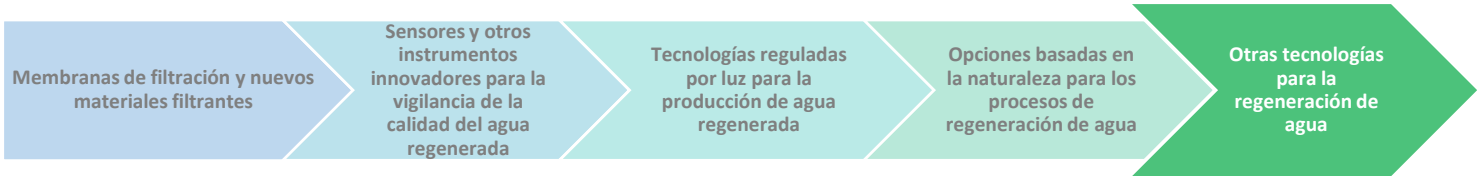


Fact-sheet 4.5 – Otras tecnologías para la regeneración de agua



**SUWANU EUROPE** es un proyecto H2020 que tiene por objeto promover el intercambio eficaz de conocimientos, experiencias y aptitudes entre profesionales y agentes pertinentes para la utilización de agua regenerada en la agricultura. Esta fact-sheet es una de las 5 que integran el paquete formativo 4 dirigido a empresas de ingeniería hídrica. En ella se detallan diferentes tecnologías de recuperación capaces de proporcionar un efluente tratado que cumpla con las normas de riego en la agricultura.

**1. Introducción**

La regeneración de agua para el riego puede practicarse para diversas necesidades agrícolas, cada una de las cuales requiere una calidad de agua diferente. Se pueden combinar diversos tipos de tecnologías para alcanzar la calidad de agua deseada, considerándose que el objetivo de mayor calidad es equivalente al uso de agua potable. Para permitir la recuperación con fines de riego, deben alcanzarse simultáneamente varios objetivos de calidad del agua, entre ellos la salinidad, la turbidez, el pH, la carga de nutrientes y la eliminación de patógenos. En la actualidad, existe una creciente demanda de eliminación de contaminantes adicionales que no suelen eliminarse durante el tratamiento convencional de aguas residuales, como productos farmacéuticos y de higiene, pesticidas, herbicidas y hormonas. En este apartado, se examinarán las tecnologías de tratamiento avanzadas que pueden aplicarse para alcanzar una gran calidad de agua regenerada, con un grado adecuado para el riego sin restricciones o mejor.

**2. MAR y SAT**

La Recarga Gestionada de Acuíferos (MAR) es la recarga intencional de diferentes tipos de agua en acuíferos apropiados para su posterior recuperación o para lograr ventajas ambientales. Uno de los métodos es el Tratamiento de Suelo y Acuífero (SAT) que utiliza recursos de agua natural para la recuperación de efluentes. Los acuíferos son



Figura 2. Tratamiento de Suelo y Acuífero

capas de suelo subterráneo que pueden contener y transportar agua. En el SAT, el efluente se reparte en cuencas dedicadas, donde pueden infiltrarse en el acuífero subyacente. Durante la infiltración (a menudo practicada en zonas con capas gruesas de suelo de roca arenosa/arena), las aguas residuales tratadas pasan por las capas superiores del suelo donde las condiciones cambiantes de oxidación proporcionan una amplia gama de procesos fisicoquímicos y biológicos. Este proceso mejora significativamente la calidad del efluente, al eliminar los patógenos, la materia orgánica y otros compuestos indeseables, produciendo agua regenerada de muy alta calidad que cumple con los requisitos para el riego sin restricciones y, en algunos casos, también con la mayoría de los requisitos establecidos para el agua potable. La región del acuífero que recibe los efluentes infiltrados se convierte así en una cuenca de almacenamiento estacional y plurianual de grandes cantidades de efluentes recuperados listos para su reutilización, sin que le afecten los cambios a corto plazo en la calidad de los efluentes o fallos de funcionamiento del sistema. El almacenamiento a largo plazo y el proceso de infiltración también proporcionan un medio natural excelente para la eliminación de patógenos, garantizando la seguridad del efluente recuperado (Sharma y Kennedy 2017; Sprenger et al., 2017).



SUWANU  
EUROPE

### 3. Procesos de oxidación avanzada

Los métodos tradicionales de regeneración no transforman ni eliminan por completo las trazas orgánicas (como productos farmacéuticos y de cuidado personal). El aumento de la demanda de su eliminación del agua de riego y antes de descargar efluentes en cursos de agua naturales exige el uso de métodos de tratamiento avanzados que utilizan la oxidación para descomponer trazas orgánicas (para más información sobre trazas orgánicas, véase FS 3.1). Los Procesos de oxidación avanzada (POA) suelen aplicar el uso de radicales o moléculas altamente reactivos. Son inestables (con una vida media en el agua de solo unos pocos segundos o minutos), por lo que deben generarse in situ. Estas moléculas inestables/radicales pueden reaccionar fácilmente con ciertos grupos funcionales en las moléculas orgánicas y facilitar su mineralización en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Muchos otros productos químicos orgánicos que no se mineralizan completamente por los POA pueden degradarse parcialmente para formar productos de transformación con estructuras alteradas que suelen estar más disponibles biológicamente, lo que los hace más susceptibles a la biodegradación. Existen varias tecnologías de POA, como la ozonización,  $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$ , fotocatalisis, reacciones de Fenton y otras que siguen en desarrollo (Alharbi y Price, 2017).



Figura 3. Ozonizador en el centro de I+D de la PTAR de Shafdan

### 4. Filtración biológicamente activa

Este proceso proporciona una solución de ingeniería que imita a muchos de los aspectos proporcionados por el SAT: el efluente se filtra lentamente a través de medios de filtración en un proceso que permite tanto la filtración mecánica como la biodegradación de la materia orgánica por las bacterias lanzadas en los medios de filtración. Los medios de filtración habituales son antracita o carbono activado biológicamente (CAB), que proveen un gran superficie para el crecimiento de bacterias. Uno de los usos habituales de la filtración biológicamente activa es después de la POA (ozono habitualmente), para la biodegradación (mineralización completa) de moléculas que se transformaron durante la ozonización. Actualmente, en Suiza la ley exige combinar ozonización y filtración con CAB antes de descargar los efluentes en cursos de agua para su reutilización aguas abajo, tanto para fines potables como de riego. La filtración biológicamente activa también puede utilizarse como tratamiento previo a la ozonización y otros tratamientos avanzados, cuando se necesita una filtración/nitrificación/degradación biológica adicional de la materia orgánica antes de entrar en la etapa de tratamiento avanzado (Hellauer et al., 2017; Lakretz et al., 2017).

### Referencia y lecturas adicionales

S. K. Alharbi y W. E. Price (2017) Degradation and Fate of Pharmaceutically Active Contaminants by Advanced Oxidation Processes. Water Pollution. DOI 10.1007/s40726-017-0072-6

Hellauer, K., Mergel, D., Ruhl, A.S., Filter, J., Hübner, U., Jekel, M. y Drewes, J. E. (2017) Advancing Sequential Managed Aquifer Recharge Technology (SMART) Using Different Intermediate Oxidation Processes. Water (9) 221; doi:10.3390/w9030221

Lakretz, A.; Mamane, H.; Cikurel, H.; Avisar, D.; Gelman, E. y Zucker, I. (2017) The Role of Soil Aquifer Treatment (SAT) for Effective Removal of Organic Matter, Trace Organic Compounds and Microorganisms from Secondary Effluents Pre-Treated by Ozone. Ozone: Science & Engineering. 10.1080/01919512.2017.1346465

S. K. Sharma y M. D. Kennedy (2017) Soil aquifer treatment for wastewater treatment and reuse. International Biodeterioration & Biodegradation (119); <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.09.013>

Sprenger, C.; Hartog, N.; Hernández, M.; Vilanova, E.; Grützmacher, G.; Scheibler, F. y Hannappel, S. (2017) Inventory of managed aquifer recharge sites in Europe: historical development, current situation and perspectives. Hydrogeology Journal. DOI 10.1007/s10040-017-1554-8

#### CONTACTOS:

##### Coordinador

Rafael Casielles (BIOAZUL SL)  
Avenida Manuel Agustín Heredia n.º 18 1ª Málaga (ESPAÑA)  
Correo electrónico | [info@suwanu-europe.eu](mailto:info@suwanu-europe.eu)  
Página web | [www.suwanu-europe.eu](http://www.suwanu-europe.eu)

#### CONTACTOS:

##### Responsable de la fact-sheet

Diego Berger, Ph.D. ([dberger@mekorot.co.il](mailto:dberger@mekorot.co.il))  
Hadas Raanan Kiperwas, Ph.D. ([o-hraanan@mekorot.co.il](mailto:o-hraanan@mekorot.co.il))  
MEKOROT | Página web | [www.mekorot.co.il](http://www.mekorot.co.il)  
Para obtener más información sobre el sector hídrico en Israel, puede visitar:  
[www.water.gov.il](http://www.water.gov.il)



THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM  
THE EUROPEAN UNION' HORIZON 2020 RESEARCH  
AND INNOVATION PROGRAMME  
UNDER GRANT AGREEMENT N. 818088

