

## ELECTRODES NITRIFICACIÓN APLICADA AL TRATAMIENTO DE AGUAS DE RECHAZO DE PROCESOS DE ÓSMOSIS INVERSA (TOL18-23)

F. Javier García Castillo (Jefe Departamento Tratamiento de Aguas, FACSA, jgarcia@facsa.com), Manuel Ortiz Gómez (Técnico Departamento Tratamiento de Aguas, FACSA, manuelortiz@facsa.com), José Alfonso Canicio Chimeno (Presidente y asesor científico, Hydrokemós, S.L., josep.canicio@iqs.url.edu), Ruth Canicio Bardolet (Directora I+D, Hydrokemós, S.L., ruth.canicio@hydrokemos.com), Andriy Kharuk Carabela (Director de operaciones, Hydrokemós, S.L., andriy.kharuk@hydrokemos.com)

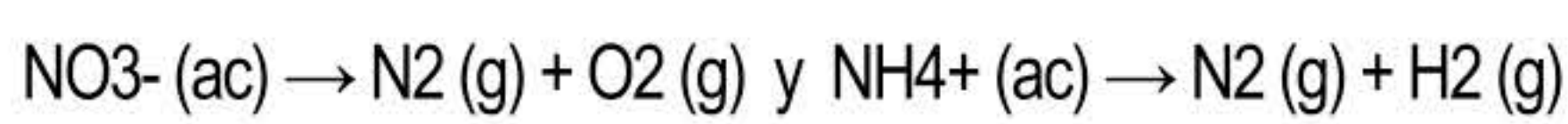
Durante los últimos años, la sobreexplotación de los acuíferos costeros ha provocado la intrusión marina en los pozos de las zonas cercanas a la costa. Además, en muchas aguas subterráneas se ha observado un incremento de los niveles de nitratos, principalmente debido a la actividad humana en diversas áreas. Puesto que la desalación de pozos salobres es mucho menos costosa que la desalación del agua de mar, la ósmosis inversa permite desalar las aguas de acuíferos salobres a un coste asumible, suministrando el recurso agua dulce preciso para el desarrollo de las regiones costeras, pero sobre todo produciendo agua apta para el consumo humano.

El proyecto estudia la viabilidad técnica de reducir la concentración de nitratos de las aguas de rechazo procedentes de tratamientos por ósmosis inversa convirtiéndolos en nitrógeno gas mediante reacciones electroquímicas, a partir de la tecnología desarrollada por Hydrokemós, S.L. Es necesario precisar que las actuales tecnologías de tratamiento de nitratos más convencionales no eliminan estas sales, sino que las concentran, no solucionándose de forma completa la problemática que plantean los nitratos en el medio ambiente.

La tecnología no adiciona reactivos químicos durante el proceso, reduce electroquímicamente el nitrato a nitrógeno y amonio y aprovecha el cloruro del agua para generar hipoclorito que oxide el amonio a nitrógeno gas. Estas características atribuyen al sistema ventajas frente a otras técnicas en términos de costes de inversión y de explotación.

### MÉTODO

El proceso no genera ningún tipo de subproducto o rechazo susceptible de ser tratado a posteriori una vez se trata el agua contaminada. Las principales reacciones oxidación/reducción involucradas en el proceso son:



Además de las reacciones principales, en la celda electroquímica se producen procesos secundarios, tanto en el cátodo como en el ánodo, que están ligados a los distintos compuestos presentes en las aguas a tratar.

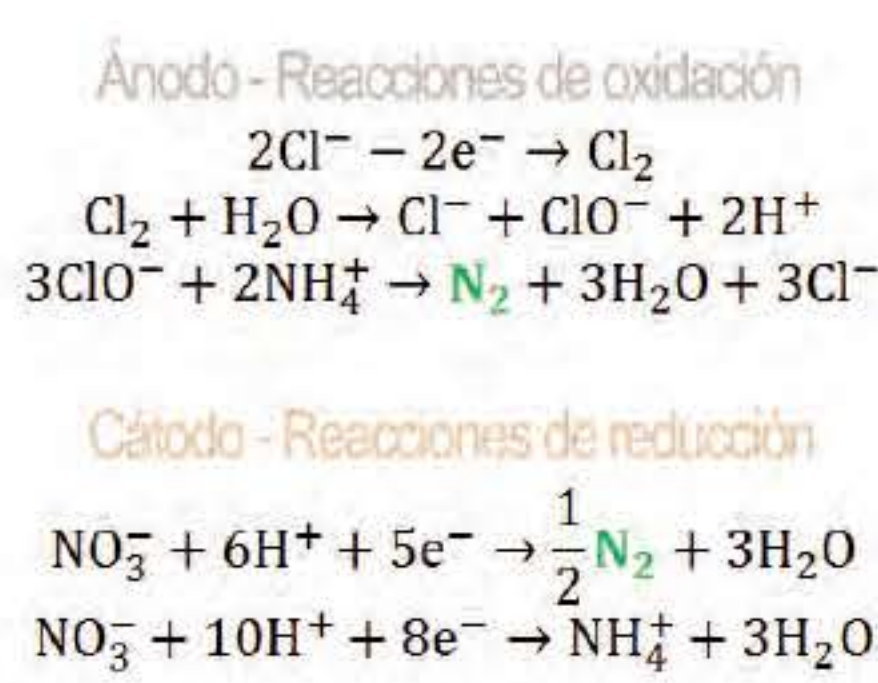
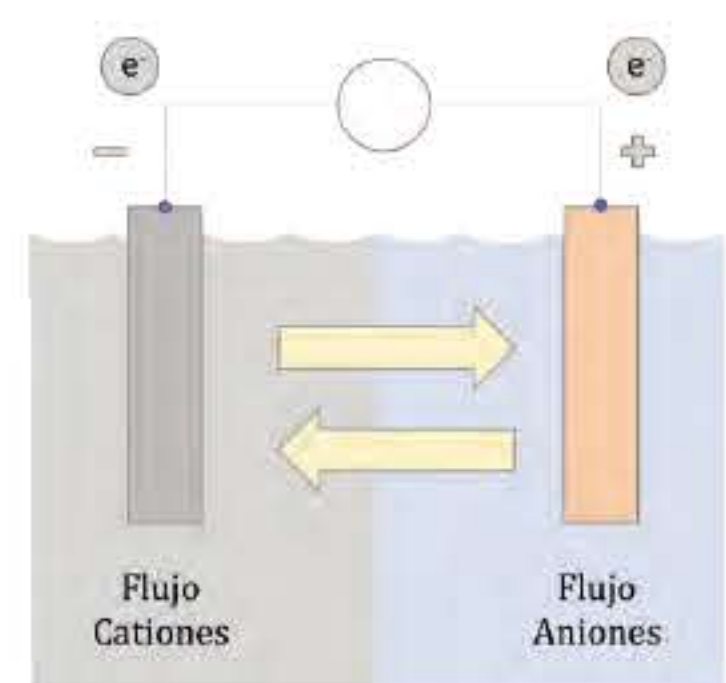


Figura 1. Esquema de funcionamiento de una celda electroquímica y las reacciones químicas involucradas.

### DISCUSIÓN

**Objetivo principal:** desarrollar un sistema eficaz para eliminar los nitratos presentes en aguas subterráneas, en procesos de potabilización, transformándolos en nitrógeno mediante una reacción electroquímica.

**Objetivo adicional:** estudiar la viabilidad técnica de reducir la concentración de nitratos de las aguas de rechazo procedentes de ósmosis inversa (en procesos de potabilización de aguas para consumo humano o desalación de aguas para uso agrícola) convirtiéndolos en nitrógeno gas mediante reacciones electroquímicas.

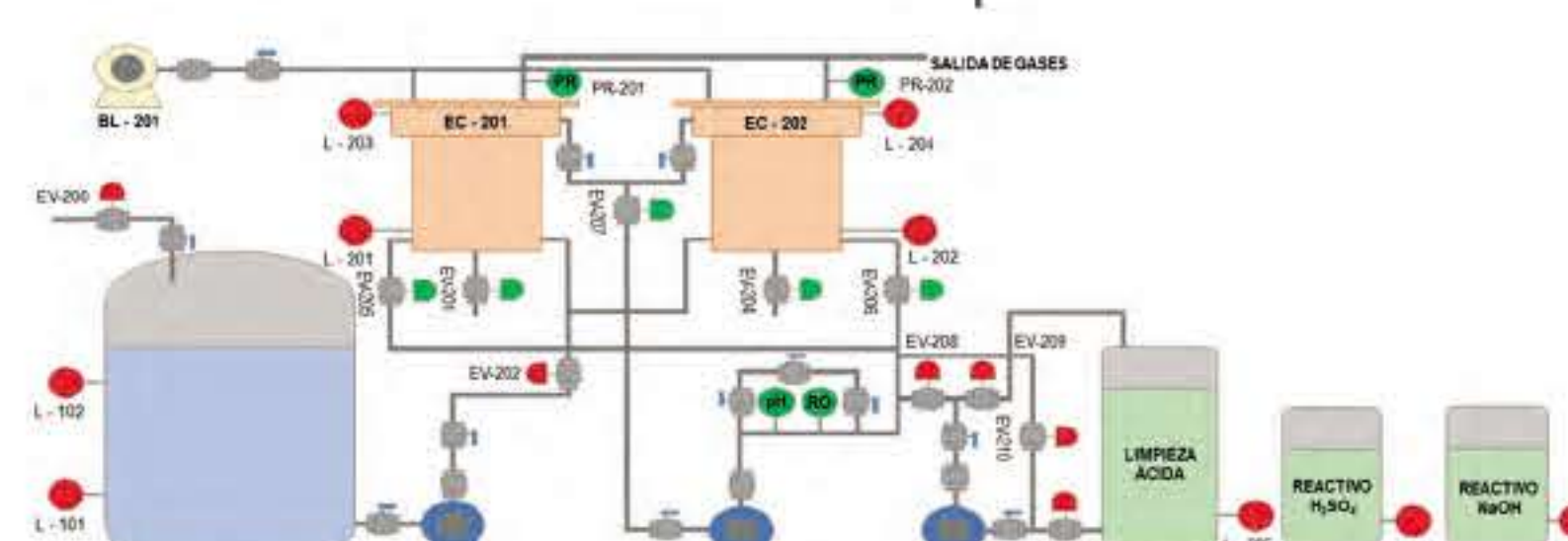


Figura 2. Esquema de operación de una planta de tratamiento HYK.

Se construye un prototipo, que opera con las aguas de rechazo de la desaladora de Burriana (Castellón) de potabilización de agua, reduciendo el contenido de nitratos del rechazo de la desaladora desde valores de 900-1.000 mg/L de nitratos a valores inferiores a los 100 mg/L.



Figura 3. Detalles de la planta piloto instalada en la potabilizadora de Burriana.

### RESULTADOS

Los resultados experimentales se comparan con las mejores técnicas disponibles (MTDs) del mercado cuyo principio de operación se basa en la separación – concentración de los nitratos que posteriormente deben ser gestionados antes de su vertido (datos extraídos del informe Drinking Water Treatment for Nitrate. Technical Report 6, July 2012. Jensen, V.B., Darby, J.L., Seidel, C. & Gorman, C. University of California, Davis).

COMPARATIVA COSTES POR TECNOLOGÍA

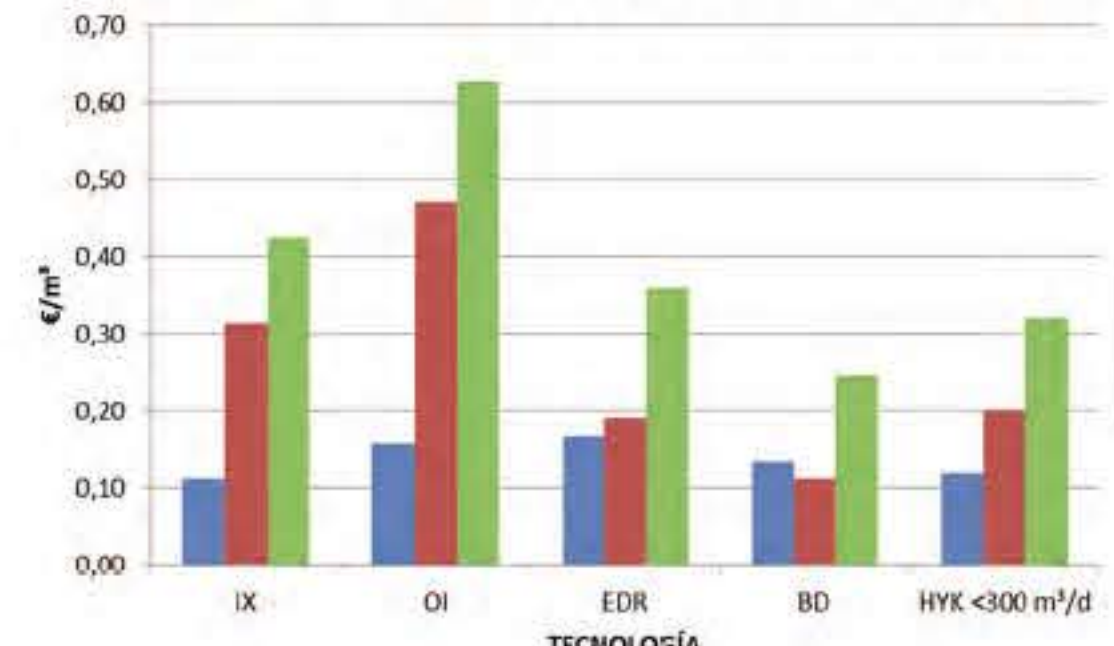


Figura 4. Gráfico comparativo de costes por tecnología. IX – intercambio iónico, OI – ósmosis inversa, EDR – electrodialisis reversible, BD – biodesnitrificación, HYK - electrodesnitrificación.

COMPARATIVA COSTES POR TECNOLOGÍA

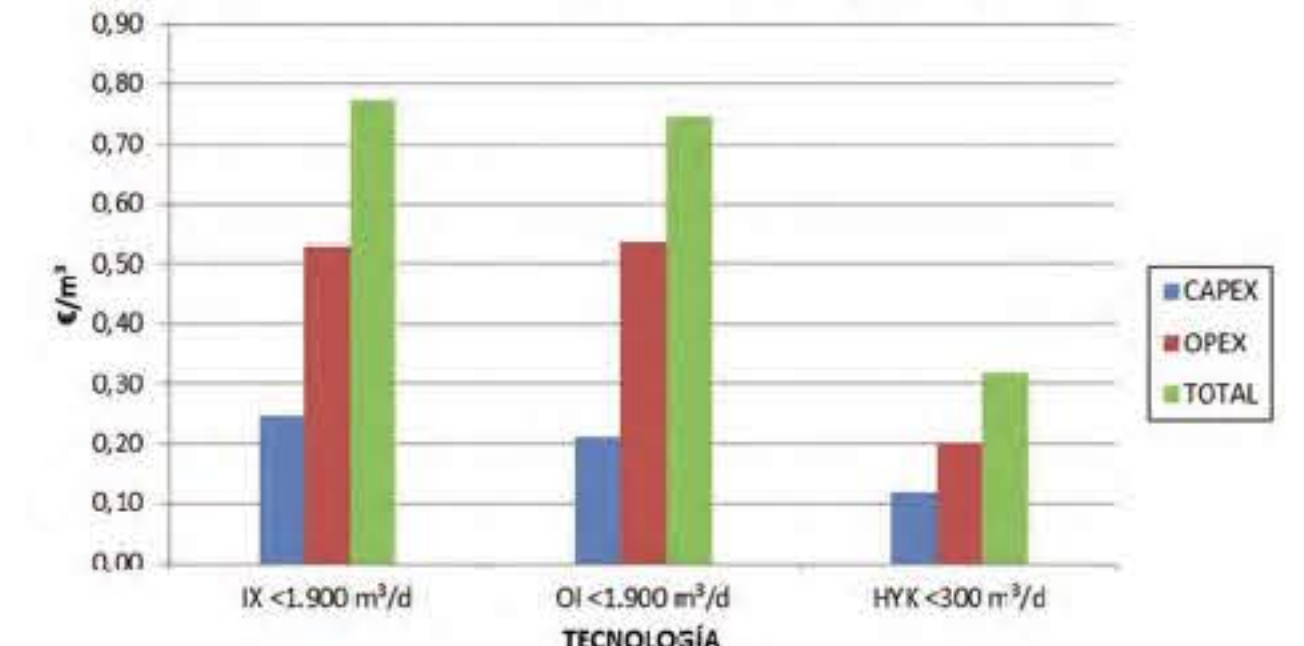


Figura 5. Gráfico comparativo de costes por tecnología para plantas de tamaño pequeño.

### CONCLUSIONES

Coste de explotación del orden de 4,5 €/Kg de nitrato eliminado (para un consumo de 50 kWh/m³ y considerando un coste de 0,08 €/kWh).

La tecnología de biodesnitrificación es una tecnología emergente, posee limitaciones de temperatura y genera un residuo, fango biológico, a tratar y a considerarse en el coste global. No existen datos suficientes de aplicación de EDR para desnitrificación (tamaño pequeño), por lo que la diferencia de costes con respecto a las tecnologías más convencionales es aún mayor, lo que afianza la electrodesnitrificación como una tecnología viable para el tratamiento de eliminación de nitratos en aguas, con un coste asumible y sin impacto medioambiental negativo.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a la Comunidad Europea, que a través del programa H2020 SME instrument ha cofinanciado el desarrollo industrial de la tecnología de Hydrokemós, S.L. basada en la técnica de electrodesnitrificación dentro del proyecto Watify- 711501.

Los autores agradecen también a FACSA y al Magnífico Ayuntamiento de Burriana el apoyo mostrado al participar siendo la 4ª sede del proyecto demostrativo del tratamiento de aguas mediante electrodesnitrificación (en el marco del proyecto Watify) así como a todo el personal involucrado durante el desarrollo de la prueba experimental.

Finalmente se agradece también a ENISA y al Ministerio de Industria, Energía y Turismo su confianza en el proyecto de electrodesnitrificación y su apoyo financiero en la línea de Emprendedores.



Cofinanciado por el Programa "Horizonte 2020" de la Unión Europea

