

# Evaluación de la calidad del agua y diagnóstico ambiental del humedal Jaboque

## Evaluation of the quality of the water and environmental diagnosis of the wetland jaboque

Freiner Leandro Castro Hernández\*

Isabel Cruz Rincón\*\*

Luz Adriana Moreno Cely\*\*\*

### Resumen

El objetivo de este trabajo es realizar la evaluación de la calidad del agua y el diagnóstico ambiental del humedal Jaboque en la Sabana de Bogotá. Se fraccionó el humedal, se ubicaron puntos de muestreo y se analizaron muestras in situ y en laboratorio para determinar diferentes parámetros físicos y químicos. Con estos datos se plantea el índice de calidad del agua (*water quality index*) y se comparan los resultados con el índice de calidad (ICA) obtenido en el estudio realizado por la Universidad Distrital en el año 2003. Adicionalmente, para el análisis de impacto ambiental se desarrolla una metodología cuantitativa-descriptiva que permite emitir juicios, positivos o negativos, que contribuyen a priorizar las tareas para contrarrestar o incrementar dichas acciones dentro del ecosistema. Se concluye que las herramientas mencionadas son de uso fácil y rápido y sirven para tomar decisiones en beneficio de este tipo de ecosistema.

### Palabras clave:

Diagnóstico, muestreo in situ, índice de calidad, impacto ambiental.

### Abstract

The objective of this work is to make the evaluation of the quality of the water and environmental diagnosis in the Humedal Jaboque. For such effect the humedal was divided and the sampling points were located, samples in situ and in laboratory were analyzed to determine different physical and chemical parameters. With these collected data it is formulated water quality index and are compared the results with the index of quality (ICA) acquired in the study made by the Universidad Distrital in 2003. Additionally for the study of environmental impact is developed a methodology quantitative-descriptive, that it allows to emit judgments, they are already positive and/or negative and also that contributes to prioritize of the tasks to make in order to resist or in its defect to increase these actions within the ecosystem. With the use of the tools previously mentioned concludes that they are of use fast and easy and serve to make decisions in benefit from this type as ecosystem.

### Key words:

Diagnostic, sampling in situ, index quality, environmental impact.

Fecha de recepción: agosto 20 de 2005

Fecha de aceptación: septiembre 1 de 2005

### Introducción

Dentro de la gran red de humedales de la Sabana de Bogotá se encuentra el humedal Jaboque, ecosistema de gran importancia por su potencial acuífero y ubicación, que debido a los problemas ambientales que ha venido enfrentando por causa de la intervención del hombre, es ahora nuestro motivo de investigación.

Los humedales del Distrito Capital, entre ellos el Jaboque, han sido considerados charcales que impiden el desarrollo urbano; de esta forma se ha devaluado su importancia, uso y valor que se les puede dar como ecosistemas estratégicos y se convierten en lugares donde se arrojan las aguas negras y los residuos sólidos de las comunidades vecinas al humedal; esto provoca la colmatación del lecho, la

\* Tecnólogo en Gestión Ambiental y Servicios Públicos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [isafreca@hotmail.com](mailto:isafreca@hotmail.com)

\*\* Tecnóloga en Gestión Ambiental y Servicios Públicos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [icruz@tecnyc.com](mailto:icruz@tecnyc.com)

\*\*\*Tecnóloga en Gestión Ambiental y Servicios Públicos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [amoreno@tecnyc.com](mailto:amoreno@tecnyc.com)

utilización inadecuada del suelo por quemas, la sustracción de agua para riegos de cultivos, la ubicación de viviendas informales y la presencia de ganado y perros, que son algunos de los malos manejos que se le da a la zona de preservación y ronda hidráulica. Todo esto muestra el grado de desconocimiento de la importancia ambiental que tiene un ecosistema como el humedal en la mitigación de impactos por inundaciones, recarga de acuíferos y provisión de hábitat a una gran biodiversidad de flora y fauna.

Acerca del humedal Jaboque existen estudios dirigidos a la evaluación de su potencialidad en términos de aprovechamiento del recurso hídrico y de posibles soluciones para la mitigación y recuperación del ecosistema, involucrando la parte sociocultural y así encontrar el normal e ideal funcionamiento del ecosistema en el sector. Dentro de estos estudios podemos citar EAAB- Conservación Internacional Colombiana (2000), “Síntesis del estado actual de los humedales bogotanos”; “Plan de manejo ambiental y control de la contaminación en el humedal el Jaboque”, realizado por Gómez Cajiao y Asociados (1995); el proyecto “Sistema de drenaje humedal el Jaboque”, de la firma IEH-Grucon Ltda. (1996) y su actualización en 1999, “Evaluación de la calidad del agua del parque ecológico distrital humedal el Jaboque” (2003), de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, entre otros.

Por la importancia de las investigaciones es necesario realizar estudios actualizados que permitan hacer un seguimiento y control específico del humedal, con el fin de analizar su problemática e impactos ambientales y de esta forma hacernos conscientes de la importancia de este tipo de ecosistemas. Por eso en este trabajo se encontrará una serie de temáticas desarrolladas que permiten ver el estado actual del humedal con respecto al índice de calidad del agua y la evaluación del impacto ambiental, elementos que llevan al cierre de la investigación y al logro de nuestros objetivos.

### Objetivo general

Establecer un diagnóstico ambiental mediante herramientas de fácil aplicabilidad, que permitan evaluar las condiciones del humedal Jaboque, para la toma de decisiones enfocadas a resolver las problemáticas priorizadas, que inciden en la conservación y uso de este ecosistema.

### Objetivos específicos

- Crear el índice de contaminación como una herramienta de diagnóstico que determina la calidad del agua, permite el seguimiento a través del tiempo y advierte sobre la presencia de agentes exógenos que afectan las condiciones naturales del humedal Jaboque.

- Buscar una herramienta que contribuya a priorizar la toma de decisiones en la gestión ambiental para la conservación de un ecosistema natural.
- Identificar puntos críticos en el humedal que afecten las características ambientales.

### Metodología

Para conocer el estado de las aguas del humedal fue necesario recoger una serie de muestras que reflejaran la calidad del agua tras el respectivo análisis de los parámetros físico-químicos. Con el fin de garantizar homogeneidad y continuidad en los análisis en todo el cuerpo de agua, se fraccionó el humedal en cinco zonas y se ubicaron 22 puntos de muestreo, de los cuales cinco fueron analizados por separado de las secciones por ser considerados como críticos y de vital importancia para determinar su afectación en el humedal.

Para cada punto de muestreo se analizaron los siguientes parámetros:

In situ: temperatura agua y ambiente, humedad relativa, transparencia agua, pH, turbidez (cualitativo), color (cualitativo), olor (cualitativo).

En laboratorio: color (cuantitativo), turbidez (cuantitativo), conductividad, oxígeno disuelto, DQO, DBO<sub>5</sub>, sólidos, acidez, alcalinidad, dureza, nitratos, hierro, fosfatos, cloruros y nitritos.

Se utilizaron muestras puntuales e integradas dependiendo del flujo hidráulico de cada zona y su influencia en el comportamiento del humedal.

### Resultados

#### Análisis por zonas

A continuación se presenta el análisis de cada una de las zonas planteadas, así como de los puntos críticos, llamados así porque tienen influencia directa sobre el humedal Jaboque. Igualmente se utilizaron las observaciones obtenidas al momento de la toma de muestras, y los factores externos que lo afectan. Los resultados se compararon teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por diversos autores<sup>1</sup> y la normatividad vigente<sup>2</sup>.

#### Canal El Carmelo

Se observó que este canal posee un flujo de agua lento, no es utilizado como sitio para depositar residuos sólidos, no se encontró presencia de vegetación, ni olor que pudie-

1 Interpretación de parámetros de calidad de agua dados por Nisbet y Verneaux y Canadian Forestry Service.

2 Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura.

ra incomodar a los vecinos. Este canal es una de las principales fuentes de ingreso de agua al humedal y presenta vertimientos de aguas de alcantarillado público; sus aguas son duras y los valores de conductividad, alcalinidad y dureza así lo indican, teniendo en cuenta las interpretaciones dadas por diversos estudios. El pH es de acidez débil, los cloruros muestran que las aguas son particularmente contaminadas, los nitritos mostraron contaminación sensible, los sólidos en suspensión son altos e indican la colmatación del canal.

### Canal Los Ángeles

Es otra de las principales fuentes de ingreso de agua al humedal; el punto de muestreo fue tomado cerca de un vertimiento de agua de alcantarillado público, donde se encontraron residuos domésticos (grasas y desechos de comida), sedimentos, residuos sólidos y ausencia de vegetación. Los resultados muestran que las aguas son contaminadas puesto que los sólidos en suspensión, cloruros y nitritos encontrados son altos, el pH significa que el agua presenta una acidez débil, la dureza muestra que las aguas de este canal son duras, la DBO es alta y representa la cantidad de oxígeno necesaria para que los microorganismos descompongan la materia orgánica. Así mismo la DQO es alta e indica la alta cantidad de materia orgánica no biodegradable y biodegradable.

### Zona A

Se ubica después de la planta de tratamiento preliminar dispuesta para los canales Carmelo y Los Ángeles; se observó presencia de vegetación, en especial barbasco de pantano (*Polygonum* sp.) y comunidad dominante de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), ausencia de fauna, abundante presencia de residuos sólidos dentro de la materia como en el canal que la bordea; tiene olor fuerte; el agua es bastante turbia y con aceites y grasas.

El flujo hidráulico es muy lento; la zona está separada totalmente por las obras hidráulicas que la EAAB realiza en las otras zonas, lo cual impide su flujo continuo. Los resultados de la evaluación de la calidad del agua demuestran que el agua es dura y el pH indica una acidez débil; la contaminación se refleja en los valores altos de cloruros, sólidos suspendidos, DBO, DQO, entre otros; la colmatación rápida de esta zona se refleja en los valores de sólidos sedimentables. La contaminación refleja la falta de un flujo hidráulico que permita autodepuración natural, la cual es una de las funciones importantes que realiza este tipo de ecosistemas.

### Zona B

Se encontraron pocos espejos de agua, presencia de aceites y grasas, residuos sólidos sectorizados en algunas partes

de la materia como en los canales que la rodean, se percibió olor leve, color gris, la vegetación es mayor y diversa; así mismo se observó fauna como tinguas y patos.

Esta zona también se encuentra separada de las demás y presenta flujo hidráulico casi nulo. Los resultados de la calidad del agua muestran que ésta es dura; los parámetros como sólidos suspendidos, cloruros, DBO y DQO muestran alta presencia de contaminación, el pH indica una acidez media. Con lo anterior se puede concluir que, a diferencia de la zona A, los espejos de agua ayudan a los procesos fotosintéticos y la efectividad en la descomposición de la materia orgánica, determinantes del grado de polución del agua, y así mismo contribuyen al desarrollo propicio de la fauna y la flora, puesto que en esta sección se observó gran variedad de vegetación como sombrilla de agua, lenteja, junco, barbasco, entre otros.

### Canal Villa Amalia

Es una fuente de ingreso de aguas al humedal hacia el canal de la zona B, se evidencian grasas y aceites, así como acumulación de residuos sólidos, no se percibió olor, el color es gris claro; hay presencia de vegetación y no se encuentra canalizado en la zona de toma de muestra. Los resultados señalan que el agua es dura, la acidez es débil; los sólidos suspendidos, cloruros, DBO y DQO, muestran presencia leve de contaminación, producto de tener este vertimiento en su mayor parte de aguas lluvias, por lo cual sus aguas pueden ser aptas para ingresar directamente en la zona del humedal. Es importante mencionar que en el año 2005 este sector fue canalizado totalmente para construir una vía.

### Zona C

Esta zona es intermedia y está canalizada en gran parte, exceptuando su tramo final; se conecta con las demás zonas por el costado sur; se observó variedad de vegetación, presencia de fauna como tinguas, ausencia de residuos sólidos, pero en el canal que la rodea hay presencia de aceites y grasas, el olor percibido fue leve, el aspecto del agua es turbio, se encuentran espejos de agua.

El flujo hidráulico es lento, pero en la zona donde termina la canalización se observa estancamiento de las aguas producto de acumulación de residuos sólidos y confluencia directa con la zona natural. Los resultados de la evaluación de la calidad del agua muestran que ésta es dura; así mismo el pH indica una acidez débil; los sólidos suspendidos son menores; los cloruros, DBO y DQO son altos y señalan contaminación por materia orgánica biodegradable y no biodegradable, así como la cantidad de oxígeno necesaria para que los microorganismos la descompongan; la turbiedad aumenta debido a que hay contacto con el canal de Villa Gladis que es una gran fuente de contaminación.

### Estación de Bombeo

Se ubica cerca del brazo de Villa Gladis que pertenece a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB); su función es bombear las aguas del alcantarillado de algunos de los barrios aledaños y llevarlas al río Bogotá, ya que se encuentra a una cota inferior del nivel del río; cuando la tubería de los colectores principales del acueducto se colmata, la estación abre una de las compuertas que desemboca directamente en el humedal.

Se observó estancamiento de residuos sólidos, grasas y aceites en abundancia, flujo hidráulico casi nulo y olor fuerte. Dentro de los resultados de laboratorio encontramos que este punto tiene una alta presencia de sólidos suspendidos, sus aguas son duras, la DBO y la DQO así como los cloruros indican la presencia de contaminación por materia orgánica biodegradable y no biodegradable. Los sólidos totales son altos.

### Zona D

Esta zona no ha sido intervenida hidráulicamente por la EAAB, por tanto mantiene en parte su condición natural; sin embargo, en su ronda se encontró un cultivo de fresa que se riega con agua del humedal; hay asentamientos urbanos, disposición de residuos sólidos, ausencia de olor; se observa gran variedad de vegetación (junco, botoncillo, sombrilla, entre otros) y presencia de fauna (monjitas y otros). Los análisis muestran que las aguas son duras y con acidez débil, contaminación reflejada en los valores de sólidos suspendidos, cloruros, DBO y DQO. Los sólidos totales presentan un aumento que puede ser ocasionado por los asentamientos urbanos y por depósito de residuos sólidos; la disminución de DBO y DQO se presenta en parte por autodepuración y por el flujo continuo del humedal.

### Zona E

Presenta en su ronda afectaciones ambientales por la ubicación de la carbonera, la cual realiza quemas para la producción de carbón de leña, así como zonas dedicadas a agricultura y pastoreo; hay ausencia de residuos sólidos; tiene gran variedad de vegetación, fauna y flujo hidráulico. Los análisis de calidad del agua muestran que es dura, su pH indica acidez débil; la contaminación se refleja en los valores obtenidos de sólidos suspendidos, cloruros, DBO y DQO; la disminución de DBO y DQO se presenta en parte por la autodepuración y por un flujo continuo; al igual que la zona anterior, los sólidos totales son altos por la desecación producto de los sectores dedicados a la agricultura y al pastoreo.

### Zona F

Se encuentra junto al río Bogotá, del cual la separa un jarillón construido para evitar las inundaciones por crecien-

tes del río; hacia el centro del jarillón el humedal descarga sus aguas al río. Esta zona presenta entre lo más relevante áreas dedicadas al pastoreo, la comunidad vegetal dominante en los bordes de los diques es el pasto (kikuyo); hay presencia de perros que cazan fauna silvestre como el curí. Los resultados indican que el agua es dura, con acidez débil; la DBO, la DQO y los cloruros son altos, lo que indica contaminación por materia orgánica biodegradable y no biodegradable. Sin embargo, los sólidos suspendidos son menores debido a la época estacionaria (invierno) de toma de la muestra.

### Desembocadura al río Bogotá

Se localiza hacia el centro del jarillón, tiene un ancho aproximado de 2 m, se observa un flujo hidráulico continuo, ausencia de residuos sólidos, presencia de vegetación como la sombrilla, entre otros; no se detecta olor; este punto presenta bastante profundidad. Los resultados indican que del humedal se vierten aguas duras al río Bogotá, contaminadas por sólidos suspendidos, cloruros, DBO y DQO; la DQO tiene una concentración alta debido a la mayor cantidad de materia orgánica no biodegradable.

Analizando una de las funciones que cumplen los humedales en depurar el cuerpo de agua, se observa que hay parámetros que disminuyen, pero el humedal no alcanza a depurar toda la contaminación que recibe.

### Índice de calidad del agua

De los análisis de laboratorio obtenidos se realizó la comparación con el índice de calidad (ICA) usado en el estudio de 2003<sup>3</sup>, con el siguiente resultado:

Tabla 1. Resultados de comparación índice de calidad

Índice	ICA 2003	ICA 2004
Icomi	Aceptable	Contaminación fuerte
Icomo	Contaminada	Contaminación Fuerte
Icotro	Excesivamente contaminada	Excesivamente contaminada
ICOSUS	No fue determinado por falta de la prueba de sólidos suspendidos	Contaminación fuerte

Fuente: los autores (2004)

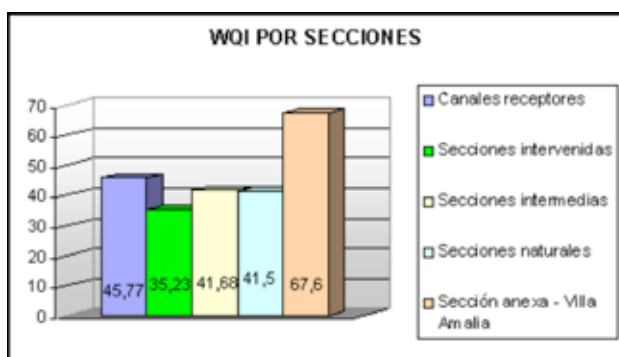
En un estudio pormenorizado se concluyó que para facilitar y simplificar el análisis es recomendable utilizar otro tipo de índice que dé la posibilidad de generalizar la calidad del agua del humedal en un solo resultado; por este motivo se planteó el índice de calidad WQI (*water quality index*) y se obtuvo:

3 Evaluación de la calidad del agua del parque ecológico humedal Jaboque, 2003, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

**Tabla 2.** Resultado índice de calidad de agua WQI

Zona	WQI	Calidad
Canales receptores	45,77	Admisible
Zonas intervenidas	35,23	Admisible
Zonas intermedias	41,68	Admisible
Zonas naturales	41,50	Admisible
Zona anexa – Villa Amalia	67,60	Buena
TOTAL WQI	46,36	Admisible

Fuente: los autores (2004)

**Grafico 1.** Resultado WQI humedal Jaboque

Fuente: los autores (2004)

### Matriz de impacto ambiental

En el artículo 26 del decreto 619 de 2000, por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para la ciudad de Bogotá, se reconoce la calidad de *parques ecológicos distritales de humedal* a los humedales que se encuentran dentro de la configuración urbana de la ciudad, como el humedal Jaboque; son considerados áreas de alto valor escénico y/o biológico, que por sus condiciones y accesibilidad se destinan a la preservación, restauración y aprovechamiento sostenible de sus elementos biofísicos para educación ambiental y recreación pasiva. Así mismo, se considera la zona de manejo y preservación ambiental (ZMPA), la ronda hidráulica y el cuerpo de agua como una unidad ecológica.

Tomando en cuenta la normatividad del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) con respecto al humedal, encontramos, por el análisis de la matriz de impacto, que no se aplica el régimen de usos según la categoría de parque ecológico distrital de humedal, pues no se están cumpliendo las condiciones mínimas para la conservación y el manejo sostenible de este ecosistema, debido a acciones como agricultura, pastoreo de semovientes, vertimientos de aguas servidas, entre otros.

Los impactos encontrados en el análisis de la matriz se han valorado de acuerdo con la intervención humana extensiva en el ecosistema del humedal, y así se han obtenido diagnósticos específicos con una escala valorativa de acuerdo con la problemática de cada zona.

### Zona intervenida

Se caracteriza principalmente por su arquitectura, ya que las obras de ingeniería que comprenden la canalización del humedal, alamedas, carillones, entre otros, dejan ver un plano muy homogéneo y la fragmentación del humedal. En la zona intervenida del humedal encontramos que las condiciones naturales del ecosistema se han alterado sustancialmente por la calidad del agua, con grandes cantidades de sedimentación, provocadas por los tipos de aguas vertidas y depositadas en los canales perimetrales; muestran también un flujo lento, que tiene que ver directamente con la baja pendiente de estos canales en su lecho.

Por último, la matriz muestra que los valores más altos en los impactos negativos son los que corresponden a los residuos sólidos, aguas residuales, materia orgánica, que son los problemas que se deben atacar con mayor urgencia dentro de cualquier posible plan de recuperación y/o mantenimiento.

Las construcciones civiles se han convertido en trampas donde las víctimas son las especies que habitan en el humedal y en algunos casos las que se encuentran en su ronda; esto se debe a la altura y la pendiente severa de las paredes de los canales.

### Zona intermedia

A esta zona, que incluye el brazo de Villa Gladis, le llegan ocasionalmente aguas de una estación de bombeo de aguas residuales, que impactan sustancialmente la calidad del agua y el flujo dentro del sistema hidráulico.

De este brazo hacia abajo se termina la canalización del humedal; comienza a mejorar el nivel de calidad del agua, y por ende comienza a ser extraída y utilizada en el riego de los cultivos de fresas (costado sur) y leguminosas (costado norte), que se encuentran localizados en la ronda hidráulica del humedal.

En Villa Gladis disminuyeron considerablemente los valores de sólidos totales, también los de residuos sólidos, pero siguen siendo significativos dentro del impacto del ecosistema. Sin embargo, se observó gran acumulación de materia orgánica en el lecho.

La presencia de semovientes y la caza de curies por los perros callejeros comienzan a ser más frecuentes en esta zona; la *terrificación* hecha por los agricultores en su afán de aumentar sus parcelas y el arrojo de escombros se han

convertido en prácticas comunes. Los drenajes construidos contribuyen a la desecación y *terrificación* del humedal.

En esta zona comienza a aparecer un nuevo impacto: la quema de madera para fabricación de carbón, lo cual influye en la alteración del sistema natural e incluso provoca problemas de salubridad.

Las acciones antrópicas positivas en esta zona del humedal significan una área mayor para la apertura de los espejos de agua y la afluencia de personas hacia dentro del humedal es muy limitada.

### Zona no intervenida

Esta zona tiene la mayor área y es la menos intervenida. Se divide en dos subzonas por la construcción de un jarillón, el cual cumple a la vez con la función de puente para el paso de personas y animales. Hay un canal de descarga hacia el río Bogotá; en este canal se encuentra el agua de mejor calidad en tiempos secos del humedal.

Es el conjunto más cercano al estado natural del humedal y tiene la mayor diversidad en plantas, mamíferos y aves. También hay zonas de *potrerización* que son utilizadas arbitrariamente por los ganaderos de la región.

Los residuos sólidos en esta zona ya no son tan significativo dentro del humedal, pero si en su ronda donde se encuentra la ciclorruta hacia el parque La Florida; los transeúntes no saben utilizar los espacios acondicionados propuestos en el decreto 619 del POT de la ciudad de Bogotá.

En esta zona se encuentra la mayor afluencia de semovientes (vacas y caballos), los cuales detienen el ciclo normal de la flora dentro del humedal y ocasionan también una erosión intensa llamada pata de vaca.

Los perros callejeros son los principales responsables de la ausencia de especies endémicas y migratorias del humedal, principalmente curies, especie menor no domesticada.

En esta zona un jarillón que conecta la ciclorruta y la vía principal hacia el parque La Florida es tomado como atajo o sendero, al cual se arrojan basuras y excrementos de animales.

Es de resaltar que los impactos negativos son menores que en las otras zonas, lo que indica que cuanto menor sea la intervención humana en los procesos naturales de un ecosistema, mejor será la respuesta de éste para el ambiente y por ende para la salud ambiental humana.

### Conclusiones

Según los resultados de los análisis de cada una de las zonas y puntos críticos, así como de la matriz de impacto y

la determinación del índice de calidad de agua, el humedal Jaboque ha sido alterado ambientalmente por diversos factores, como obras hidráulicas, vertimiento de aguas contaminadas, malos manejos de la ronda a causa de cultivos, pastoreo, extracción de agua que ocasiona desecación, entre otros; sin embargo, pese a todo lo anterior, este ecosistema sigue siendo un depurador de aguas contaminadas, labor ambiental muy importante, y alberga gran variedad de fauna y flora.

Se reafirmó por medio del análisis de aguas que al humedal Jaboque se arrojan los residuos sólidos de sus alrededores y, lo que es más preocupante, se convirtió en vertedero de aguas residuales domésticas, lo que se refleja en las grandes cantidades de materia orgánica en las muestras.

De acuerdo con los análisis y la sectorización del humedal, en las tres primeras partes hay aguas residuales domésticas y en la parte final, gracias a su flujo hidráulico, se cuenta con agua cruda que se puede usarse según su clasificación como de no contacto directo.

Uno de los puntos críticos analizados fue el canal de Villa Amalia, el cual obtiene los resultados más amigables, ambientalmente hablando, ya que sus aguas no presentaron alta contaminación.

De la comparación de los índices de calidad ICA del estudio de 2003 *versus* el actual, se puede concluir que este ecosistema presenta aumento de contaminación en lo que se refiere al índice de contaminación por *mineralización* y al índice de contaminación por *materia orgánica*; el índice de contaminación *trófico* se mantiene en el mismo nivel de calidad; finalmente se determinó el índice de contaminación por *sólidos suspendidos* y se observó que tiene relación lógica con los resultados obtenidos en el estudio del año 2003.

### Bibliografía

- Andrade, G. (1994). *Laguna de La Herrera último gran humedal de la Sabana de Bogotá. Estado actual y perspectivas de conservación de la diversidad biológica*. Bogotá, Trianea.
- Carpenter, S. y Cottingham, K. (1998). *Resilience and Restoration of Lakes*. Conservation Ecology. USA.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2001). *Humedales artificiales como alternativa de tratamiento para aguas residuales domésticas*.
- Costa, L. (1996). *A referente manual*. Instituto de Conservação da Naturaza & Wetlands Internacional. Portugal.

- Daphnia. (1996). Estudio ecológico y diseño del plan de manejo del humedal de Juan Amarillo.
- Deeb & Asociados. (1995). Control de la contaminación en el humedal de La Conejera, Vol. III. Bogotá.
- EEl/Hidromecánica. (1998). Plan de manejo ambiental de los humedales Torca, Guaymaral, embalse de Córdoba, Capellanía, El Burro, La Vaca y Tibanica. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
- Empresa de Acueducto, Agua y Alcantarillado de Bogota. (1994). *Humedales bogotanos. Síntesis del estado actual de los humedales*. Bogotá, Colección biblioteca técnica del Acueducto.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (1995). *El medio ambiente en Colombia*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. (1999). *Humedales interiores de Colombia: bases técnicas para su conservación y uso sostenible*. Bogotá, Alexander Von Humboldt, y Ministerio del Medio Ambiente.
- Kusler, J., Mitsch, W. y Larson J. (1994). *Humedales*. Investigación y Ciencia.
- Marín. (1992). Estadísticas sobre el recurso agua. Bogotá.
- Ministerio del Medio Ambiente. (1997). Lineamientos de política para ecosistemas terrestre y acuáticos. Borrador. Bogotá.
- Naranjo, L. (1997). "Humedales de Colombia. Ecosistemas amenazados". En: *Sabanas, vegas y palmares. El uso del agua en la Orinoquia colombiana*. Bogotá, Universidad Javeriana.
- Política de Humedales del Distrito Capital de Bogotá. (2004). Plan estratégico para su restauración, conservación y manejo. Bogotá.
- Schmidt, M. (1998). Vegetación acuática y palustre de la Sabana de Bogotá y plano del
- río Ubaté. (1998). Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Seoáñez, C. (1999). "Aguas residuales: tratamiento por humedales artificiales". *Fundamentos científicos, tecnologías y diseño*. Madrid.
- Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water* (1989). Madrid, España, Ediciones Díaz de Santos.