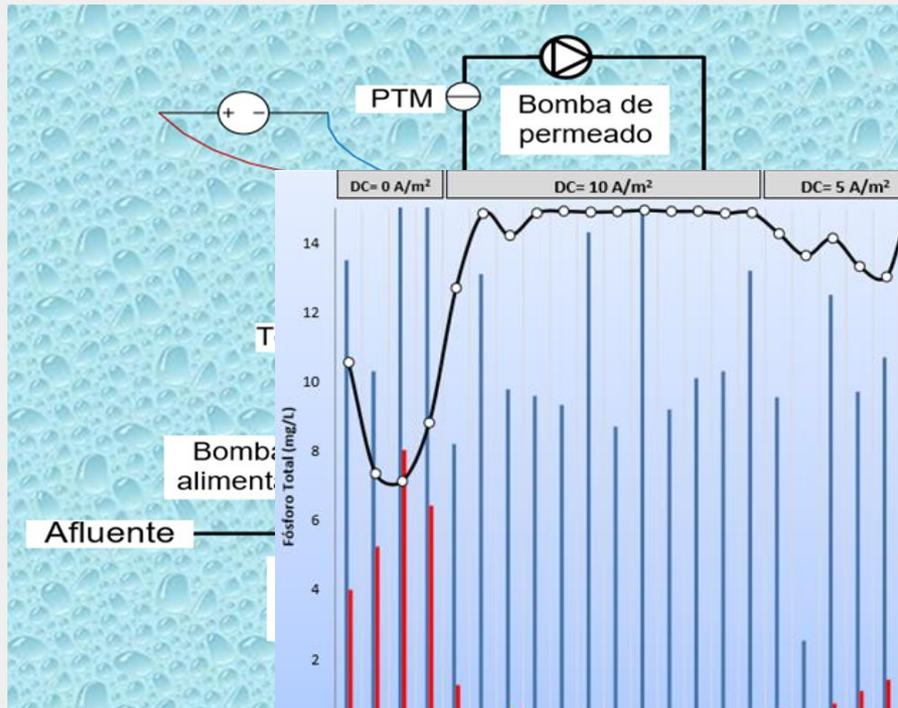
Medida de la turbidez y los sólidos





# Líneas de investigación

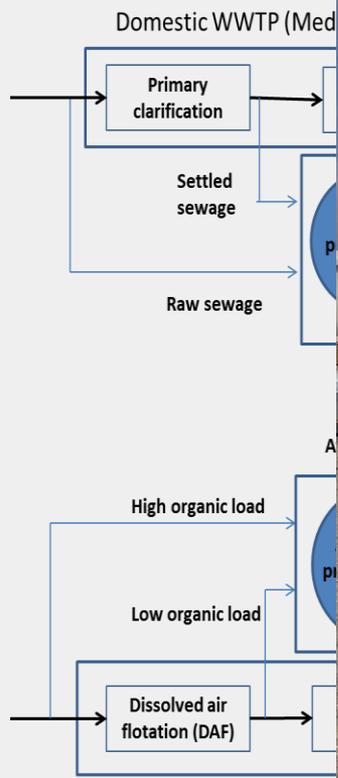
## Electrocoagulación





# LIFE SIAMEC (LIFE14 ENV/ES/000849)

## Integrated anaerobic system for wastewater reclamation at ambient temperature in European climates



operación de un nitrificante vía integrado con biorreactor de reutilización de sales en clima

de concepto en ese consumidor tratamiento más la calidad del de prácticas de

septiembre 2018



# Proyecto OptiAn-MBR (octubre 2015- septiembre 2017, Archena, Murcia)

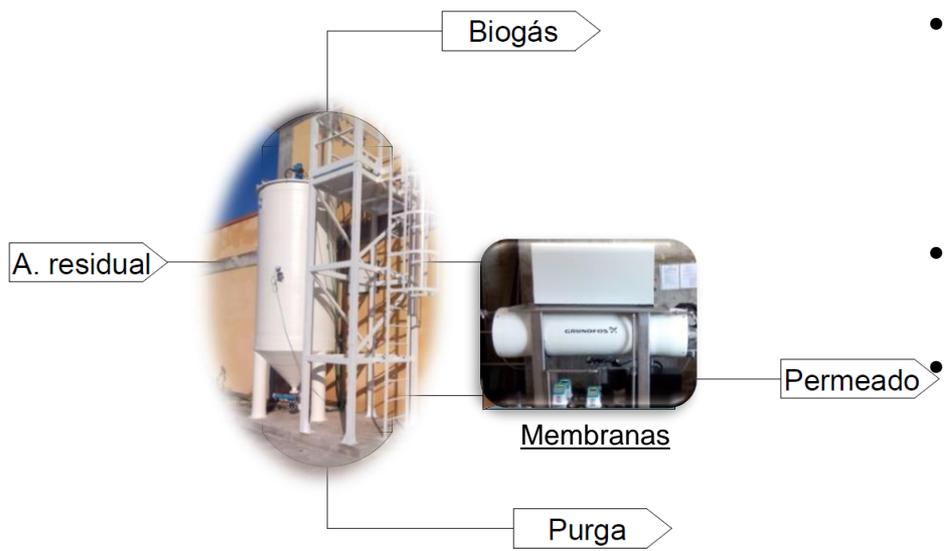
Optimización del **biorreactor anaerobio de membrana** para el tratamiento de aguas residuales urbanas



**SOCIOS:**

**Objetivos:**

- Optimizar la operación de un reactor anaerobio de membrana externa.
  - Optimización HRT y SRT
  - Tecnologías innovadoras
- Estudiar alternativas de recuperación de  $\text{CH}_4$  en el permeado
- Evaluar el sistema optimizado
  - Reducción de la producción de fangos
  - Posibilidad de reutilización
  - Disminución del consumo energético



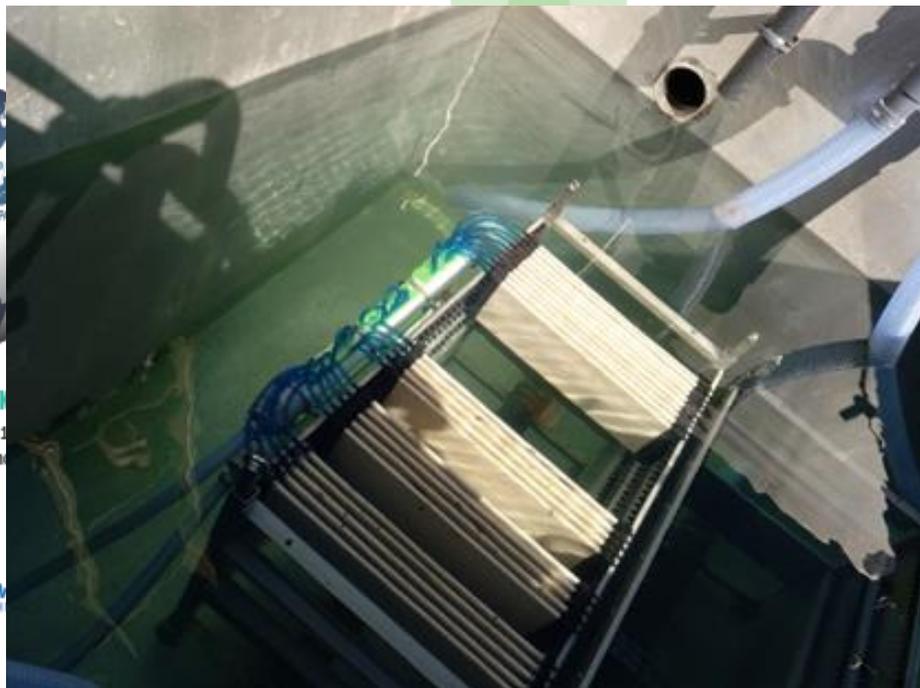
RETOS-COLABORACIÓN (MINECO), RTC-2014-2858-5





### PROJECT PARTNERS

REMEB is being developed by a consortium comprised by 10 private sectors from seven different countries: Spain, France, Italy, Germany, Portugal, Greece and the UK.



# Environmentally friendly ceramic MEMBRANE BIOREACTOR RECYCLED for cultural and industrial uses for waste water reuse

If you wish to receive further information on REMEB project, please, contact us:

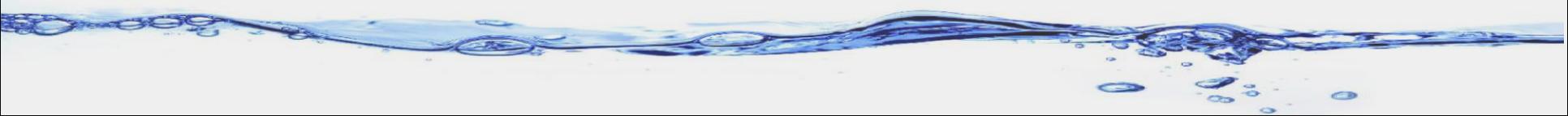
FACSA ▲ Guillermo Berlanga @jgberlanga@grupogimeno.com

■ C/ Enmedio nº9-11 entresuelo, CP. 12001 Castellón (Spain)

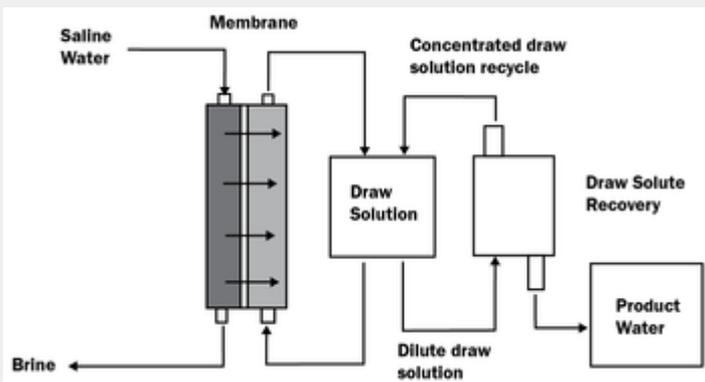
☎ +34 964 255 063 [www.remeb-H2020.com](http://www.remeb-H2020.com)

Follow us:

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 641998.



## Forward osmosis





**MUCHAS GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN**

