

# **Manejo y Recuperación de Lagos Urbanos**

**Rolando Quirós**

**Documento N° 6, Mayo 2007**

**Serie de Documentos de Trabajo del Área de Sistemas de Producción  
Acuática Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía  
Universidad de Buenos Aires**

## Manejo y Recuperación de Lagos Urbanos

**Rolando Quirós.** Área de Sistemas de Producción Acuática, Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.  
[quiros@agro.uba.ar](mailto:quiros@agro.uba.ar)

### Introducción

Los **lagos** ubicados en drenajes no disturbados funcionan de forma tal que en ellos se reciclan todas las sustancias que, disueltas o suspendidas en el agua, alcanzan a un lago a través de sus múltiples entradas (aéreas, superficiales y subsuperficiales). Como sistemas abiertos, los lagos responden así al medio ambiente con el cual han coevolucionado. De esta manera, los ecosistemas de lago en su estado natural se encuentran integrados al funcionamiento del paisaje como su sistema integrador. Si las fuerzas externas al lago permanecen en un *quasi* estado estacionario (por ej. solo cambios estacionales o disturbios de baja magnitud), todas las entradas son prácticamente integradas al funcionamiento interno del lago. En otras palabras, en una cuenca de drenaje poco disturbada, un lago permanece en un estado estacionario *quasi* estable en el cual son válidas las leyes de la naturaleza y las leyes más generales de la sucesión ecológica y la evolución biológica.

Sin embargo, cuando el arreglo de fuerzas externas al lago cambia, el mismo tiende a resistir y resiliar esos cambios, pero generalmente sin mucho suceso; tarde o temprano, frente al cambio externo, la estructura y el funcionamiento del lago tiende a cambiar. A medida que el medio ambiente externo al lago intensifica su cambio, de la misma forma el lago intensifica el suyo.

El cambio externo puede ser puntual y catastrófico o gradual y tendente. En ambos casos es usual que se hable de "perturbación", lo

cual dificulta mas que facilita el análisis racional del proceso de cambio.

En otras palabras, todas las actividades que se realicen en la cuenca de drenaje de un lago se verán reflejadas tanto en la estructura biótica como en el funcionamiento del lago.

Los **lagos urbanos** se encuentran entre los lagos más problemáticos cuando de manejar su estado ambiental se trata. Generalmente situados completamente en el ámbito urbano, sus drenajes soportan una altísima intensidad de uso de la tierra que, unido a la alta intensidad de uso de los parques en los que se hallan situados, se refleja en la usualmente pobre calidad de ambiente de los lagos urbanos (agua, sedimento, biota). Las actividades humanas en el perilago y la cuenca de drenaje necesariamente se ven reflejadas en la calidad ambiental del lago y, en particular, en su calidad de agua. El luchar dentro del lago, de manera permanente, en contra de los daños que provienen del exterior al lago es, además de técnicamente poco correcto, generalmente mucho más costoso. Es entonces, desde la cuenca de drenaje del lago desde donde generalmente llegan los nutrientes y las sustancias tóxicas que polucionan al lago.

En el presente Informe Técnico se sustenta el enfoque que prioriza la aplicación de medidas externas para evitar o disminuir los niveles de nutrientes y tóxicos antes que estos alcancen las aguas de un lago urbano. Sin embargo, es común que para los lagos urbanos que sufren una alta intensidad de uso, esas medidas no sean suficientes para lograr un estado ambiental aceptable para los mismos. En esos casos se hace necesario aplicar técnicas de manejo ambiental internas al lago o estanque. Ambos tipos de técnicas se detallan en este Documento.

## Lagos Urbanos: recuperación y manejo

### Introducción

En la Naturaleza, el agua fluye siguiendo las pendientes más favorables, y de esa forma son transportadas las sustancias, disueltas y en suspensión, que el agua contiene. Estas últimas tienen, a su vez, origen tanto en los procesos naturales como en las acciones humanas que se desarrollan en la **cuenca de drenaje**, aguas arriba del punto de observación. Algunas de las sustancias transportadas por el agua pueden resultar, en cantidades relativamente pequeñas, beneficiosas para el **estado ambiental del lago** situado aguas abajo; por ejemplo, los **nutrientes** esenciales para el crecimiento de las plantas (principalmente fósforo (P) y nitrógeno (N)). No obstante ello, cuando estos nutrientes llegan al lago en grandes cantidades, generalmente conducen a los lagos hacia estados ricos (**estado eutrófico**) o muy ricos (**estado hipertrófico**) en nutrientes, situaciones generalmente no deseadas por la gran mayoría de los usuarios. Sin embargo, desde sus cuencas de drenaje, a los lagos no solo les entran nutrientes. Las diversas acciones que realizamos los humanos en nuestras diarias actividades generalmente conducen a la producción y vertido a los lagos de sustancias que son tóxicas para la vida, y en particular para la vida acuática. Contrariamente al caso de los nutrientes, los **tóxicos** siempre son nocivos para el estado ambiental de un lago.

Estas generalizaciones son las que nos permiten concluir que la calidad ambiental de un lago depende del tipo e intensidad de uso de la tierra en su cuenca de drenaje. En otras palabras, todo lago para el cual su drenaje esté siendo intensamente utilizado, necesariamente tenderá a presentar un estado de baja calidad ambiental (agua, sedimento y biota). De este estado de alto deterioro el lago puede ser recuperado a través de la aplicación de una serie de tecnologías que son tanto de carácter externo como interno al lago en cuestión. Sobre los tipos de tecnologías actualmente disponibles abundaremos más adelante. Sin embargo, previamente a la aplicación de una o de varias tecnologías de recuperación de lago, debemos conocer cuál es

el estado ambiental del lago (agua, sedimento, biota). Una vez en conocimiento del estado del lago, se deben considerar los tipos de tecnologías de recuperación disponibles y de aplicación al lago en cuestión. Una vez analizadas las alternativas se debería llegar a seleccionar la **mejor alternativa de recuperación y manejo**, que, luego de un proceso de consulta y toma de decisión, se procedería a aplicar. En los procesos de recuperación y manejo de lagos no existe una única receta tecnológica; del análisis del conjunto lago-cuenca de drenaje, y de su entorno socio-económico, debe surgir la alternativa tecnológica con mayor probabilidad, si aplicada, de resultar exitosa en la recuperación del lago.

Como precisamos con anterioridad, poseer solamente conocimiento detallado del estado ambiental de un lago sirve de poco –por lo menos al momento de solucionar los problemas ambientales del lago- si no se traduce en acciones de recuperación y manejo del lago. Si bien todo proceso de recuperación de lago debe comenzar con la obtención de conocimiento sobre el estado ambiental del lago (**identificación del problema**), si el objetivo es recuperarlo, el proceso debe finalizar con la **aplicación de la o las medidas de recuperación seleccionadas**. Consecuentemente, todo objetivo de recuperación y manejo de un lago debe inscribirse dentro un proceso de planificación que comience con la definición de metas claras y de objetivos precisos y mensurables, desarrolle transparentemente las alternativas, y culmine con la implementación y el seguimiento de las tareas de manejo y recuperación.

Si los problemas que presenta el lago no están claramente identificados, el manager de lago suele recomendar medidas poco adecuadas y muchas veces erróneas. Entre las mismas, el decisor político tiende a seleccionar y ejecutar aquellas que él estima le reditarán una mayor aceptación por parte del público. Se hizo relativamente famoso el funcionario de la Ciudad de Buenos Aires que aceptó la introducción de pejerreyes, como única medida de manejo adecuada, para el eutrófico y polucionado Lago del Autódromo. Como era de esperar, al poco tiempo de producida la siembra de los peces, los mismos desaparecieron del lago. Con posterioridad, el mencionado

funcionario recorrió asiduamente los medios de comunicación expresando que los pejerreyes habían sido robados y vendidos en supermercados de la zona, cosa sobre la cual, obviamente, no tenía prueba alguna. El no poseer un Plan de Recuperación y Manejo de Lago nos lleva comúnmente al error y en algunas situaciones, cuando mal aconsejados, al ridículo. En síntesis, el desarrollo de un **Plan de Recuperación y Manejo de Lago** es un componente crítico del proceso de recuperación y manejo de un lago, y es de recomendar que nunca sea obviado (Holdren et al., 2001).

Los lagos urbanos son, estructural y funcionalmente, bastante diferentes del común de los lagos y generalmente representan un desafío en lo que a su manejo ambiental sostenible se refiere (Barica, 1992; Birch y McKaskie, 1997). En vista del crecimiento exponencial de la población humana en áreas urbanas durante el último siglo, debería prestarse mayor atención a las grandes ciudades como bioregiones ecológicamente específicas. Bajo un nuevo realismo ambiental que respete los límites de la sostenibilidad ecológica, los lagos urbanos también deben ser respetados mediante la aplicación racional de políticas de planificación urbana. Los lagos urbanos pueden servir entonces como indicadores vivos, en lo que a su calidad ambiental se refiere, tanto de una mala administración como de una buena gestión ambiental, así como también ser indicadores de la salud ambiental de todo el ámbito urbano (Barica, 1992).

Los lagos urbanos son usualmente muy someros, altamente artificiales, de tamaño relativamente pequeño, comúnmente hipertróficos y con los cuales mucha más gente entra en contacto con ellos cuando se los compara con los lagos naturales situados en zonas menos pobladas. La realidad de muchos de los estanques y lagos urbanos es tal que, lamentablemente, presentan costas erosionadas, aguas poco transparentes y condiciones de hipertroficidad que se reflejan en un alto crecimiento de la vegetación acuática y, en muchos casos, en el excesivo desarrollo de algas microscópicas. Este último fenómeno le confiere a los lagos urbanos muchas de sus características consideradas negativas por el común del público. Entre

ellas merece ser resaltada la presencia de olores y colores desagradables.

A nivel mundial, las descripciones sobre el estado de los lagos urbanos son bastante coincidentes. Tales descripciones incluyen un pasado mas o menos reciente donde los lagos urbanos eran ampliamente utilizados con fines recreativos (incluyendo natación, pesca y náutica) contrastando con un presente donde el uso se encuentra altamente restringido alcanzando, en muchos casos, el mero uso escénico sin permitírsele al público tomar contacto con el agua del lago (ver por ejemplo Kudelska (1992), Lund (1995), Thornton (1995), entre muchos otros). La alta intensidad de uso de sus cuencas de drenaje y las consiguientemente altas entradas de nutrientes y tóxicos que es común que soporten los lagos urbanos, obliga a la continua aplicación de **técnicas de recuperación y manejo**, si lo que se desea es mantener un estado ambiental de lago que satisfaga las expectativas de la mayor parte de sus usuarios (Holdren et al., 2001). Un ejemplo paradigmático de manejo de lagos urbanos lo constituye el de los lagos de Hyde Park and Kensington Gardens en Londres (Stoianov et al., 2000). Como muchos otros lagos urbanos, estos lagos están polutos por nutrientes y frecuentemente turbios; este enriquecimiento en nutrientes conduce a frecuentes florecimientos de cianobacterias, algas capaces de producir toxinas altamente tóxicas. Sin embargo, el uso presente del lago se basa aún, fundamentalmente, en la pesca recreativa, la navegación sin motor y la natación. Su uso estético y para entretenimiento, incluidas sus aves acuáticas, es sumamente importante para los habitantes de la ciudad y el turismo. Este es el factor principal que impulso al gobierno de la ciudad de Londres a estudiar, identificando sus problemas, y planificar la remediación de estos lagos. Las principales fuentes de nutrientes a los lagos han sido identificadas y resumidas en: entradas con el agua de alimentación, las heces de las aves, la hojarasca del parque, la deposición desde la atmósfera, las heces de los perros, el pan utilizado para alimentar a las aves y la carnada utilizada por los pescadores. Luego de más de cinco años de estudio de la calidad del agua de los lagos se tomaron las siguientes decisiones: obrar para disminuir la carga externa de nutrientes a los lagos (incluyendo el

disminuir la intensidad de uso de fertilizantes en las áreas terrestres de los parques, el aireado y mezcla de la columna de agua, y la inactivado de los nutrientes del sedimento), aumentar la tasa de lavado de los lagos a través de la instalación de nuevos pozos de abastecimiento y disminuir la población de aves que utilizan los lagos. Actualmente, el modelado de las cuencas de drenaje, de los lagos y de sus interacciones es el objetivo para el desarrollo de una herramienta de manejo de la calidad del agua de los lagos (Stoianov et al., 2000). El caso de los lagos de Londres representa un ejemplo de lagos con altísimos contenidos de nutrientes (estado hipertrófico), muy turbios y prácticamente sin vegetación acuática. En los casos en los cuáles los lagos urbanos presentan altas concentraciones de nutrientes (estado eutrófico) pero sus aguas son claras y dominadas por la vegetación acuática, la recomendación de manejo más frecuente también incluye el control de las entradas externas de nutrientes (aplicación de medidas externas) con el agregado del control periódico de la macrófita por modos mecánicos o químicos (ver por ejemplo Leduc y Anderson (1992)).

Si bien los ejemplos descritos puede resultar altamente onerosos como para ser aplicados en cualquier ciudad y bajo cualquier situación socioeconómica, nos muestran el camino a seguir en la recuperación y manejo de un lago urbano: el mismo debería ir, siempre que sea posible, desde el "afuera" del lago (su cuenca de drenaje) hacia el "adentro" del mismo (el lago en sí mismo).

Las decisiones que se toman con referencia al uso de un parque, incluidas aquellas decisiones que no son tomadas, o no fueron tomadas en su momento, por desconocimiento u otras razones no explícitas, definen, necesariamente, las características de los estanques y lagos situados en el parque (ver Figura 1). Este juicio significa, traducido al campo de la toma de decisiones, la generalización sobre que todas las actividades que se decide sean realizadas, explícita o implícitamente, en el drenaje de un lago urbano, incluida la calidad del agua de alimentación disponible, se verán reflejadas en la calidad ambiental del lago.



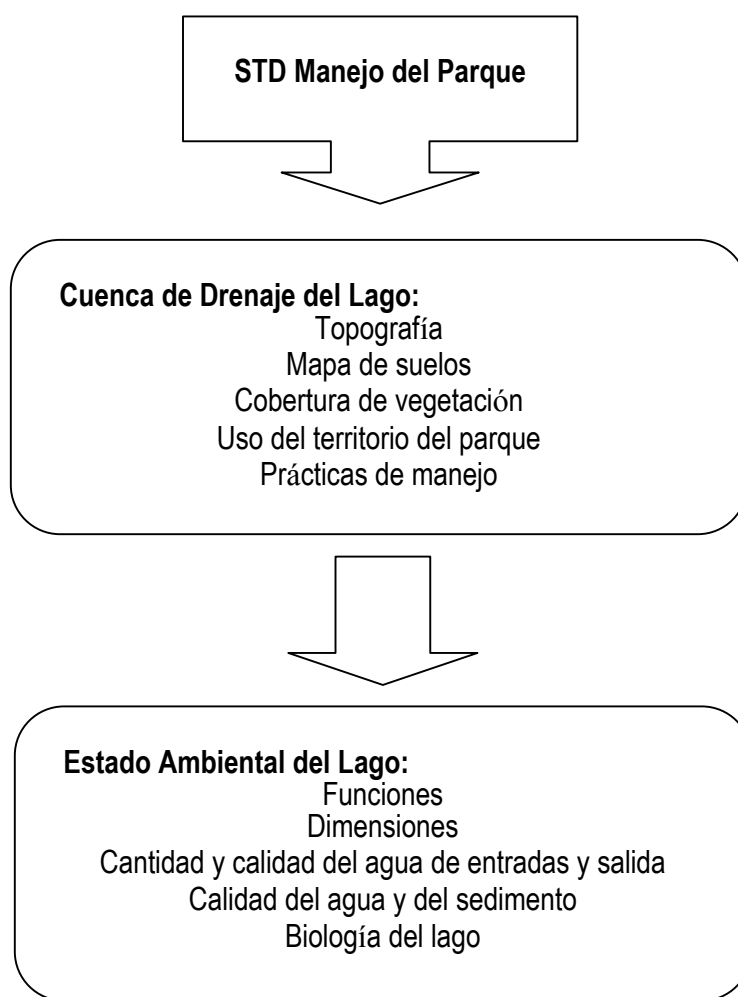


Figura 1. Esquema de manejo de un parque urbano que incluye un lago. STD, Sistema de Toma de Decisiones sobre el Manejo del Parque Urbano (modificado de Stoianov et al., 2000).

Por lo tanto, todo plan de manejo integrado de un parque urbano debería incluir, por definición, un componente que **conecte el uso de la tierra en el parque con la calidad ambiental del lago** (agua, sedimento, biota). Podemos entonces concluir que, los estanques y lagos urbanos, para mantenerse en un buen estado ambiental, necesitan tanta o más atención, que el resto del parque.

Un Plan de Manejo Integrado que incluya al parque y a su (s) lago (s), debería incluir entonces, básicamente, **medidas externas** que impidan la llegada de los nutrientes y tóxicos hasta el lago (ver Figura 2) y otras **medidas internas** que permitan remediar, recuperar y manejar un estado ambiental de lago de nivel aceptable para la mayor parte de sus usuarios.

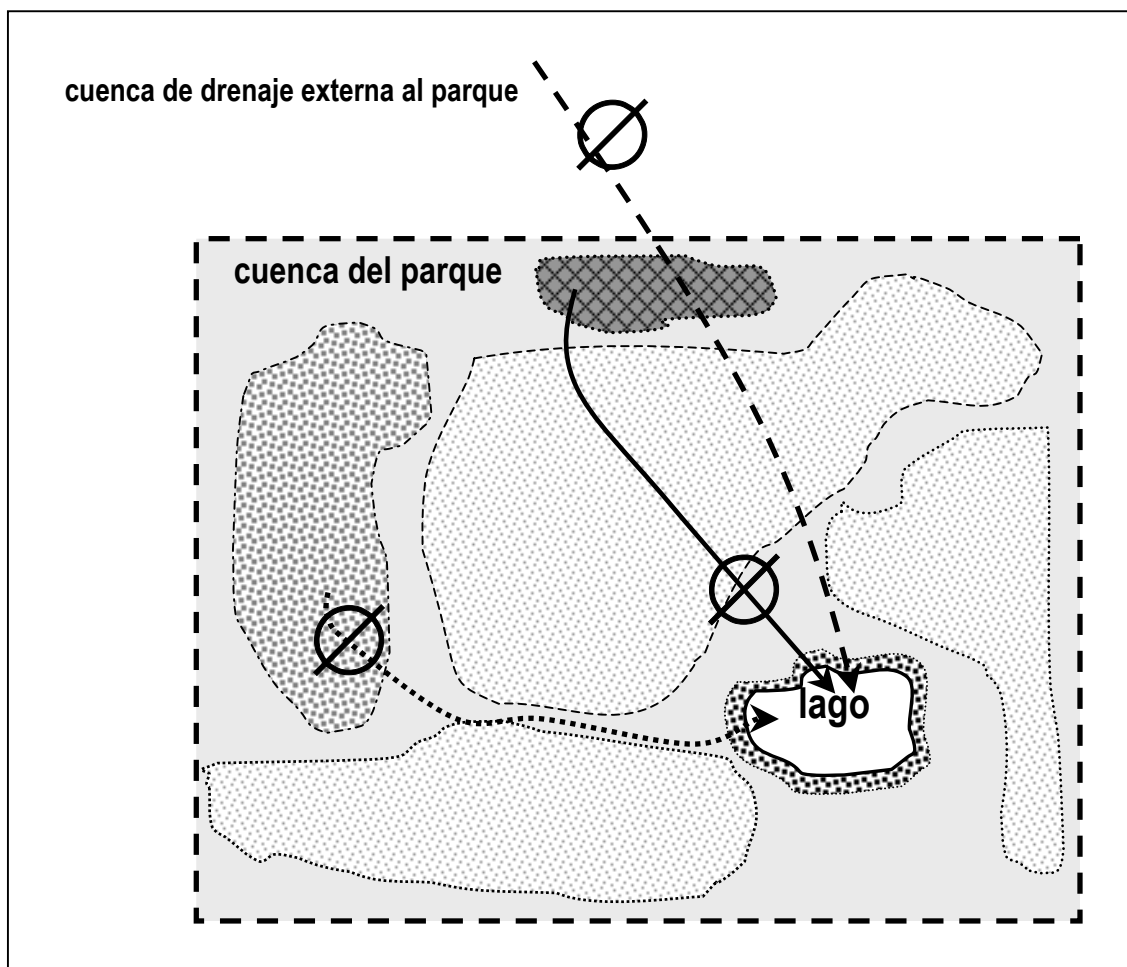


Figura 2. Diagrama esquemático de un parque, incluyendo su lago, y de los diferentes usos del territorio dentro del mismo. Las entradas de nutrientes y tóxicos que deberían ser impedidas de alcanzar al lago, usualmente con obras de ingeniería, son remarcadas. El perilago incluye franjas de vegetación terrestre y palustre que actúan como filtros para las entradas difusas que no pueden ser controladas por otros medios. El tipo e intensidad de uso del perilago por parte del público quedaría sujeto a normativas específicas para cada lago.

Como vimos anteriormente, y se detalla en la Figura 2, todas las entradas de nutrientes y de sustancias tóxicas al lago deberían ser impedidas. Además, la zona del parque que es inmediata y rodea al lago (perilago) debería actuar como filtro a las entradas de nutrientes y tóxicos a través de la implantación de vegetación terrestre y palustre utilizando, dentro de lo posible, especies nativas. En un todo o en parte, dependiendo especialmente del tamaño del lago y de la intensidad de uso, el perilago debería ser protegido a través de normativas específicas que regulen su uso. Especial cuidado deberá tenerse con impedir las entradas provenientes de la escorrentía urbana (por ejemplo, aquella proveniente de la cuenca de drenaje externa al parque, y de calles pavimentadas y playas de estacionamiento del propio parque), dado los altos niveles de nutrientes y sustancias tóxicas que generalmente contienen sus aguas (Pitt, 2002).

## **Técnicas de Recuperación y Manejo de Lagos Urbanos**

Como vimos con anterioridad, la recuperación y el manejo de un lago implican la posibilidad de aplicar medidas de carácter externo al lago y medidas que se aplican internamente. Como es ampliamente reconocido, es más fácil y más barato controlar el daño en las fuentes que una vez que ese daño se ha dispersado. Por lo tanto, todo Plan de Manejo Integrado de Lago debería comenzar con la implementación de medidas de carácter externo. Ello implica manejar la cuenca de drenaje del lago, tanto en su parte perteneciente al parque como en aquellas partes de la cuenca que están fuera del mismo.

Una vez analizadas y aplicadas las medidas de manejo del drenaje del lago recién se debería pasar a la aplicación de medidas de manejo internas. Sin embargo, razones de urgencia o necesidad pueden hacer recomendable la aplicación simultánea de ambos tipos de medidas. Más aún, en casos de extrema urgencia, la aplicación de medidas internas es obligatoria.

La experiencia mundial con la recuperación y el manejo de lagos urbanos muestra que es muy difícil que los mismos puedan ser recuperados solamente aplicando técnicas externas que impiden que los nutrientes y los tóxicos alcancen el lago (Klein, 1992). Es por ello que además de aplicar medidas externas, usualmente se hace necesario aplicar una gran variedad de técnicas adicionales (internas) para alcanzar el éxito con la recuperación. Sin embargo, no es raro que algunas de esas técnicas tenga que ser adaptada a la situación específica en cada uno de los lagos y estanques.

### **Técnicas de Manejo del Drenaje del Lago**

Este grupo de técnicas reconoce que el manejo de la cuenca de drenaje de un lago es crítico en la determinación del estado ambiental del lago. Son prácticamente de aplicación a todo tipo de lago, y su aplicación comienza con la identificación de todas las entradas de nutrientes y de sustancias tóxicas para su posterior clasificación en fuentes "puntuales" y "difusas". Las fuentes puntuales son de control relativamente fácil, se desvía su entrada al lago o la entrada es tratada (por medio de un dispositivo de tratamiento) previamente a su entrada al lago. Las fuentes difusas o son neutralizadas en su origen a través de la aplicación de "prácticas de buen manejo ambiental" o se las deberá frenar antes de su entrada al lago a través de la instalación de barreras. En el caso particular de su aplicación a lagos urbanos merecen mencionarse:

- a) la atenuación de la entrada de nutrientes a través del rediseño de la topografía, el uso de la tierra y la vegetación del parque y/o la construcción de zonas vegetadas, de acceso restringido, bordeando el lago con el agregado de vegetación palustre en las zonas costeras del lago
- b) el desvío de entradas con altas concentraciones de nutrientes y/o sustancias tóxicas

- c) el impedir la entrada de nutrientes y/o sustancias tóxicas a través de la instalación de cámaras de retención de barros previo a las entradas al lago
- d) aplicación de regulaciones específicas para el uso del territorio del parque

### **Técnicas de Manejo Interno**

A diferencia de aquellas técnicas que, como vimos anteriormente, impiden que el daño ambiental alcance al lago, las técnicas de manejo interno, trabajan, casi en continuo, en contra los efectos negativos que llegan hacia el lago desde su cuenca de drenaje. Este tipo de técnicas son específicas tanto para cada lago como para cada tipo de problema. Por lo tanto, para cada lago y sus problemas se deberían analizar cuales son las técnicas de aplicabilidad específica, sus ventajas y desventajas. De forma muy general se las puede considerar como técnicas de "mantenimiento" del estado ambiental del lago, dentro del marco del mejor externo posible de ser aplicado. Entre las técnicas internas más comunes y efectivas se encuentran:

- a) dilución y/o lavado (manipulación del tiempo de permanencia del agua)
- b) secado periódico
- c) limpieza de la superficie del lago
- d) dragado (en húmedo o en seco)
- e) sellado de fondos
- f) tratamiento químico de sedimentos
- g) tratamiento con biocidas (especialmente herbicidas o alguicidas)
- h) cosecha mecánica periódica de la vegetación acuática
- i) inactivación de nutrientes en la columna de agua
- j) aireación u oxigenación de la columna de agua

- k) control del nivel del agua
- l) aplicación de técnicas de biomanipulación (usualmente peces y aves)
- m) aplicación de regulaciones específicas para el uso del lago/estanque

Algunas de éstas técnicas, por ejemplo el dragado o la cosecha mecánica de la vegetación acuática, son proclives a ser muy utilizadas por aquellos que desconocen el funcionamiento de los ecosistemas de lago o se aprovechan de las necesidades del público para medrar delincuentemente sobre los fondos disponibles.

Resumiendo, la recuperación y el manejo de los lagos y estanques urbanos, en lo que se refiere a la aplicación de tecnologías de recuperación y manejo dependen del tipo y estado de cada lago o estanque (Tabla 1) así como de la intensidad de uso. Sin embargo, en todos los casos el manejo de un lago o estanque debe estar integrado al manejo del parque. El manejo de los **lagos urbanos naturales y de aguas claras** incluye la aplicación de medidas externas de control de entrada de nutrientes y tóxicos y el control periódico de la vegetación. Para el caso de los **lagos naturales turbios y verdes** la aplicación de medidas externas generalmente no es suficiente para lograr su recuperación, y se hace necesario la aplicación de medidas de control interno, a seleccionar a partir de un conjunto de alternativas disponibles. Por último, el manejo de los **estanques**, altamente artificiales, implica la limpieza casi permanente de sus aguas y el vaciado periódico para su limpieza total (Tabla 1).

La educación del público usuario de lagos y estanques urbanos en el cómo funcionan los lagos, y que es lo que se debe y no se debe hacer en el parque para conservar el lago o estanque en un buen estado ambiental deberá ser un componente central en todo plan de manejo integral de un parque urbano que posea un lago u estanque dentro de sus límites.

Tabla 1. Esquema y tipo de medidas a tomar en el manejo ambiental de lagos y estanques urbanos.

tipo de lago	estado	tipo de manejo	medidas	
			externas	internas
<b>natural</b>	claro	integrado	Sí	control de vegetación
<b>natural</b>	turbio	integrado	Sí	varias, análisis de alternativas
<b>estanque</b>	artificial, variable	integrado	Sí	limpieza, y vaciado y limpieza periódicos

## Bibliografía

- Barica, J. 1992. Sustainable management of urban lakes: A new environmental challenge. *Water Pollution Research Journal of Canada*, 27: 211-219.
- Birch, S and McCaskie, J. 1997. Shallow urban lakes: A challenge for lake management. *Hydrobiologia* 395/396: 365-378.
- Klein, G. 1992. Rationale and implementation of a strategy to restore urban lakes in Berlin: Results after ten years of phosphorus removal. *Water Pollution Research Journal of Canada*, 27: 239-255.
- Holdren, C., W. Jones, and J. Taggart. 2001. *Managing Lakes and Reservoirs*. N. Am. Lake Manage. Soc. and Terrene Inst., in coop. with Off. Water Assess. Watershed Prot. Div. U.S. Environ. Prot. Agency, Madison, WI, USA.
- Kudelska, D. 1992. Approaches to Urban Lakes Assessment and Restoration in Poland. *Water Pollution Research Journal of Canada* 27: 287-300.
- Leduc R., and R. Anderson. 1992. Management strategies for eutrophication and macrophyte growth in two urban lakes in Saint-Bruno, Quebec. *Water Pollution Research Journal of Canada*, 27: 383-402.
- Lund, M.A. 1995. Urban lakes of Perth (western Australia): A history of degradation and loss. *LakeLine* 15 (2): 24-25 and 55-58.
- Pitt, R. 2002. Receiving water impacts associated with urban runoff. *In* D. Hoffman, B. Rattner, G.A. Burton, Jr., and J.Cairns, Jr. (eds.) *Handbook of Ecotoxicology, 2nd Edition*. CRC-Lewis. Boca Raton, FL.
- Stoianov I., S. Chapra, and C. Maksimovic. 2000. A framework linking urban park land use with pond water quality. *Urban Water* 2: 47-62.
- Thornton, J.A. 1995. A tale of two cities' lakes. *LakeLine* 15 (2): 26-27 and 54.