



BRAINYMEM



# **Minimización del consumo energético en EDAR mediante estrategias de control: resultados del proyecto LIFE-BRAINYMEM**

**Teresa de la Torre, Ana Álvarez,  
Carlos Rodríguez y Jorge Malfeito**

# Índice

1. El proyecto BRAINYMEM
2. MBR y consumo energético
3. Planta de demostración
4. Sistema de control
5. Resultados
6. Conclusiones



# El proyecto Brainymem



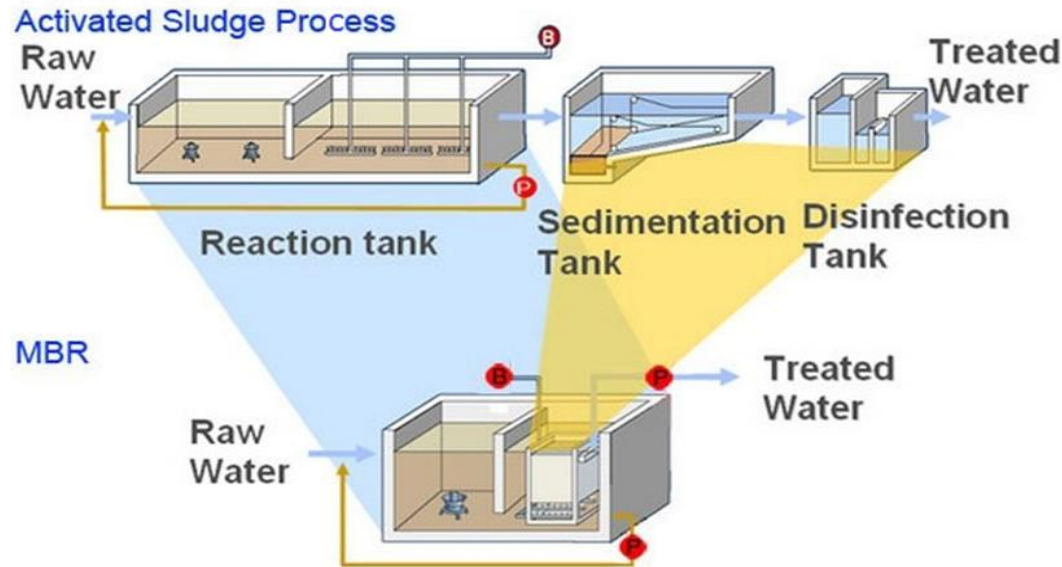
## Advanced-control MBR for wastewater reclamation (BRAINYMEM)

- **Objetivo:** La reducción del consumo energético debido a la aireación (en la membrana y en el biológico) implementando estrategias de control
- Programa life: financiación CE de proyectos para reducción impacto medioambiental
- Ubicación del proyecto: Almuñécar, Granada
- Presupuesto: 506.366 € %
- EC Co-financiación: 50 %
- Beneficiario: ACCIONA AGUA S.A.U.
- Duración: 01/07/2014 - 30/06/2017





# Introducción: MBRs

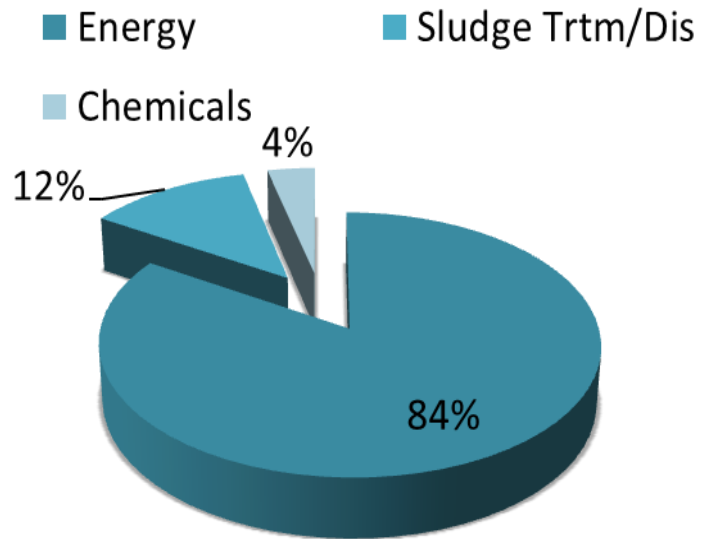


- Separación fango-agua mediante filtración.
- Menor superficie de implantación.
- Alta calidad de efluente:
  - Baja turbidez
  - Libre de sólidos y patógenos



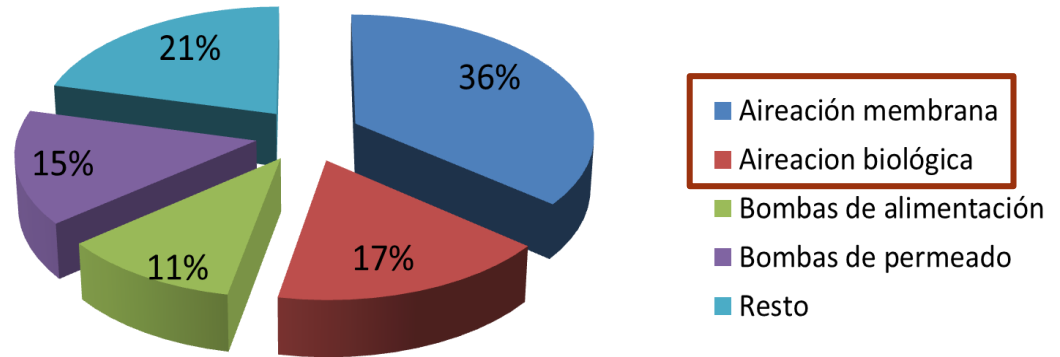
# Introducción: MBRs

## Costes operacionales



Fuente: Judd, 2011

## Consumo energético



Fuente: Krzeminski, 2013

## Aireación para controlar el ensuciamiento en la membrana

Consumo energético de la aireación: >50% de los costes energéticos



Optimización del proceso en términos energéticos

# Planta de demostración



## Planta piloto de MBR en Almuñécar (Granada)



- Alimentación: 5m<sup>3</sup>/h.
- Agua residual urbana
- Situada en la EDAR Almuñécar
- Pretratamiento 0.4 mm
- MBR a escala semi-real.

SRT	MLSS aerobic tank	MLSS membrane tank	HRT	T	COD filtered
d	g/L	g/L	h	°C	mg/L
20	8	10	13	12-30	147

Membrane	Module	Supplier	Pore size (µm)
Hollow fiber (HF)	LeapMBR	GE	0.04

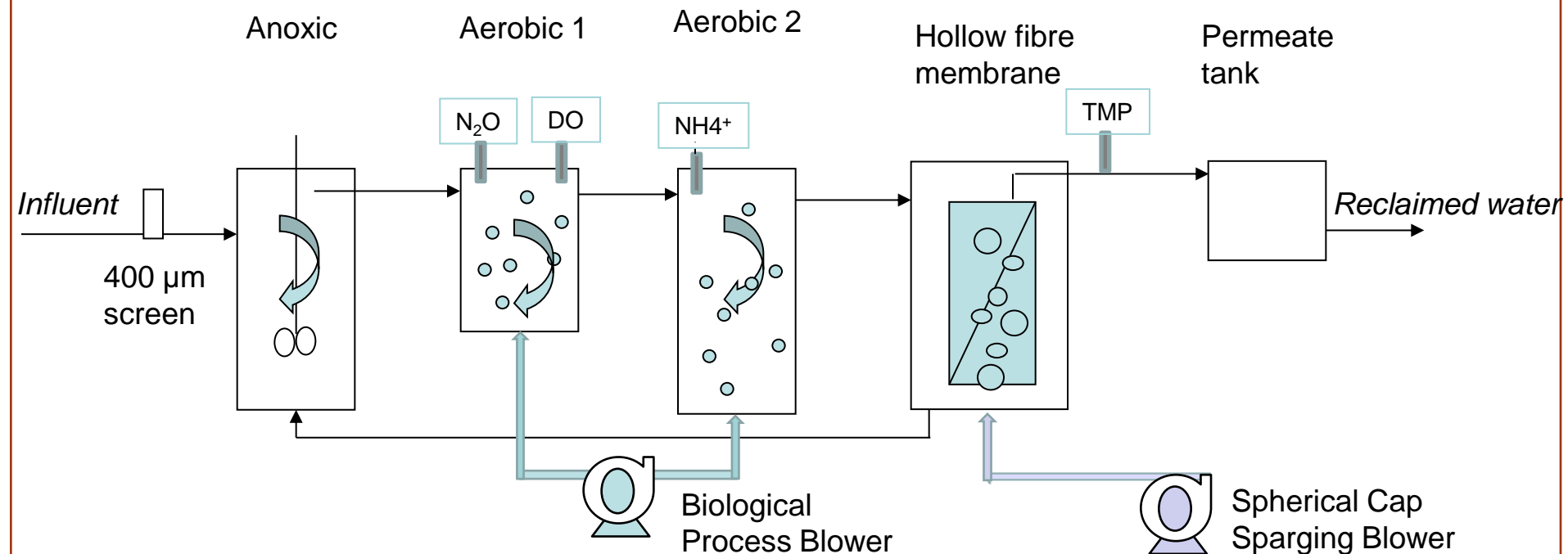
# Planta de demostración



## Esquema general planta piloto BRAINYMEM

### Sensores implicados en los sistemas de control:

- Sensores DO, NH<sub>4</sub> y Presión: Hach Lange y Endress-Hauser
- Sensor N<sub>2</sub>O: Unisense

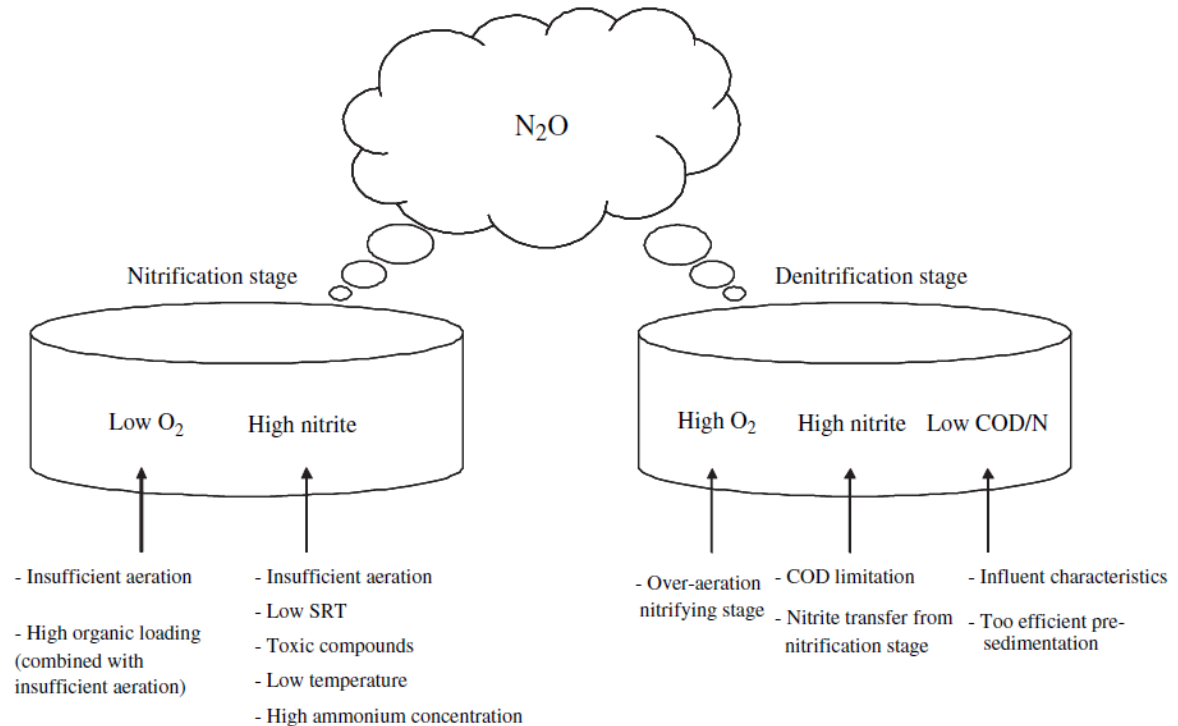
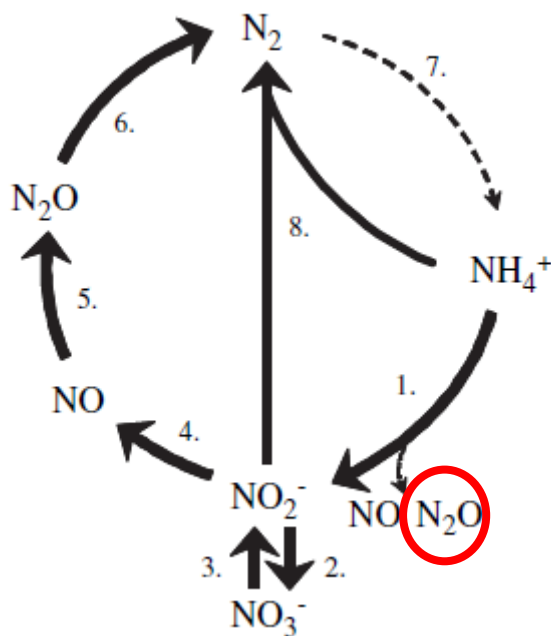


# Sistema de control



## • Control de la aireación biológica:

- Estrategia de control del DO en función del valor de N<sub>2</sub>O:
  - Producto intermedio de las reacciones de nitrificación
  - Indicador temprano de posibles perturbaciones en la eliminación de N
  - Butler et al., 2009: 3-5 h desde pico de N<sub>2</sub>O hasta pico de NH<sub>4</sub> en el efluente
- Patente Acciona Agua

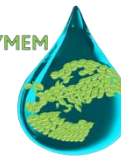


(Kampschreur et al., 2009)



# Sistema de control

BRAINMEM



- **Control de la aireación de membrana:**

- Ajuste del variador de frecuencia de la soplante para alcanzar la velocidad de ensuciamiento de la membrana
- Calculado en base a un modelo semiempírico filtración (Saroj et al., 2014 , modificado) y datos de planta
- Selección de la frecuencia de lavado químico deseada
- No requiere instrumentación adicional



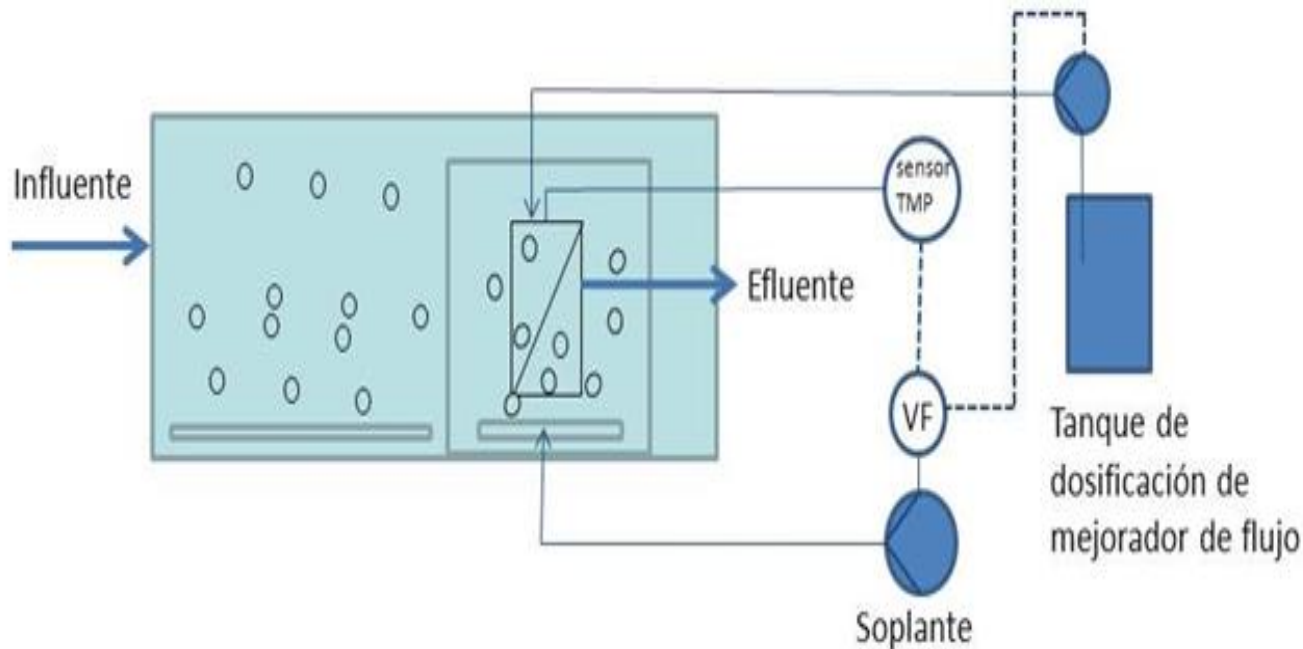
# Sistema de control

BRAINYMEM



- **Control del ensuciamiento en emergencias:**

- Cuando la velocidad de ensuciamiento es mayor a la deseada y no puede ser contrarrestada con la aireación, se activa la dosificación de mejorador de flujo.
- Mejorador de flujo (flux-enhancer (FE)): sustancia que ayuda a mejorar la filtrabilidad del fango

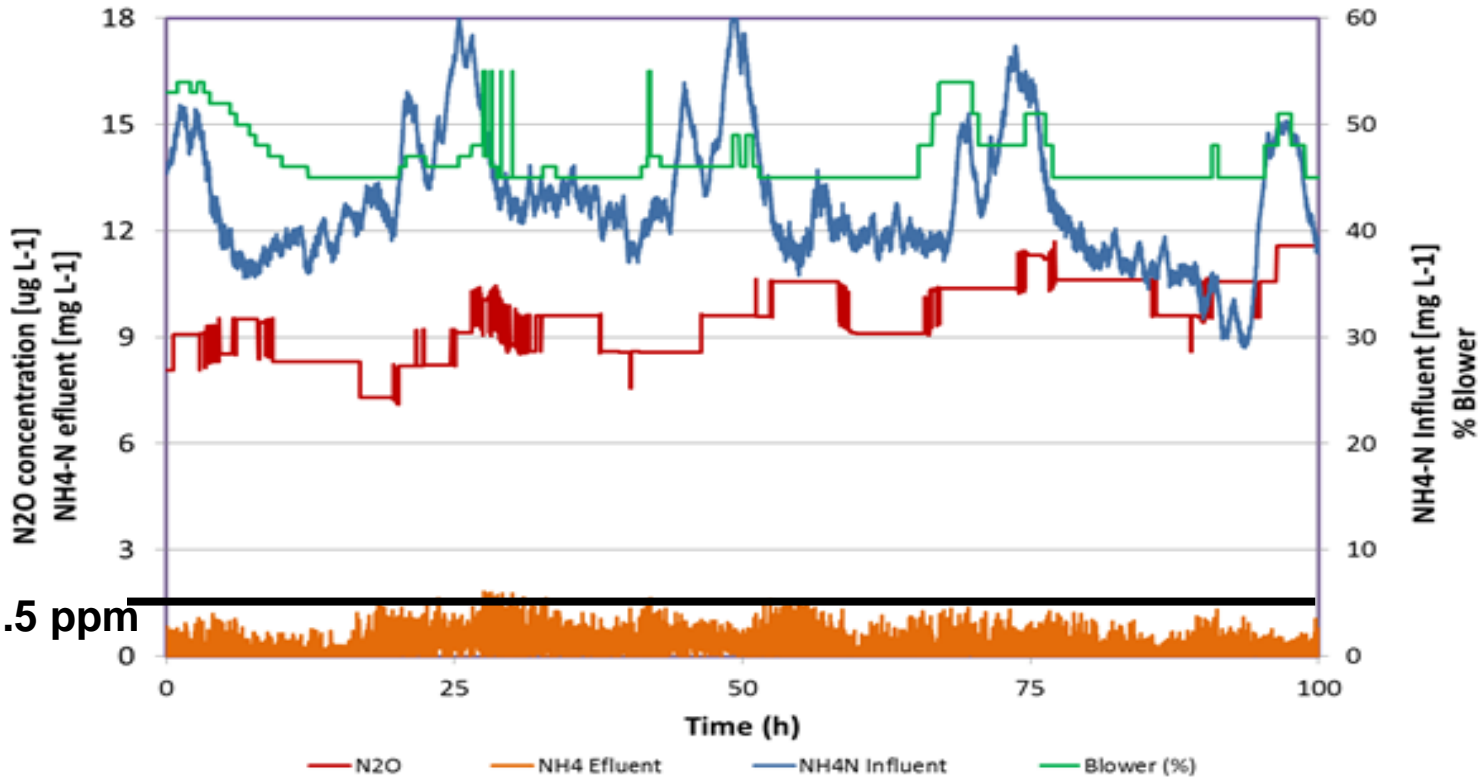


# Resultados técnicos

BRAINYMEM



## Control de la aireación biológica



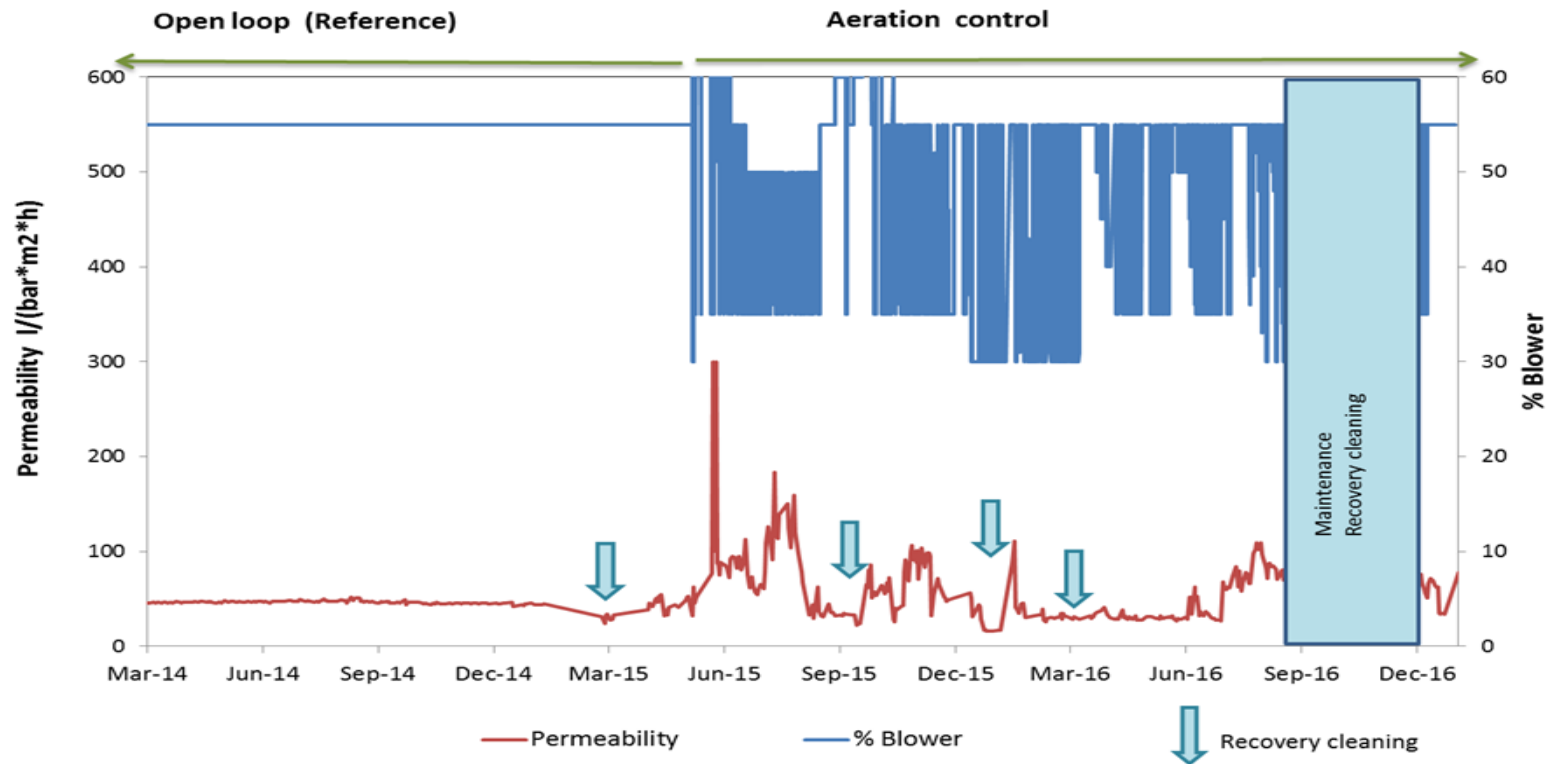
Límite 1.5 ppm

- Baja concentración de N<sub>2</sub>O (µg/L): 0.01% TKN del influente (0.001-4% en la literatura)
- NH<sub>4</sub><1.5 ppm: el sistema de control asegura la calidad del efluente.
- Comparación con control biológico basado en setpoint de DO.

# Resultados técnicos



## Control de la aireación de membrana



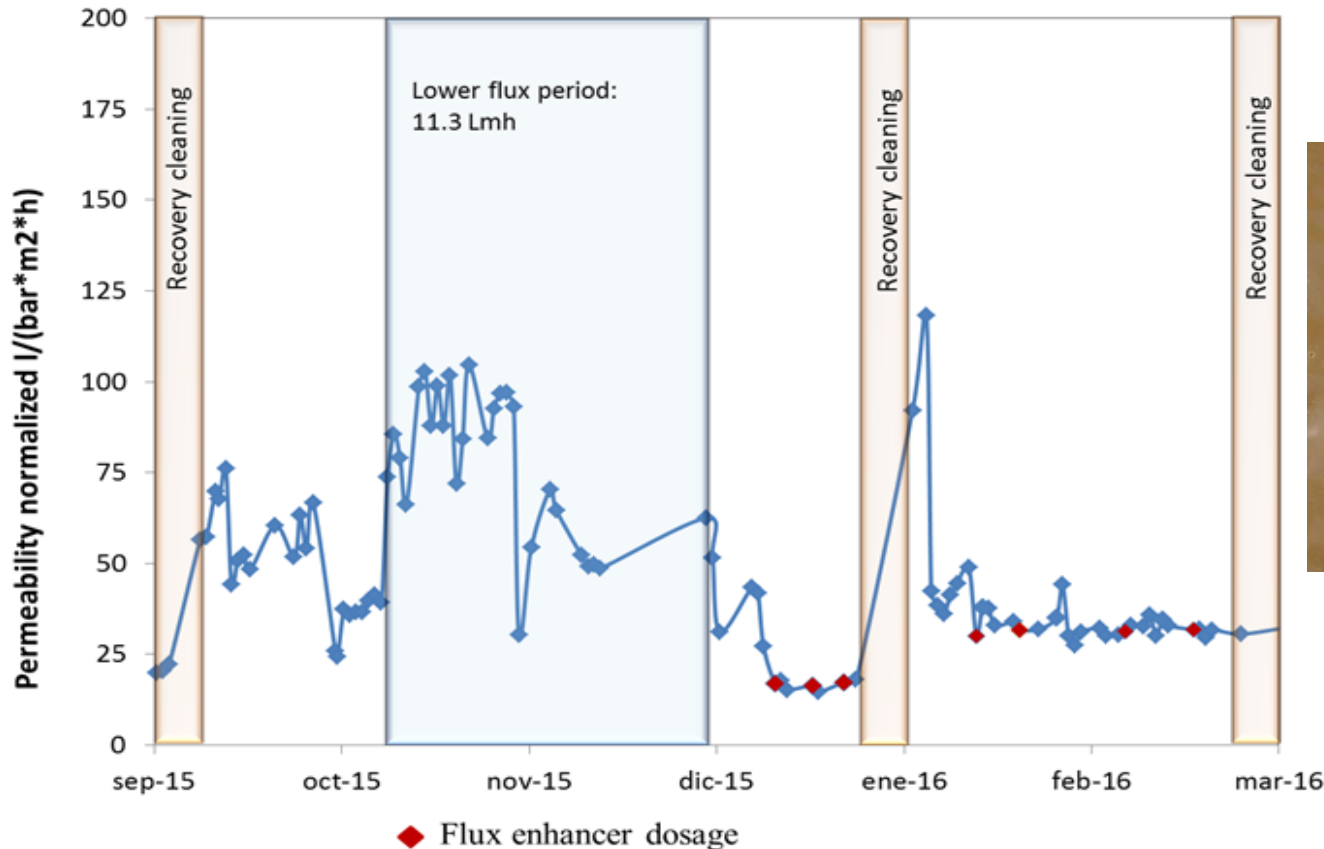
- Variador de frecuencia de la soplante entre 30-55%
- Frecuencia de lavado químico deseada: 4 meses → buen ajuste del modelo
- Menor frecuencia de lavado → menor ahorro energético

# Resultados técnicos

BRAINYMEM



## Dosificación de mejorador de flujo (FE)

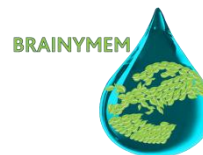


Sin FE

Con FE

- 300-350 ppm MPE50 dosificado en momentos puntuales de alto ensuciamiento
- Sin efecto notorio sobre la permeabilidad de la membrana

# Resultados técnicos



## Eliminación de nutrientes y DQO

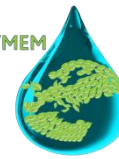
INFLUENTE					
	TSS	DQO	NH <sub>4</sub> -N	Nt	Pt
	mg/L	mg O <sub>2</sub> /L	mg/L	mg/L	mg/L
Referencia (sin control)	1946	147	31	37	10
Control de aireación de membrana	1627	103	31	35	15
Control de aireación biológica	811	112	29	34	13
EFLUENTE					
	SS	DQO	NH <sub>4</sub> -N	Nt	Pt
	mg/L	mg O <sub>2</sub> /L	mg/L	mg/L	mg/L
Referencia (sin control)	<1	19.7	0.2	7	4
Control de aireación de membrana	<1	20.5	0.7	6	4
Control de aireación biológica	<1	23.4	0.7	7	5

# Resultados técnicos

## Consumo energético

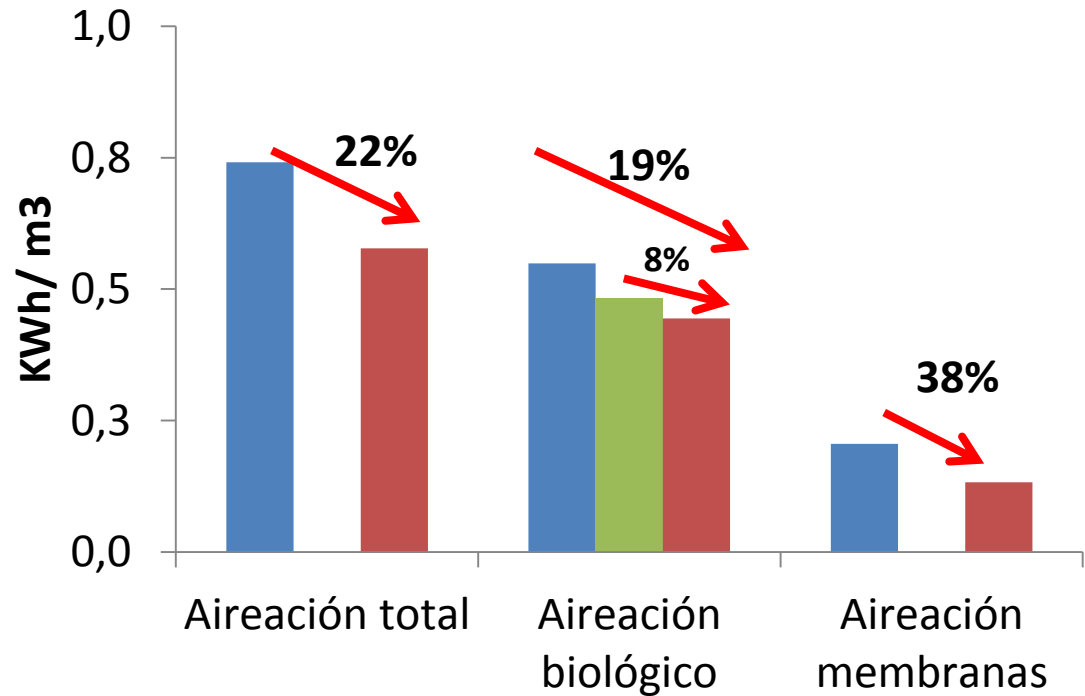
2 años de experimentación

BRAINYMEM



El control BRAINYMEM reduce el consumo energético de la aireación >20%

- Sin control
- Control de referencia
- Control aireación biológica BRAINYMEM



Aireación de membrana

MBRs convencionales

0,7-1,2 kWh/m3

MBR sin control

0,21 kWh/m3

Control Brainyem

0,13 kWh/m3

Fuente: Cedex, 2013

# Conclusiones



- El control implementado reduce significativamente el consumo energético:
  - **Reducción del consumo de la aireación de membrana (38%)**
  - **Reducción del consumo de la aireación biológica (19%)**
  - **Reducción de la energía total de aireación (22%)**
- El ahorro conseguido dependerá de los límites de operación de la soplante, la frecuencia de lavado químico deseada
- La dosificación no mejoró la permeabilidad aplicada puntualmente en situaciones de alto ensuciamiento → El producto no es efectivo para esta aplicación
- La calidad del efluente no se ha visto afectada for el control
- El control BRAINYMEM de la aireación:
  - Del biológico es aplicable a cualquier EDAR
  - De la membrana es aplicable a cualquier sistema MBR y no requiere instrumentación adicional
  - Primera aplicación real en MBR Kobaron (Vizcaya)



# Agradecimientos

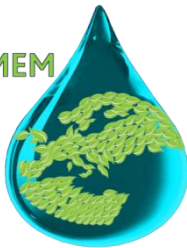
BRAINYMEM



- Aguas y Servicios de la Costa Tropical de Granada
- LIFE+ Programme of the European Commission (LIFE13/ENV/ES/000160 LIFE BRAINYMEM)

[www.life-brainymem.com](http://www.life-brainymem.com)

BRAINYMEM



*The research leading to these results has received funding from the People Program (Marie Curie Actions) of the European Union's Seventh Framework Programme FP7/2007-2013 under REA agreement 289193.*

*This presentation reflects only the author's views and the European Union is not liable for any use that may be made of the information contained therein.*

## Gracias por su atención

BRAINMEM

