

# DEPURACIÓN NATURAL DE AGUAS RESIDUALES EN LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

Elena Collado, María Dolores Valera, Francisca García y Francisco Torrella  
 Grupo Microbiología Acuática-Ecología Microbiana. Depto. de Genética y Microbiología, Facultad de Biología,  
 Universidad de Murcia.  
 E-mail: torrella@um.es

## La depuración de aguas del Campus de Espinardo.

La Universidad de Murcia (UMU) cuenta con una serie de instalaciones para la depuración de las aguas residuales que genera el Campus de Espinardo y cuyo núcleo principal está constituido por la llamada Depuración Simbiótica® (Golfrat). El sistema instalado en el Campus, participa en gran medida de los mecanismos de eliminación de contaminantes que se dan espontáneamente en la naturaleza.

Las primeras investigaciones sobre la idoneidad del sistema se realizaron a escala reducida en una planta piloto compuesta por columnas de percolación en serie. Los buenos resultados obtenidos en las columnas, así como la necesidad de dotar a la universidad de una planta de tratamiento de aguas residuales, dieron paso a la construcción de la actual depuradora en el año 2005. La acción pudo llevarse a cabo gracias a la colaboración entre la UMU y la Entidad de Saneamiento y Depuración de Murcia (ESAMUR), que patrocinó la construcción y el seguimiento técnico.

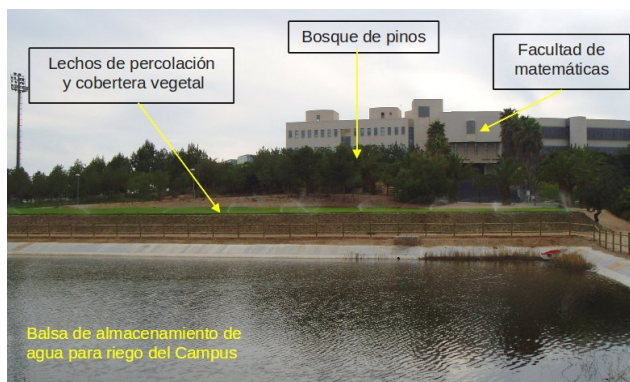


Fig. 1. Localización y perspectiva general del sistema de depuración de aguas del Campus de Espinardo, con los lechos de percolación cubiertos de césped al fondo, a una cota superior a la de la balsa de agua para riego, en primer plano.

Las instalaciones, que se inauguraron el 17 de abril de 2007, están situadas en la parte posterior de la Facultad de Biología, lo que permite aprovechar una antigua balsa de lagunaje para almacenar el agua depurada y su posterior aprovechamiento en el riego del Campus. El seguimiento técnico y la correspondiente investigación asociada han corrido a cargo de los grupos de investigación de “Tecnología del Agua” y de “Microbiología Acuática-Ecología Mi-

crobiana” de las Facultades de Química y Biología.

La fig. 1 muestra un aspecto general de las instalaciones y su situación en el Campus, mientras que la fig. 2 presenta detalles de la cobertura vegetal superior y lateral de los lechos de percolación.



Fig.2: Detalles del sistema de depuración. En “A”, aspecto de la cobertura vegetal de los lechos, con la línea de arquetas de alimentación y vegetación circundante. En “B”, se observa el talud que limita los lechos, ajardinado con planta de soporte de suelo, y las arquetas de drenaje de las distintas fases en su base.

## Depuración simbiótica.

La Depuración Simbiótica® (Golfrat) recibe este nombre pues combina simultáneamente dos procesos: la depuración de las aguas residuales mediante un sistema subterráneo de goteo sobre lechos de grava, y la generación de espacios verdes asociados a las instalaciones de depuración, especialmente en la zona que cubre los lechos, además de otros detalles técnicos propios de esta tecnología. Adicionalmente, el sistema incorpora humedales artificiales (lagunas, charcas, etc.) donde el proceso autodepurador continúa incluyendo la eliminación de nitratos, lo que contribuye a mejorar la calidad del agua tratada. En los humedales es posible llevar a cabo proyectos de recuperación de flora autóctona, así como facilitar el refugio a una numerosa avifauna, tanto de paseriformes como de acuáticas, además de anfibios, reptiles y peces. Todas estas características determinaron que la Depuración Simbiótica® fuera seleccionada para tratar las aguas residuales del Campus de Espinardo dentro del marco de un “Campus Sostenible”.

**Componentes del sistema de depuración del Campus.**

Las partes principales del sistema incluyen un tratamiento previo de desbaste mediante una reja de gruesos y dos rotofiltros en serie. El agua pasa a un depósito de homogeneización para uniformizar características y caudales, y es sometida a un sistema de filtración por anillas, al objeto de eliminar al máximo el material particulado remanente antes de que sea distribuida a los lechos mediante tubos de goteo. Los desbastes y filtraciones equivalen al pretratamiento y al tratamiento primario de otros sistemas de depuración.

El tratamiento secundario, eminentemente biológico, constituye la etapa propiamente depuradora, ya que en ella se elimina o rebaja en mayor medida la carga contaminante química y microbiana de las aguas. Está compuesto por cuatro lechos enterrados de gravas dispuestos en serie (“cuatro fases”) con cobertera vegetal de ornamentales, una de las características típicas de la “Depuración Simbiótica”. Los lechos están dispuestos en serie y el agua que ha pasado por uno de ellos, es impulsada mediante bombas a cabecera del siguiente desde el depósito de recogida del percolado de la fase anterior.

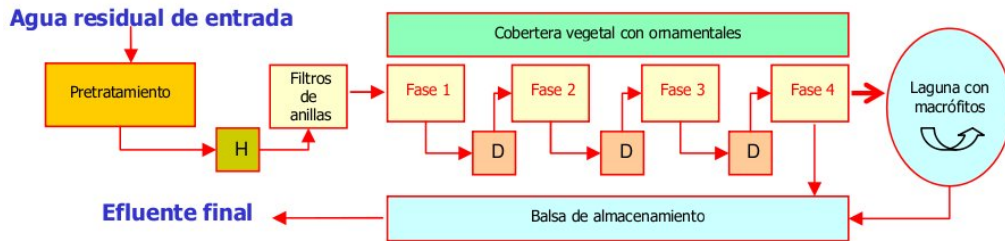


Fig. 3. Esquema general del sistema depurador de aguas del Campus de Espinardo. Fase-1 a Fase-4 = lechos de percolación 1 al 4 en serie. H=Homogeneizador. D=depósitos de recogida de percolado de las distintas fases.

El efluente de la fase-4 alimenta una laguna humedal provista de recirculación interna tipo “cabecera-cola”. Finalmente, el agua es vertida a la balsa de almacenamiento (antigua balsa de lagunaje). Tanto la laguna humedal como la balsa cumplen la función de un tratamiento biológico terciario de tipo natural. Finalmente el agua es bombeada a los depósitos de regulación y distribución para riego de los ajardinamientos del Campus. La fig. 3, muestra los elementos principales de las instalaciones de depuración simbiótica en el Campus.

que discurre el agua en proceso de depuración. Los lechos están cubiertos por una fina capa de arena en la que enraízan las plantas de la cobertera vegetal. La lámina plástica impermeable del fondo impide el paso del agua al terreno subyacente y gracias a la inclinación del fondo, la conduce hacia el canal colector que vierte al depósito de la fase correspondiente. Bajo la capa de arena se dispone una red de goteros subterráneos dispuestos en tuberías ranuradas por las que sale el agua que percola a través de la capa de gravas.

**Detalles del funcionamiento del sistema.**

En primer lugar, las aguas residuales procedentes de los edificios del Campus de Espinardo son sometidas a un tratamiento preliminar con rejillas de desbaste de 20 mm con objeto de separar los materiales de mayor tamaño. A continuación, el agua pasa por dos rototamices en serie de 0,50 y 0,25 mm destinados a eliminar sólidos en suspensión de menor tamaño. El agua pretratada se almacena en un depósito de homogeneización, pasa a través de filtros de anillas de 75 micras y es bombeada a la primera de las fases que conforman el sistema de percolación.

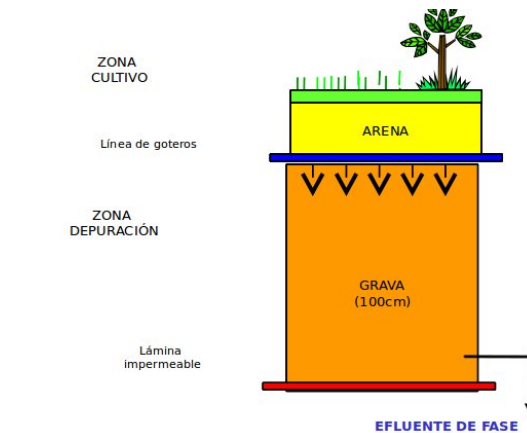


Fig. 4: Esquema de un lecho de percolación de una fase del sistema

El peculiar ecosistema subterráneo que constituyen los lechos de gravas, se mantiene en parte en condiciones aerobias. La extensión de la oxigenación en las fases de percolación, depende de la carga con-

taminante del agua residual que alimenta cada fase. En la depuradora objeto de este artículo, la primera de las fases, que recibe el agua residual sometida al tratamiento primario antes mencionado, presenta casi siempre condiciones de anoxia. En esta fase, la microbiota está constituida por los microorganismos propios del agua residual y otros anaerobios que se desarrollan en la misma. La oxigenación del resto de las fases, estimada a través del oxígeno disuelto en los efluentes respectivos, se incrementa paulatinamente desde la fase-2 a la fase-4. En condiciones aerobias, no sólo prolifera una rica y diversa microbiota bacteriana sino también protozoos, rotíferos y pequeños crustáceos adaptados a este ambiente. El conjunto de la actividad microbiana determina una gran disminución de la carga contaminante química (DQO, DBO) y una elevada, aunque parcial, desaparición de los indicadores microbianos de contaminación.



Fig. 5: Laguna-humedal que recibe el efluente de la fase 4, la última de las que constituyen los lechos de percolación.

El efluente final es enviado a la laguna humedal artificial (fig. 5) donde se continúa con el proceso de autodepuración natural a la vez que se potencia la reoxigenación del agua. En caso de necesidad, todo o parte del efluente de la fase-4 puede ser vertido directamente a la balsa de almacenamiento, desde donde se enviará finalmente a los depósitos para riego de jardines y zonas verdes del Campus.

## Rendimiento depurador del sistema.

Desde su instalación, y de forma periódica, se han venido llevando a cabo analíticas de control del funcionamiento de la depuradora, tanto por lo que respecta a la parte química (Grupo de Ingeniería Química) como a la microbiológica (Grupo de Ecología Microbiana Básica y Aplicada). El excelente rendimiento de la depuración química determina que los valores promedio alcancen el 97 % en DQO y el 99 % en DBO5 (Pérez-Marín et al., 2009).

Por lo que respecta a la microbiología, se muestran dos gráficos con los resultados de la dinámica inactivadora y capacidad depuradora del sistema promediados a lo largo de un año (fig.6). En la figura se observa que los coliformes (totales y E.coli) muestran un descenso de aproximadamente tres unidades logarítmicas entre la entrada a fase-1 y efluente de fase-4, es decir, una inactivación del 99,9%. La inactivación de los indicadores víricos (colifagos) es menor que la de los indicadores bacterianos, alcanzando 1,66 unidades logarítmicas (aprox. 96%). En el caso de la microbiología, debe tenerse en cuenta que las normativas que afectan a la calidad de las aguas depuradas para reutilización en determinados tipos de regadío, contemplan valores de indicadores de entre una y mil unidades por 100 ml. Ello implica que aunque la depuradora logre porcentajes de inactivación altos, puede ser preciso una desinfección posterior de las aguas para determinados usos.

## Comparación con la depuración convencional.

La depuración simbiótica presenta una serie de características que la diferencian de la depuración convencional:

No utiliza productos químicos para conseguir la disminución de la carga orgánica y la microbiana, ya que el núcleo del proceso depurador descansa en la actividad de los microorganismos presentes en los lechos de gravas. A lo anterior se suma la autodepuración propia de los humedales y embalsamientos de agua a cielo abierto.

Permite la creación de zonas verdes sobre los lechos de percolación y facilita el desarrollo de las mismas de forma simultánea con la depuración.

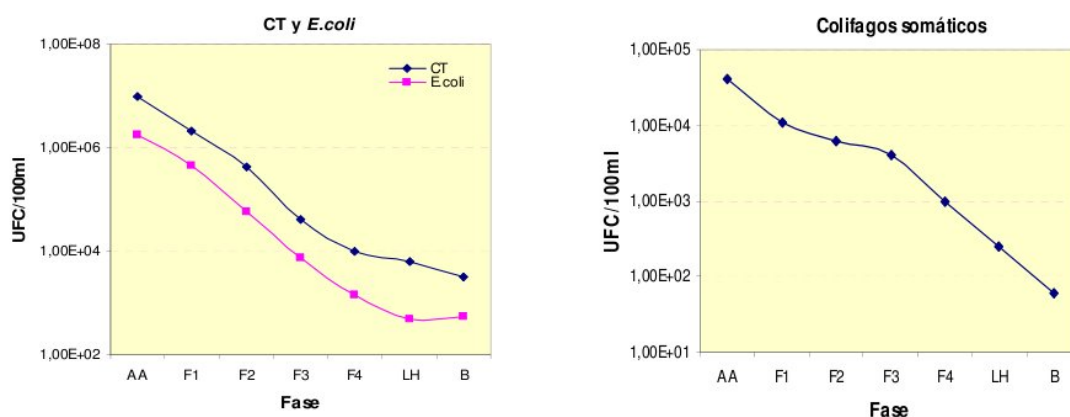


Fig.6: Dinámica de inactivación de CT y *E.coli* (izq) y colifagos somáticos (dcha.) Los datos son la media geométrica del año 2008. AA = agua de alimentación; F1 a F4 = efluentes de fases 1 a 4; LH = laguna-humedal; B = balsa de almacenamiento.

Disminuye el impacto visual en el entorno, dado que, a excepción del pretratamiento y tratamiento primario, el sistema depurador es eminentemente subterráneo, eliminando malos olores.

Posibilita un menor consumo energético que en la depuración convencional, asociado a la optimización del gasto en energía eléctrica allí donde es estrictamente necesario.

Posee un alto rendimiento hidráulico al reducir la pérdida de agua por evaporación, dado que el sistema es subterráneo.

Facilita la creación y mantenimiento de humedales artificiales con el consiguiente beneficio para la conservación de flora y fauna autóctona y emigrante.

## Cuando pasee por el Campus de Espinardo y observe la Depuradora Simbiótica® e instalaciones asociadas, recuerde que...

El sistema de depuración de aguas instalado contribuye de manera significativa al ahorro económico derivado tanto del mantenimiento de este tipo de planta, como de la reutilización del agua para riego de los espacios verdes del campus universitario. Las características de esta depuradora, eminentemente subterránea y generadora de zonas verdes, contribuyen a la estética y el embellecimiento general del entorno. Por otra parte, las instalaciones en si mismas, los espacios verdes y el humedal adyacentes son un factor decisivo en la promoción de la biodiversidad botánica y zoológica de la zona. En suma, la depuradora constituye uno de los elementos más importantes dentro del proyecto de un "Campus Sostenible" en el que trabaja la Universidad de Murcia

para su Campus de Espinardo.

## Referencias bibliográficas y webgrafía:

- <http://www.golftrat.com>
- <http://www.um.es/eubacteria/depuracion.html>
- <http://campussostenible.um.es/>
- García,F., F. Solá and F. Torrella (2007) "Microbiological performance of a percolation wastewater depuration plant and associated small lagoon system" SMALLWAT07 (II Int. Congress Wastewater Treatment in Small Communities), Abstract Book p.160, Seville (Spain).Pub: CENTA ISBN: 978-84-611-9742-2.
- Pérez-Marín, A.B., M. Lloréns, M.I. Aguilar, J. Sáez, J.F. Ortuño,V.F. Meseguer, A. López-Cabanes (2009) "An innovative technology for treating wastewater generated at the University of Murcia". Desalination and Water Treatment 4, 69-75.
- Seoáñez Calvo, M. "Depuración de las aguas residuales por tecnologías ecológicas y de bajo coste". Ediciones Mundi Prensa. 2004.

Agradecimientos: A la entidad de saneamiento de Murcia ESAMUR y al Vicerrectorado de Economía e Infraestructuras de la Universidad de Murcia, sin cuya iniciativa y colaboración no habría sido posible construir la estación depuradora ni estudiar su funcionamiento. A la empresa Golftrat que diseñó y ha llevado el mantenimiento de la Depuradora Simbiótica®.