



UNIVERSIDAD DE LEÓN
GRUPO DE INGENIERÍA QUÍMICA, AMBIENTAL Y BIOPROCESOS



UTILIZACIÓN DE SISTEMAS BIOELECTROQUÍMICOS EN DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

Ponente:

Dr. Raúl Mateos González

Circuito eléctrico externo
(Carga eléctrica o fuente de tensión)



e^- ↑

↓ e^-

ÁNODO

CÁTODO

Ánodo biocatalizado
(Bioánodo)

Cátodo biocatalizado
(Biocátodo)

Ox.

Ox.

Red.

Red.

Ánodo abiótico

Cátodo abiótico

Ox.

Ox.

Red.

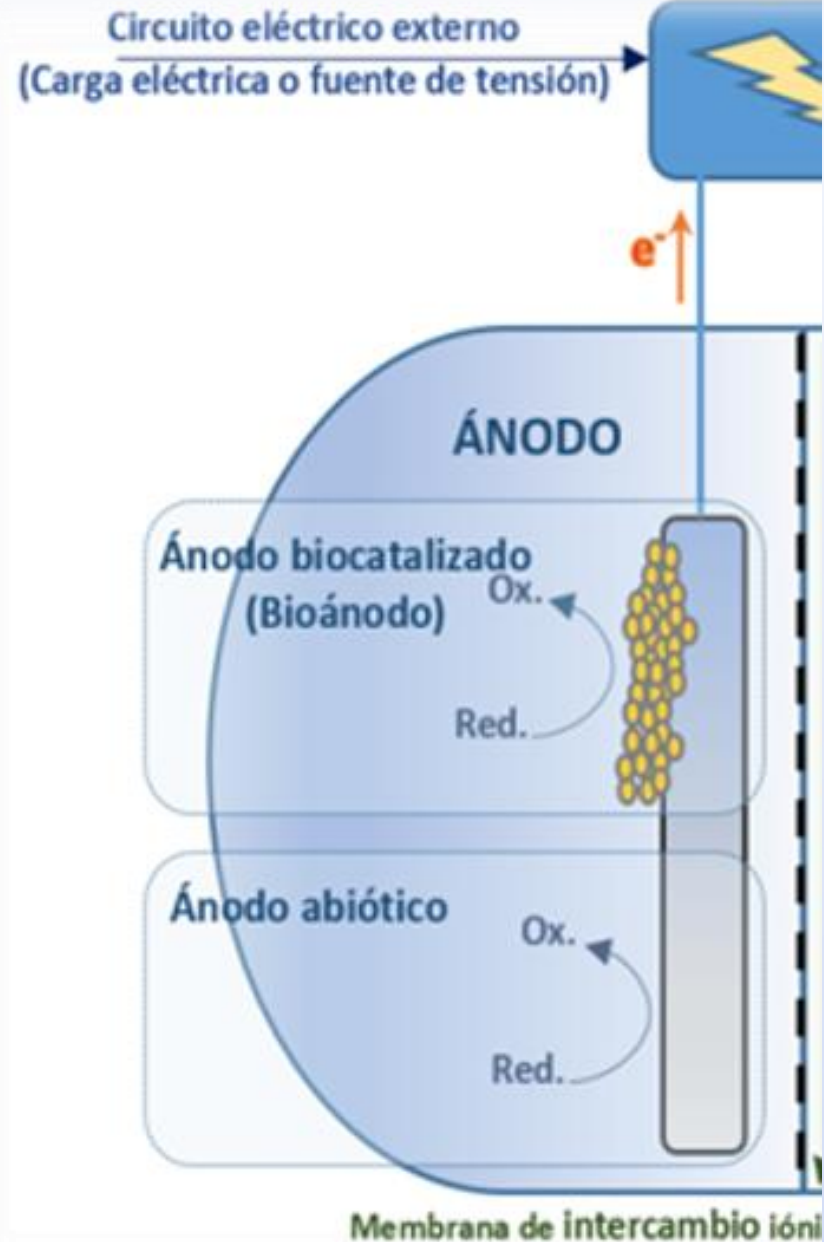
Red.

Membrana de intercambio iónico

**Oxidación de
materia orgánica**

Hidrólisis de agua

Otras oxidaciones



TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1º Restricciones asociadas al sistema bioelectroquímico

- Baja eficiencia culómbica
- Pérdidas óhmicas
- Recirculación de hidrógeno (Homoacetógenos)
- Baja recuperación de hidrógeno

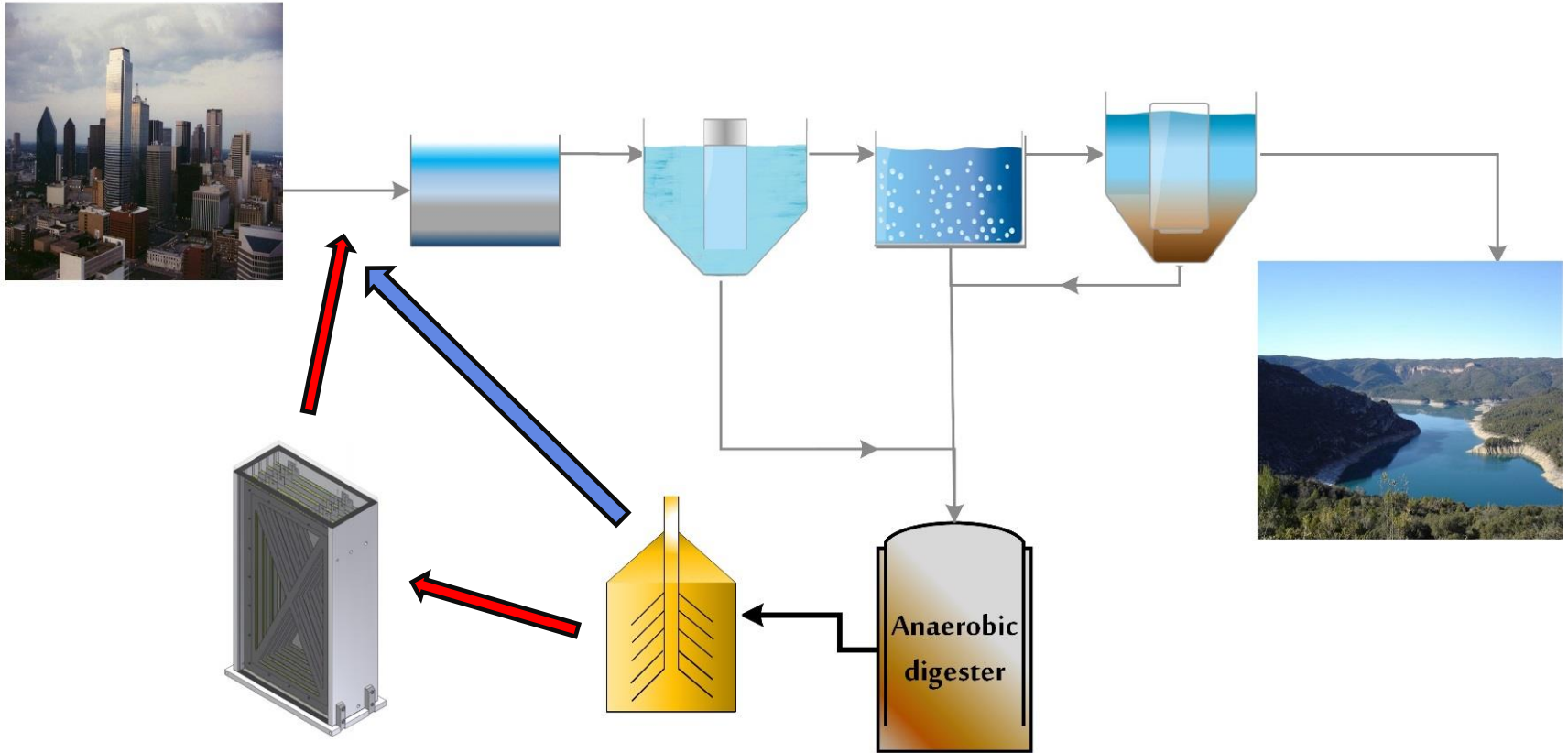
2º Restricciones asociadas al uso del agua

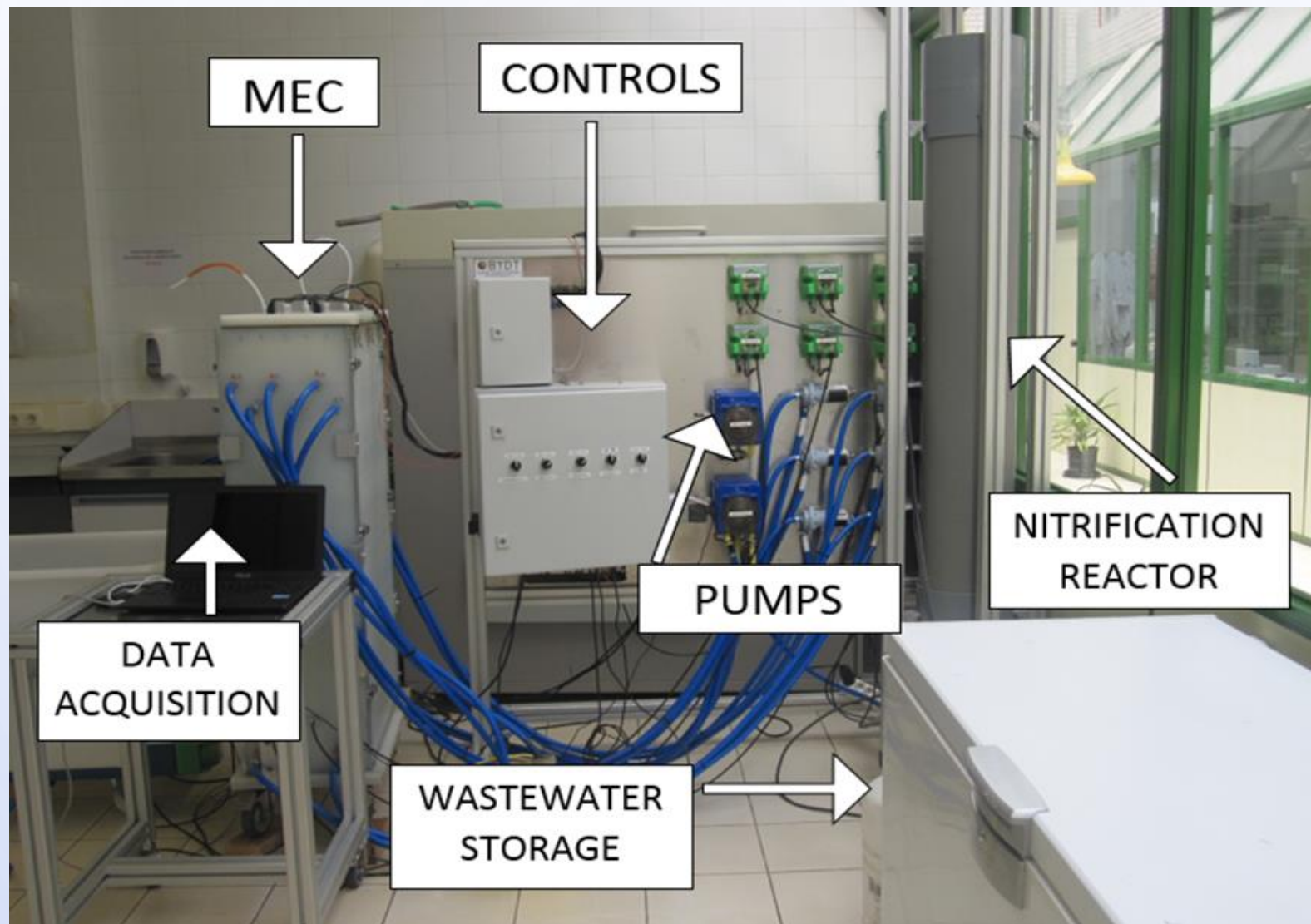
- Baja concentración de DQO
- Baja conductividad
- Cinética de degradación del agua residual

3º Restricciones tecnoeconómicas (Escalado)



TRATAMIENTO DE AGUAS DE RETORNO





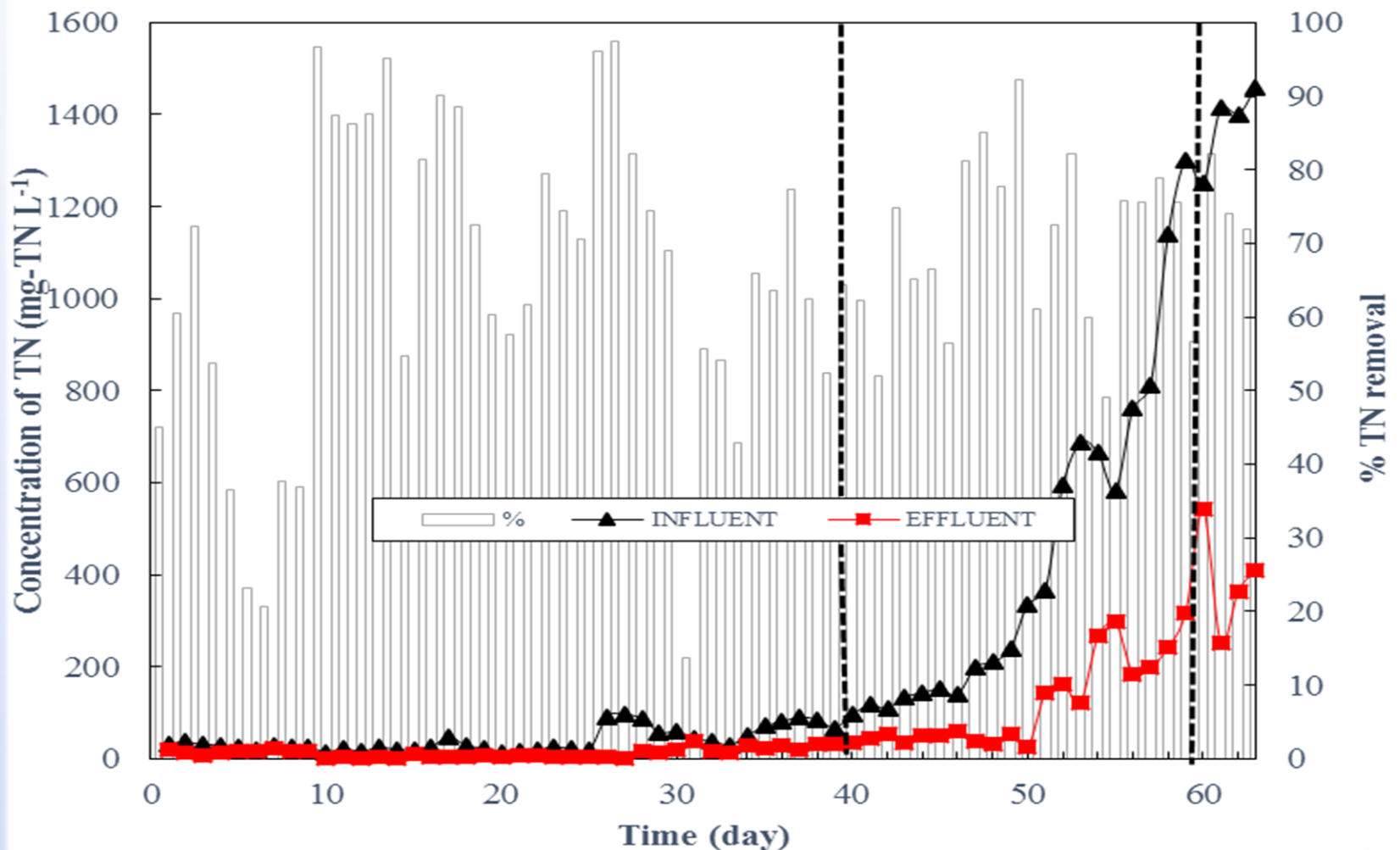
Volumen MEC= 150 L

Voltage = 1V

TRH = 1d

5 pares de electrodos en paralelo

Eliminación de nitrógeno

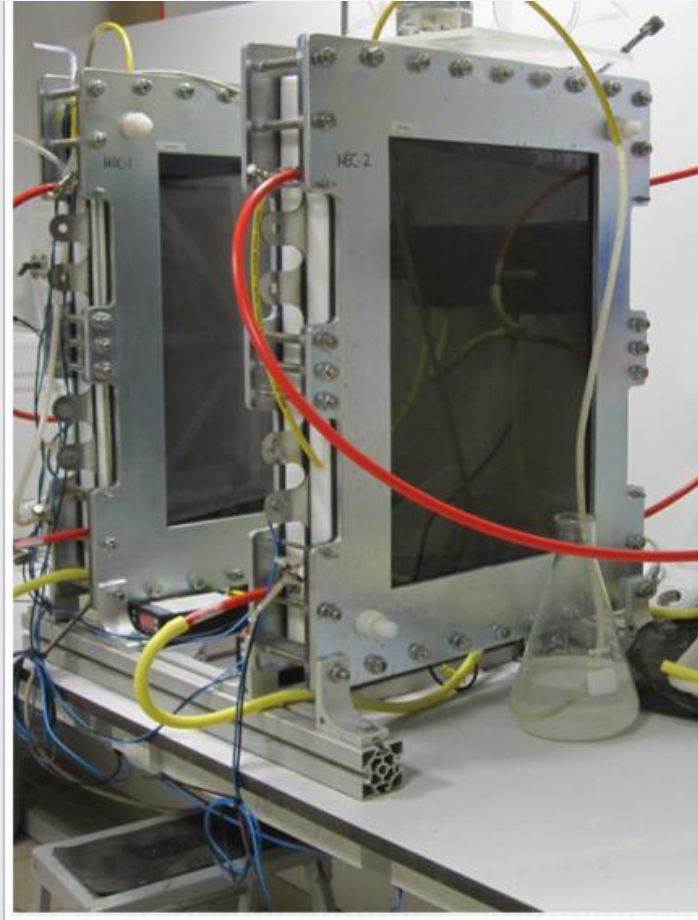


✓ 70% eliminación de N

✓ 80% eliminación de COT

✗ Problemas de nitrificación

TRATAMIENTO DE PURINES



- ✓ Objetivo: Rebajar N y generar corriente limpia con N.
- ✓ Volumen: 8 litros
- ✓ MEC: 1V
- ✓ Problemas de biodegradabilidad
- ✓ Corrientes bajas
- ✓ Problemas de sólidos
- ✓ 60% de recuperación de N en corriente limpia

VINAZAS / LACTOSUERO



Sustratos problemáticos:

- ✓ Eficiencias de depuración y energéticas bajas
- ✓ Vinaza:
 - Baja degradabilidad
 - Compuestos perjudiciales para bacterias electroactivas (ej. Fenoles)
- ✓ Lactosuero:
 - Gran cantidad de sustrato
 - Descompensación de nutrientes

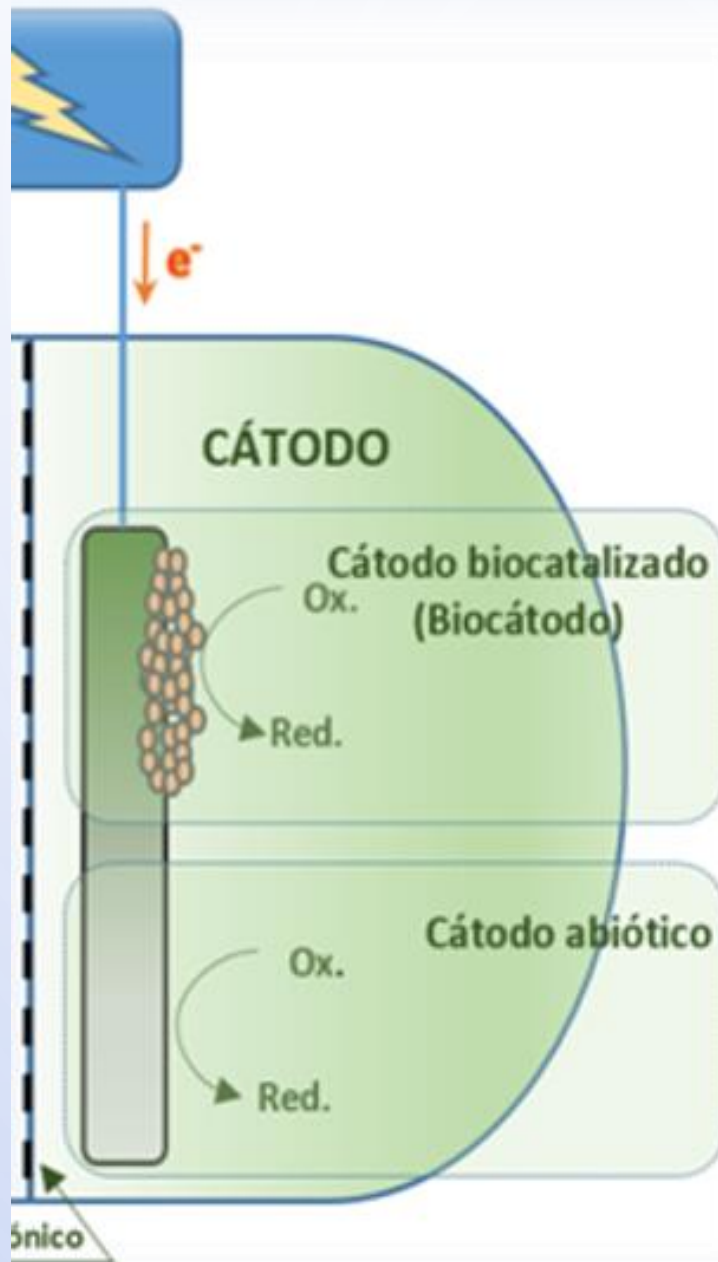
OTRAS APLICACIONES

✓ Recuperación de iones:

- Na/Cl: $\text{NaOH} + \text{HCl}$
- Concentrados de Ósmosis inversa
- Bioelectrodialisis
- Configuraciones más complejas

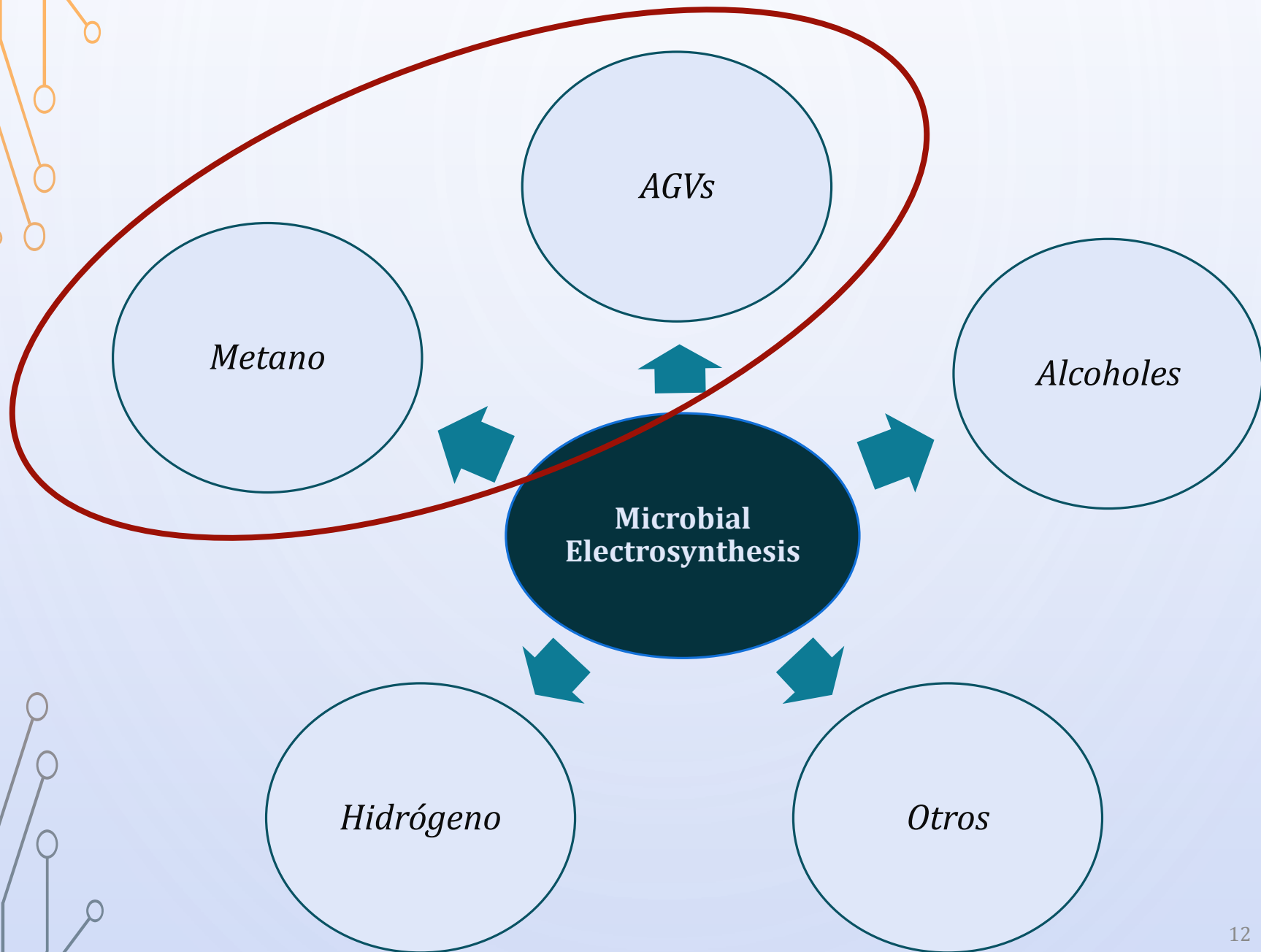
✓ Tratamiento de aguas con sulfuro:

- Bacterias electroactivas resistentes a sulfuros y sulfatos
- Oxidación simultánea de materia orgánica y sulfuro

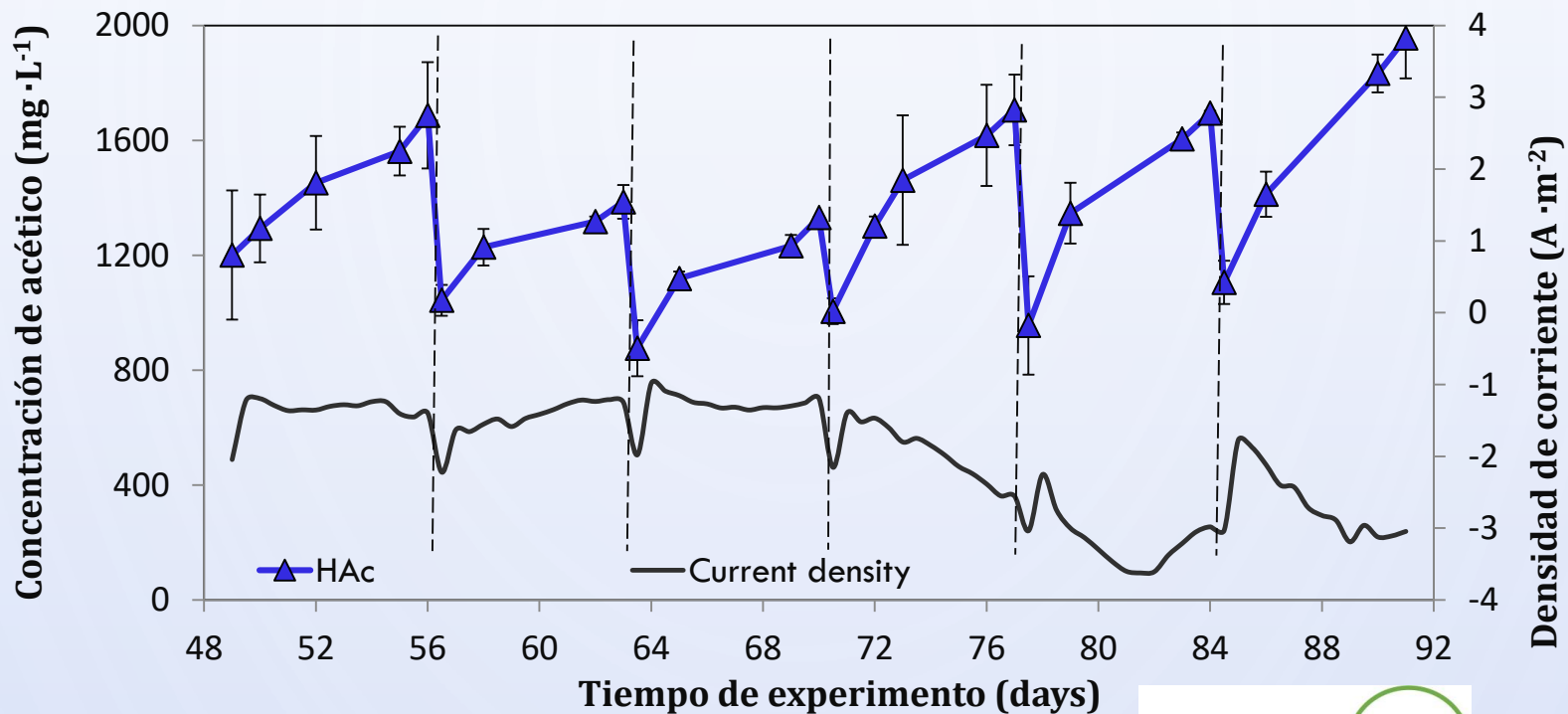


CO₂

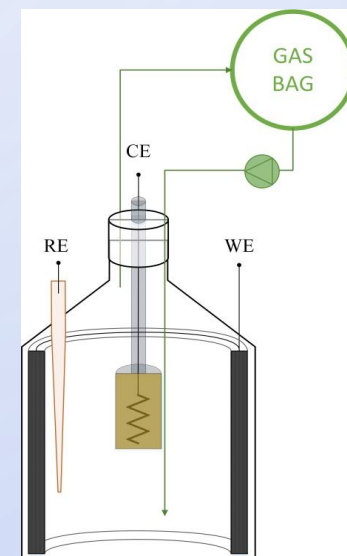
Biogás



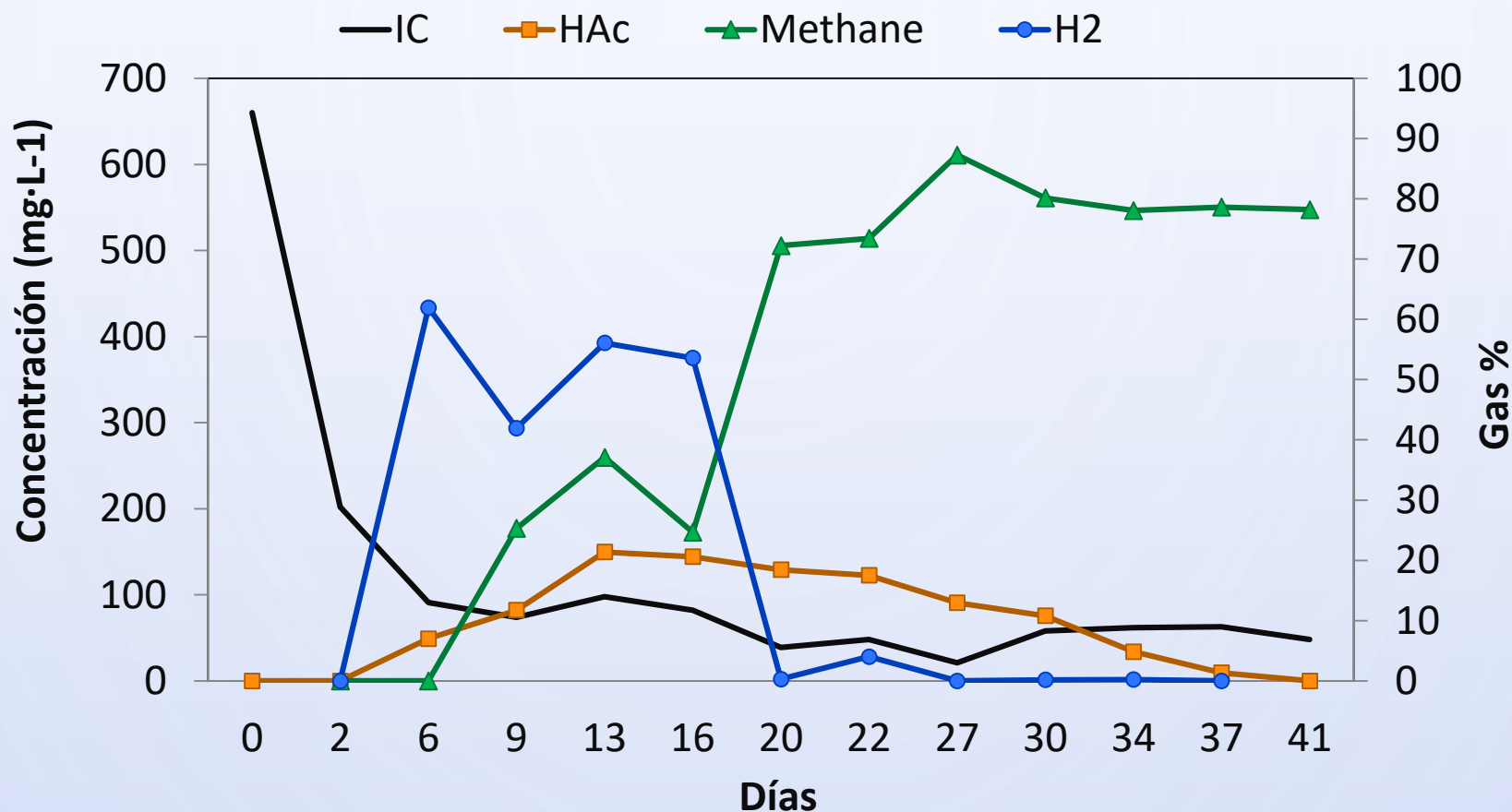
PRODUCCIÓN DE ACÉTICO



- Concentración máxima $\sim 2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Fijación del CO_2 de hasta el 100%



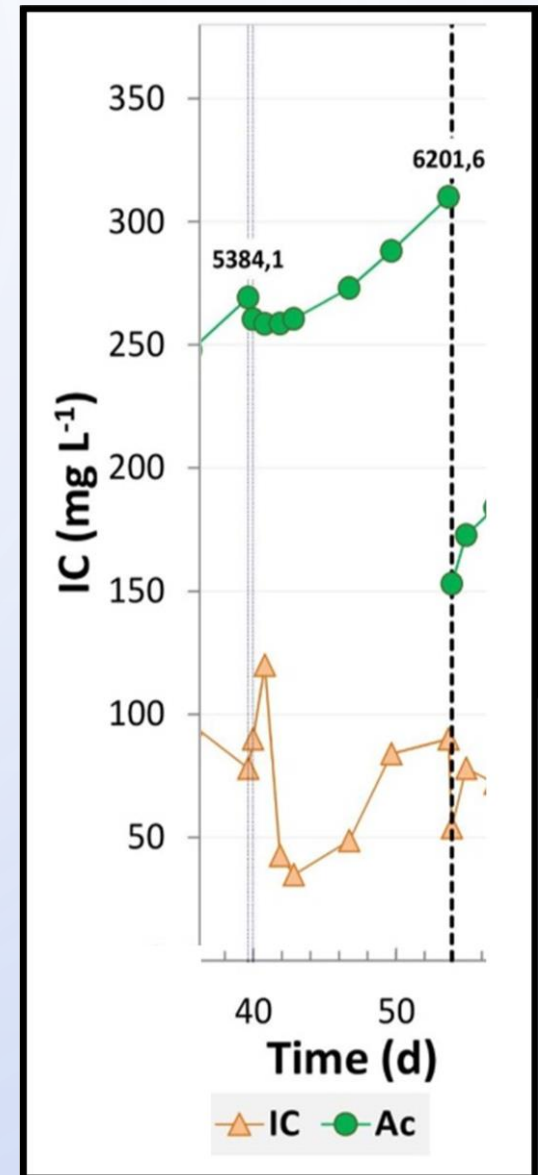
PRODUCCIÓN DE METANO



- ✓ *Día 2:* Actividad electroactiva sin productos. Crecimiento microbiano.
- ✓ *Días 6-16:* Bajas producciones de acético, hidrógeno y metano
- ✓ *Días 16-41:* Sin hidrógeno, consumo de acético y producción mayoritaria de metano: >80% y tasa de 30-55 mL·L⁻¹·d⁻¹

SUMINISTRO ELÉCTRICO

- El sistema MES es robusto frente a interrupciones eléctricas.
- Los cortes afectan al comportamiento de la MES por un breve periodo.
- El biofilm está dominado por bacterias electroactivas *Sporomusa*, *Clostridium* y *Desulfovibrio*.
- El sistema MES prueba estar listo para ser acoplado a un suministro eléctrico renovable con fluctuaciones de energía.



CONCLUSIONES

- **Gran versatilidad para trabajar en el ámbito de las aguas residuales.**
- Aplicaciones en depuración, recuperación de nutrientes y producción de compuestos de valor.
- Resistencia del biofilm de microorganismos electroactivos frente a cortes de suministro, altas concentraciones de sustrato, N, S y otros.



UNIVERSIDAD DE LEÓN
INSTITUTO DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y
BIODIVERSIDAD
ÁREA DE INGENIERÍA QUÍMICA



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Ponente:

Dr. Raúl Mateos González