

# HUMEDALES CONSTRUIDOS: UNA ALTERNATIVA PARA EL MANEJO DE LA POLUCIÓN

A. J. MARIÑELARENA

Instituto de Limnología «Dr. Raúl A. Ringuelet»  
alemar@ilpla.edu.ar

**ABSTRACT.** Municipal wastewaters and urban and agricultural runoffs are important factors of natural waters pollution in Buenos Aires province. The use of constructed wetlands for wastewaters treatment is now a proven and accepted low cost technology, able to improve the quality of great volumes of water. They are used in a wide range of sizes, until 15.000 ha treating 75.000 m<sup>3</sup>.d<sup>-1</sup>. The analysis of 159 case studies, ranging from 0.2 to 500 Ha used for wastewater treatment or maturation, conclude that loads of 0.7 - 5 cm. d<sup>-1</sup>; areas of 2 - 14 ha.1000m<sup>3</sup>.d<sup>-1</sup> or 5 - 35 m<sup>2</sup>.pe<sup>-1</sup>, can improve water quality to almost that of the natural waters of the region. The range width refers to the previous treatment. The use of these recommended loads do not affect wetland's community structure but improve its capacity to hold wild life and biodiversity. In Buenos Aires province there are many examples of polluted water bodies close to natural wetlands potentially useful to avoid those damages. A few cases are analyzed.

**Keywords:** Constructed wetlands, wastewaters, treatment, applied limnology.

**Palabras Clave:** humedales construidos, aguas residuales, tratamiento, limnología aplicada.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas del siglo XX, el crecimiento de la población mundial, la limitación de recursos energéticos, la necesidad de ahorrar energía ligada al incremento del costo del petróleo, la necesidad de proteger de la contaminación las fuentes de agua limpia, indujeron a buscar soluciones alternativas para depurar más eficientemente las aguas residuales municipales e industriales, para poder reciclarlas en procesos productivos o devolverlas al ambiente causando el menor impacto en los cuerpos receptores.

En ese marco se produjo un gran desarrollo de las técnicas denominadas «ingeniería ecológica» con las que se manejan ecosistemas naturales o se construyen ecosistemas «a medida» que imitan a los naturales. Los humedales naturales y construidos han demostrado ser una herramienta muy eficaz para el tratamiento de aguas residuales y escorrentías pluviales con cargas contaminantes. Estos sistemas de bajo costo de construcción y mantenimiento, han permitido dar servicio de saneamiento a establecimientos aislados, a pequeños pueblos y a descentralizar los servicios de áreas suburbanas y pueblos

satélites de las grandes metrópolis para evitar el crecimiento de las redes de alcantarillado y la concentración de efluentes.

## HUMEDALES

Los humedales se definen como terrenos planos, inundados de forma permanente o temporaria, de escasa profundidad y cubiertos por vegetación acuática. Habitualmente funcionan como una interfase entre un ecosistema terrestre y uno acuático. El tributario que ingresa a un cuerpo de agua pierde velocidad y el material particulado que transporta, sedimenta. El agua se clarifica y pierde gran parte de su carga de sólidos, materia orgánica y nutrientes. Esta carga que queda retenida cerca de la costa, favorece el desarrollo de una comunidad con alta productividad y diversidad, el humedal, que recicla los compuestos y disipa energía. Son ecosistemas cuyas características particulares los hacen muy adecuados para mejorar la calidad del agua.

### *Humedales construidos*

El conocimiento de los procesos que

ocurren en los humedales naturales, permite reproducirlos y optimizarlos en humedales construidos diseñados a la medida de las aguas residuales a tratar. Sobre la base de experimentación en laboratorio y en plantas piloto se han desarrollado diferentes metodologías de humedales construidos. Las configuraciones principales son los humedales de flujo sub-superficial, los de flujo superficial y los naturales.

Los humedales construidos de flujo subsuperficial (EPA 832-F-00-023, 2000), consisten en una o más cubetas de tierra, impermeabilizadas con film de polietileno, rellenas con grava o piedra que conforma un lecho poroso. El relleno se siembra con plantas acuáticas (juncos o totoras) y el agua residual circula por dentro de la matriz porosa, en flujo horizontal o vertical, entre las raíces de las plantas. El tratamiento lo realizan las bacterias que desarrollan tapizando la grava. Se utilizan en diversas escalas. En casas individuales, hosterías, campings, escuelas. También en pueblos pequeños, aunque en estos casos es más frecuente encontrarlos como una etapa de pulido después de un tratamiento convencional o un sistema de lagunas de estabilización.

Los humedales de flujo superficial consisten en trincheras limitadas por terraplenes y sembradas con las mismas plantas acuáticas. El agua está en contacto con la atmósfera y el tratamiento lo realiza la comunidad de bacterias y protozoos que desarrolla sobre las plantas (perifiton) y en la masa del agua (plancton). Requieren de más área que los anteriores pero tienen menores costos de construcción.

En zonas con grandes extensiones de humedales naturales se puede destinar un área seleccionada para el tratamiento de efluentes respetando ciertos recaudos (EPA832-R-93-005, 1993).

Se define el área a utilizar y se delimita con terraplenes para contener los líquidos. El área interna también se tabica para lograr una distribución homogénea del agua y optimizar el uso de la superficie. Los humedales naturales así confinados se pueden utilizar para el tratamiento de efluentes crudos pero, en ese caso, requieren de una obra importante de distribución de líquidos a fin de no causar un gran impacto por exceso de carga en la zona de ingreso. Habitualmente se utilizan para el

pulido de grandes volúmenes de efluentes previamente tratados por métodos convencionales, que reducen el contenido de sólidos suspendidos y la carga orgánica. Para la etapa de sustracción de nutrientes (pulido), los humedales naturales, por sus características de funcionamiento pasivo, de circulación por gravedad y rebalse, resultan más económicos, eficientes y confiables.

### **Estado actual de la tecnología**

Los humedales constituyen una tecnología probada y aceptada para el tratamiento de efluentes. Su uso se ha incrementado en forma exponencial en los últimos años. En un relevamiento realizado en 13 estados de USA, (Kadlec & Knight, 1996), se documentaron 324 humedales de tratamiento oficiales, de los cuales 159 reciben aguas municipales. El estado de Carolina del Norte reconoce 267 descargas de aguas residuales municipales en humedales naturales, de las cuales 61 son mayores de  $376 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ . La mayoría entra en un intervalo de tamaños de entre 0,2 y 500 ha, pero llegan hasta unidades de 15.000 ha que tratan  $75.000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ . La mayoría de los humedales naturales en USA se usan para el tratamiento avanzado de aguas municipales y en sistemas menores de  $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ .

El análisis del funcionamiento de los ejemplos citados permitió establecer los siguientes parámetros de diseño:

---

#### **Humedales construidos de flujo superficial**

- Carga hidráulica:  $0,7-5 \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$  ( $70-500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )
  - Área:  $2-14 \text{ ha} \cdot 1000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
  - Área:  $5-35 \text{ m}^2 \cdot \text{pers}^{-1}$
- 

#### **Humedales naturales**

- Carga hidráulica:  $0,4-4 \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$  ( $40-400 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )
  - Área:  $2,5-25 \text{ ha} \cdot 1000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
  - Área:  $6-60 \text{ m}^2 \cdot \text{pers}^{-1}$
- 

La capacidad de carga y el área necesaria dependen de la calidad (grado de tratamiento previo) de los líquidos y de las condiciones climáticas de la región donde se instala el tratamiento. Respetando estas tasas o limitaciones de carga hidráulica y orgánica se puede corregir la calidad de las aguas residuales hasta igualar el nivel de base del agua superficial de la

región, alcanzando y superando los objetivos legales de tratamiento y vuelco de aguas residuales. Además, el humedal no sufre deterioros sino que incrementa su energía y su capacidad para albergar flora y fauna silvestre y sitios de nidación, convirtiéndose en un recurso turístico y educativo.

### LA SITUACION REGIONAL

En nuestra región hay muchos ecosistemas acuáticos que reciben efluentes urbanos con tratamiento incompleto o sin tratamiento alguno, produciendo un deterioro en la calidad del agua y creando situaciones de conflicto entre los diferentes usos del recurso (pesca, recreación).

La laguna de Lobos (Fig. 1), recibe los efluentes de las ciudades de Lobos y Navarro a través del arroyo Las Garzas. La laguna muestra desde hace muchos años un estado muy avanzado de eutrofización. En el ingreso del arroyo a la laguna hay un gran bañado (1), que podría «filtrar» el agua, reteniendo nutrientes, mejorando su calidad y amortiguando el impacto sobre la laguna. Sin embargo, ese bañado ha sido sistemáticamente dragado para favorecer el flujo en épocas de lluvias, eliminando su capacidad de depuración.

En San Miguel del Monte (Fig. 2), la planta de tratamiento municipales de líquidos cloacales (1) durante muchos años canalizó sus efluentes por una zanja hacia la laguna Las Perdices. (2) En el lugar del vuelco hay un gran desarrollo de jun-



Figura 1.

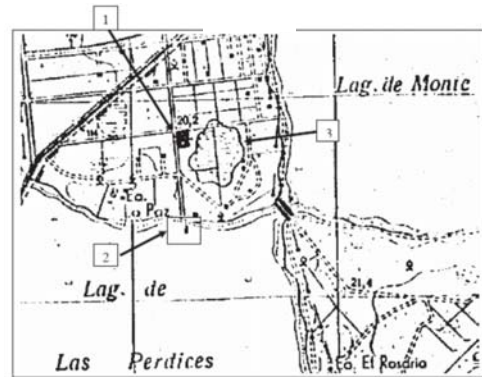


Figura 2.

cos (humedal costero) y frecuentes episodios de aguas sépticas y anóxicas por exceso de carga orgánica, con elevada carga de nutrientes. Sin embargo en las inmediaciones del terreno donde se encuentra la planta de tratamiento, existe un humedal natural (3) que podría utilizarse para mejorar la calidad de los líquidos y evitar el impacto que producen en la laguna.

En Chascomús (Fig. 3), los efluentes de la planta de tratamiento líquidos cloacales son conducidos por un conducto paralelo al camino que bordea la laguna (1), hasta el arroyo Girado (2). Poco antes de llegar a ese punto, hay un gran humedal natural (3), que podría realizar un tratamiento avanzado de esos efluentes evitando el impacto que generan en el arroyo Girado y en la serie de lagunas encadenadas que siguen a Chascomús antes de desembocar en el río Salado.

Pese a que en nuestra región son muy abundantes los humedales naturales, has-

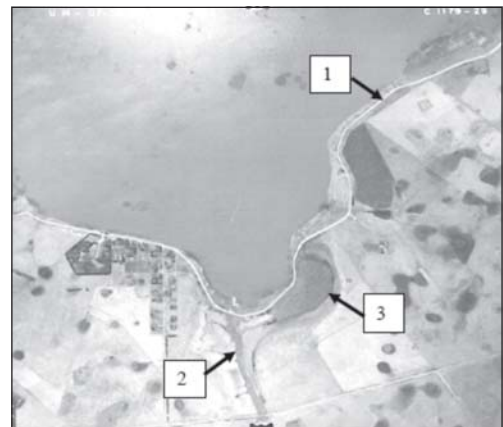


Figura 3.

ta el momento no se han realizado ensayos de tratamiento o mejoramiento de efluentes a gran escala utilizando estas tecnologías.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Kadleck, R. H. y R. L. Knight. 1996. *Treatment Wetlands*. CRC, Lewis Publishers, Boca Raton, New York. 893 pp.
- EPA832-R-93-005. 1993. *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Wildlife Habitat 17 Case Studies* Washington, D.C.
- EPA 832-F-00-023. 2000. *Wastewater Technology Fact Sheet Wetlands: Subsurface Flow*. Washington, D.C.
- EPA 832-F-00-024. 2000. *Folleto informativo de tecnología de aguas residuales: Humedales de flujo libre superficial*. Washington, D.C.