# MODELACIÓN HIDRÁULICA EN SOBEK DE LA CONEXIÓN DE LAGUNA DE SONSO Y EL RÍO CAUCA

# Steven Menkveld<sup>1</sup> y Jairo Alejandro Ángel Escobar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Experto en hidrología, Dutch Water Authorities, Koningskade 40, La Haya, Países Bajos.

<sup>2</sup>Profesional Grupo Recursos Hídricos, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Carrera 56 #11-36, Cali, Colombia.

E-mail: s.menkveld@dutchwaterauthorities.com, jairo-alejandro.angel@cvc.gov.co

#### Introducción

La Laguna de Sonso es el último gran humedal en el Valle Alto del río Cauca de Colombia, reconocido por su importancia internacional junto con 25 humedales cercanos afiliados como sitio RAMSAR, debido a la gran variedad de aves residentes y migratorias y la presencia de 5 especies de peces endémicas. Igualmente, el humedal sirve de envase regulador de crecientes del río Cauca por medio de su única conexión.

El humedal cuenta con una presión ambiental considerable debido a múltiples factores entre los que se destacan:

- Los afluentes de contaminación provenientes de la agricultura, la industria y zonas urbanas cercanas que deterioran la calidad del agua del humedal.
- El riesgo de colmatación por inundaciones que llevan sedimentos en suspensión del río Cauca al humedal, provocando la pérdida de columna de agua.
- La expansión de la frontera agrícola que elimina espacio del humedal por medio de construcción de diques de protección.

Para tratar estos procesos, se han realizado diferentes estudios que buscan definir la mejor forma de conexión de la laguna con el río. Por el enfoque diferente dado en cada estudio, ninguno de ellos ha sido concluyente en cuanto a una solución integral. Por esta razón se ha construido un modelo hidráulico para definir la forma más apropiada de conexión de la laguna y el río, utilizando los últimos datos y modelos base, para definir la alternativa óptima en términos de niveles, caudales y velocidad de agua; calidad de agua y gestión de la sedimentación en el humedal.



Figura 1.- Ubicación de la Laguna de Sonso (CVC et al., 2015).

#### Contexto

La Laguna de Sonso es un humedal de 745 Ha de espejo lagunar y 2045 Ha de área protegida, ubicada en el departamento del Valle del Cauca, en el occidente de Colombia. Se encuentra en el municipio de Guadalajara de Buga, en el valle aluvial del río Cauca por la orilla derecha (Figura 1 y 2). La Laguna tiene tres principales fuentes de agua: 1. El agua del río Cauca, que en temporadas de crecientes puede entrar a la laguna a través de un canal al norte (Caño Nuevo), como se muestra en la figura 3, y esporádicos rompimientos de diques por inestabilidad; 2. La escorrentía superficial originada de canales de irrigación por la cuenca de captación de la laguna; y 3. Aguas subterráneas.

El 85% del año hay un flujo desde la laguna hacia el río, indicando un fuerte aporte de agua subterránea en el cuerpo de agua del humedal (ASOYOTOCO, 2007). La actual conexión de Caño Nuevo es la principal fuente de sedimentación de la Laguna de Sonso (CVC,1988). Se busca entonces, otra forma de conectar la laguna con el río para disminuir la tasa de sedimentación.



Figura 2.- Río Cauca cerca a la Laguna de Sonso.



Figura 3.- Caño Nuevo: Canal de conexión de la Laguna de Sonso con el río Cauca

### Objetivo

El objetivo de la presente investigación es definir la mejor alternativa de conexión de la laguna de Sonso con el río Cauca, teniendo en cuenta la calidad, niveles, caudales y velocidades de agua, así como tasa de sedimentos, que garanticen la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos en el humedal.

## Metodología

#### Estudio de alternativas

Para definir la mejor alternativa de conexión se recopilaron en primera instancia los diferentes estudios hidráulicos realizados para el humedal. En general, se estudia la hidrodinámica (niveles, velocidades y caudales) de hipotéticas conexiones por medio de canales en el sur, en el norte, y con ambas posibilidades.

La conexión sur-norte parece ser la opción más viable, ya que permitiría un recambio de aguas al interior del humedal y la utilización de su envase como regulación y laminación de crecientes. Ningún estudio sin embargo, ha hecho un análisis del comportamiento de sedimentos.

#### Modelación hidráulica

Se decidió crear modelos hidráulicos que permitan unificar criterios de conexión río-humedal. Los modelos hidráulicos base son modelos hechos en el programa SOBEK, a través de una conversión de los antiguos modelos de MIKE 11 (Arcadis y Deltares, 2015). Los dos modelos disponibles son un modelo 1D y un modelo combinado 1D/2D, con sus parámetros hidráulicos (rugosidad, geometría) y condiciones de frontera definidos. La esquematización en 1D/2D se realizó utilizando una grilla de cálculo 2D que incluye los diques de la zona a su altura apropiada. Se debe tener en cuenta que el modelo base corresponde a la situación actual en la que el río y el humedal se conectan a través de Caño Nuevo (conexión norte).

El modelo 1D/2D se ejecutó para diferentes periodos de crecientes y temperadas secas, con el fin de determinar la óptima conexión que responda a los requerimientos ecosistémicos en diferentes eventos de sequías y crecientes. La figura 4 muestra los resultados de inundaciones del modelo en el período de noviembre y diciembre del 2010, que fue una de las temporadas de crecientes de más afectación en el país en los últimos años.

# Simulación de escenarios

El modelo base sirvió para estudiar diferentes escenarios que fueron evaluados a partir de diferentes parámetros para escoger la alternativa más viable. Como alternativas de conexión a investigar se incluyeron los siguientes:

- 1. Situación actual (conexión norte) con sedimentador
- Situación actual con conexión al sur de la laguna y sedimentadores.
- 3. Situación sin conexión y sin diques perimetrales al

El primer escenario incluye la conexión actual, con un posible sedimentador en el punto en que la conexión Caño Nuevo entra al humedal con el fin de concentrar la sedimentación y facilitar una fácil remoción. El modelo permitió determinar las dimensiones del sedimentador necesarias para este proceso.

El segundo escenario consiste en una conexión adicional al sur de la laguna con sedimentador, para que en tiempos de crecientes el agua pueda fluir desde el sur hacia el norte de la laguna, aprovechando el efecto de laminación de la laguna en la mitigación de impacto de creciente y eliminando el aporte de sedimentos dispersos al norte de la Laguna de Sonso.

El tercer escenario no contempla ninguna conexión fija entre el río y la laguna. La eliminación de diques perimetrales en la laguna permitiría que, en épocas de crecientes, el flujo se distribuya sobre toda la berma del río y entre a la laguna, facilitando la distribución uniforme de sedimentos por toda la planicie de inundación. Este escenario se desarrolló en un modelo de sedimentos Delft3D, con las mismas fronteras definidas en el modelo base.

## Resultados esperados

Con los resultados de la modelación de estos escenarios y la evaluación de parámetros, se obtuvo la mejor opción de conexión entre la Laguna de Sonso y el río Cauca en términos de nivel de agua, caudales, calidad de agua y control de sedimentos.

Con base en esto, se obtuvieron los siguientes resultados puntuales:

- Cota de conexión óptima de canales adicionales río Cauca-humedal.
- Ancho óptimo de los canales para el intercambio de fluio
- Dimensiones apropiadas de sedimentadores
- Factibilidad de remover diques perimetrales
- Propuesta de dragado para la recuperación de la capacidad hidráulica del humedal

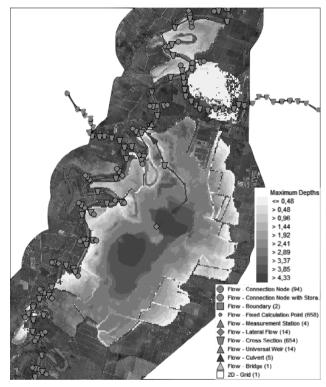


Figura 4.- Profundidad de inundaciones del creciente de 2010 en el modelo SOBEK.

# Referencias bibliográficas

**Arcadis y Deltares** (2015). *Migración modelo MIKE11 a SOBEK 1D/2D*. Arcadis, Arnhem, Países Bajos.

**ASOYOTOCO** (2007). Plan de manejo ambiental integral humedal Laguna de Sonso municipio de Guadalajara de Buga, Santiago de Cali, Colombia.

CVC-Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (1988). Estudio Hidrológico y Sedimentológico. En: Evaluación de la Situación Actual de la Laguna de Sonso. Subdirección de Recursos Naturales. Cali, Colombia. 26 p.

CVC, Corpocuencas, SIDAP (2015). Homologación de la Laguna de Sonso o El Chircal como área protegida publica. Santiago de Cali, Colombia