

# EVALUACIÓN DE ALTERACIÓN DE LA CONECTIVIDAD HIDRÁULICA ENTRE EL RÍO SINÚ Y CAÑO BUGRE

Alejandro Franco Rojas, Fabio Andrés de León Otero y Neil Andrés Llain Torrado

Facultad de Ingeniería, Universidad de La Salle de Colombia.

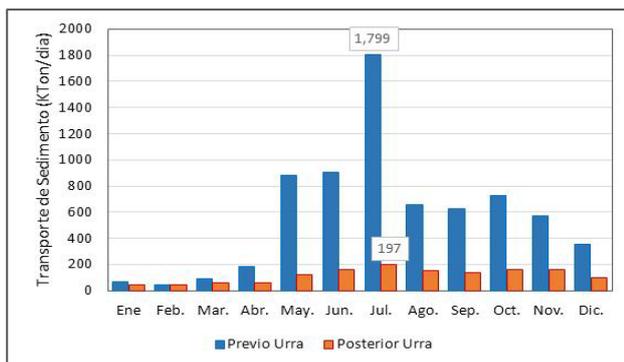
Autor Corresponsal: Facultad de Ingeniería, Universidad de La Salle, Cra. 2, No. 10-70, La Candelaria, Bogotá D.C, Cundinamarca. 111711237. Colombia.

E-mail: afrancor@unisalle.edu.co

## Introducción

Uno de los impactos más relevantes asociados a la construcción de presas, es la retención de sedimentos en el vaso del embalse y la consecuente subalimentación de carga sólida hacia aguas abajo, que especialmente en cauces aluviales, desencadena en un desequilibrio morfológico.

Tal es el caso de río Sinú, en cuya cuenca se construyó en 2010 el embalse Urra, con un volumen útil de 1233,62 Mm<sup>3</sup>, área de inundación de 80,38 Km<sup>2</sup> y presa con altura de 73 m (Ministerio de Minas y Energía, URRÁ S.A. E.S.P., 2014). Producto de la retención de sedimentos en este embalse, Barajas y Leiva (2016), concluyen a partir de registros históricos de caudal líquido y transporte sólido, una reducción en la carga de hasta el 91% (ver Figura 1) en una longitud de 175 km aguas abajo del sitio de presa, sin evidencia de alteraciones en el alineamiento en planta, sinuosidad y ancho superficial.



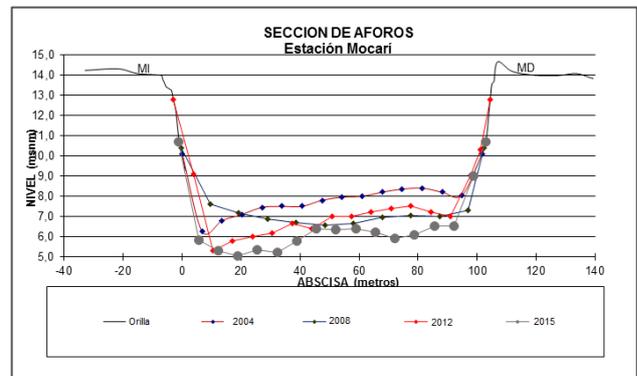
**Figura 1.-** Comparación de transporte de sedimento en el río Sinú en la estación Pasacaballos para los periodos previo Urra y posterior a Urra.

Aunque Barajas y Leiva (2016) no identifican cambios morfológicos, sí advierten la posible pérdida de conectividad entre el río Sinú y Caño Bugre a la altura de la población de Cerete, el cual es un efluente del río Sinú, con un cauce que se extiende por algo más de 33 km hasta descargar sus aguas en la Ciénaga Grande de Loricá, trayecto en el cual recorre 6 municipios, ofreciendo una alternativa para movilidad, recreación, abastecimiento de agua y pesca.

## Metodología

Con el propósito de evaluar la pérdida de conectividad entre estos dos cuerpos de agua y su posible relación con la construcción del embalse, se combinaron varias estrategias: i) el modelamiento matemático de la dinámica hídrica, ii) correlación entre caudales del río Sinú y caudales de caño Bugre, iii) visita de campo para la identificación de procesos erosivos asociados a degradación de lecho del río Sinú y iv) encuestas con habitantes de la región sobre alteración de la dinámica río Sinú – Caño Bugre.

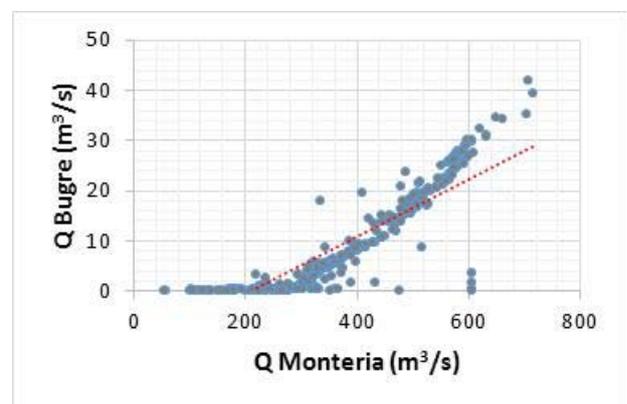
La modelación hidráulica involucró tanto el río Sinú en el sector Boca La Ceiba, como caño Bugre, para lo cual se utilizaron secciones batimétricas correspondientes a los años 2004 a 2015, suministradas por Urrá S.A. (ver Figura 2).



**Figura 2.-** Secciones batimétricas del río Sinú próximo a Caño Bugre.

El software utilizado para la modelación hidráulica es HecRas, desarrollado por el US Army Corps of Engineers, en su modalidad de flujo uniforme y caudal permanente, involucrando estructuras laterales que simulen el aporte de caudal desde el río hacia el sistema lagunar.

Para el análisis de caudales se complementaron los registros de las estaciones hidrológicas del IDEAM con registros diarios entre los años 2004 y 2015 realizados por Urrá S.A., (ver Figura 3).



**Figura 3.-** Caudales del río Sinú (estación Montería) vs Caño Bugre en el año 2009.

Finalmente, se encuestó una muestra poblacional constituida en un 81% por personas con más de 20 años en la región y en un 29% por pescadores -ocupación en la cual el individuo está en un contacto directo y continuó con el caño-. Estos parámetros permiten calificar lo expresado en las encuestas como “conocimiento experto”.

## Resultados y discusión

En primer lugar se resalta la profundización del río Sinú, según se muestra en la figura 2, donde se aprecia un descenso en el lecho, pasando de la cota 6,20 msnm en el año 2004 a la cota 5,07 msnm en el año 2015.

En cuanto a la correlación entre los caudales registrados en el río Sinú y Caño Bugre, se obtiene un valor de 0,95, indicando

una intrínseca relación entre ambos cuerpos de agua.

En la figura 4 se puede observar como posterior a la entrada en operación del embalse Urra (2010), el caudal derivado desde el río Sinú hacia el caño Bugre ha disminuido progresivamente, en comparación con un caudal similar en el río. Así pues, para un caudal de 600 m<sup>3</sup>/s en el río, originalmente se derivaban entre 22 y 32 m<sup>3</sup>/s, reduciéndose en los años 2014 – 2015 a un rango entre 8 y 11 m<sup>3</sup>/s.

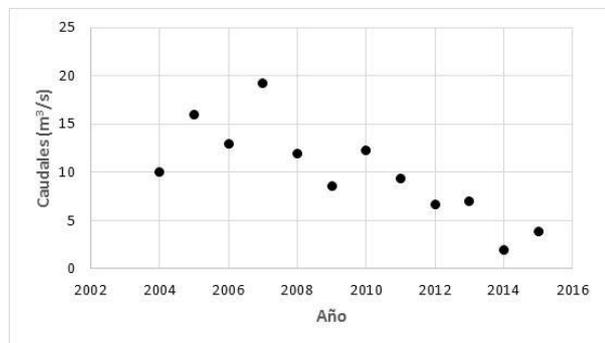


Figura 4.- Evolución histórica de caudales del Caño Bugre.

En consecuencia, el caudal de Caño Bugre disminuye a una tasa de 1,82 m<sup>3</sup>/s\*año, lo que significaría que para el año 2018 la conectividad del río Sinú con el caño Bugre podría dejar de existir, limitándose únicamente al alivio de caudales extremos.

Con los registros de la estación Montería, se calcularon los valores representativos de la curva de duración de caudales (Q<sub>máx</sub>: 994,44 m<sup>3</sup>/s; Q<sub>20</sub>: 552,66 m<sup>3</sup>/s; Q<sub>50</sub>: 350,01 m<sup>3</sup>/s; Q<sub>80</sub>: 190,94 m<sup>3</sup>/s; Q<sub>95</sub>: 102,96 m<sup>3</sup>/s y Q<sub>mín</sub>: 56,4 m<sup>3</sup>/s)

El modelamiento hidráulico confirma una progresiva desconexión hidráulica entre los dos cuerpos de agua, de forma que a partir del año 2018 caño Bugre solo transportará caudal durante los eventos de crecientes máximas del río Sinú (ver Tabla 1).

Tabla 1.- Caudales caño Bugre con modelo HecRas.

| Caudal derivado a Caño Bugre (m <sup>3</sup> /s) |                  |                 |                 |                 |                 |                  |
|--|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|  | Q <sub>max</sub> | Q <sub>20</sub> | Q <sub>50</sub> | Q <sub>80</sub> | Q <sub>95</sub> | Q <sub>min</sub> |
| 2004   | 65,14            | 18,19           | 4,29            | 0,0             | 0,0             | 0,0              |
| 2008   | 105,91           | 45,62           | 22,09           | 7,0             | 0,0             | 0,0              |
| 2012   | 37,61            | 8,22            | 0,0             | 0,0             | 0,0             | 0,0              |
| 2015   | 21,0             | 0,0             | 0,0             | 0,0             | 0,0             | 0,0              |

En coherencia con los resultados obtenidos con la correlación de caudales, la evolución de la batimetría del río Sinú y la modelación hidráulica, la muestra poblacional encuestada identifica claramente la colmatación por sedimentos y disminución de caudal en Caño Bugre, arrojando como principales causas la contaminación y la operación del embalse Urra. Nótese, que los cambios en el caudal, cambios en el nivel del río y el cierre de las compuertas de Urra están asociados a la operación del embalse.

Así mismo, más del 60% de los encuestados considera que Caño Bugre hoy no ofrece ningún servicio y que no existe relación entre el caño y la Ciénaga de Lorica.

Tabla 2.- Resultados encuestas a población local.

| Pregunta                     | Respuestas                 | %    |
|------------------------------|----------------------------|------|
| Comportamiento de Caño Bugre | Colmatación por sedimentos | 81,2 |
|                              | Disminución de caudal      | 87,5 |
|                              | Obstrucción aguas abajo    | 6,2  |
| Posibles causas de           | Contaminación              | 50,0 |

| Pregunta                | Respuestas                     | %    |
|-------------------------|--------------------------------|------|
| deterioro de Caño Bugre | Sedimentación en el caño       | 18,5 |
|                         | Cambios de caudal              | 12,5 |
|                         | Cambios de nivel del río       | 25,0 |
|                         | Cierran las compuertas de Urra | 37,5 |
|                         | Asentamientos en las riveras   | 12,0 |
|                         | Deforestación                  | 5,5  |
| Inicios del fenómeno    | Construcción de Urrá           | 81,0 |
|                         | Deforestación                  | 7,8  |
|                         | Fábrica de baldosas            | 25,0 |

Estos resultados guardan coherencia con el comportamiento teórico expresado mediante la analogía de la balanza de Lane (Rocha, 1998); expresa que ante la reducción de la carga sólida por atrapamiento de sedimentos en el embalse, aguas abajo el río incrementa su capacidad erosiva ocasionando cambios de pendiente, pérdida de barras de sedimento e incisión de lecho.

Finalmente, en el recorrido por el río Sinú en agosto de 2017, se observó clara evidencia de este proceso de incisión y socavación, manifestado en exposición de zapatas de puentes, inestabilidad de taludes y exposición de raíces de la vegetación riparia.



Figura 5.- Estado del Caño Bugre en La Boca de la Ceiba.

## Conclusiones

Caño Bugre está experimentando una evidente disminución de caudal y colmatación por sedimentos, que en conjunto significan pérdida de conectividad hidráulica con el río Sinú, de forma que para el año 2018 solo transportará caudal durante los eventos de crecientes máximas del río.

Tanto la modelación hidráulica como las encuestas indican una clara relación entre el inicio de este fenómeno y la entrada en operación de la represa de Urra. Sin desconocer el peso de la contaminación y los asentamientos en las riveras sobre la degradación del caño.

Desde tiempos prehispánicos Caño Bugre fue utilizado por las comunidades locales con múltiples propósitos, pero hoy este cuerpo de agua agoniza y con él, sus servicios ecosistémicos.

## Referencias

- Rocha F. A. (1998). Introducción a la Hidráulica Fluvial. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ministerio de Minas y Energía; URRÁ S.A. E.S.P. (2014). Central Hidroeléctrica Urra I: Generación con Sostenibilidad. Montería, Colombia: Empresa URRÁ S.A. E.S.P.
- Barajas, H., y Leiva, P. (2016). Evaluación del cambio morfológico y sedimentológico del cauce del río Sinú aguas abajo de la presa del embalse Urra asociados a su construcción y operación. Universidad de la Salle, Bogotá.