

EFFECTO DEL CAMBIO DE RÉGIMEN DE ESCURRIMIENTO GENERADO POR LA PRESENCIA DE PRESAS EN UNA BIFURCACIÓN

ALEJANDRO MENDOZA,
CHRISTIAN CABALLERO Y MOISÉS BEREZOWSKY

La cuenca del Río Grijalva es una de las más importantes del país considerando su extensión, escurrimiento, poblaciones, y el sistema de cuatro presas que se construyeron sobre el río a partir de la década de los sesenta. Una característica del sistema fluvial es la bifurcación del Río Mezcalapa en los ríos Samaria y Carrizal (Fig. 1a). La bifurcación se encuentra a 70 km de la última presa aguas abajo en el inicio de la zona de planicie de la cuenca, donde se desarrolla una dinámica de depósito de los sedimentos generados en la parte alta, lo que genera los procesos de avulsión, o sea, cuando el río comienza a abandonar su cauce original para tomar otro camino creando una bifurcación que permanece desde algunas décadas hasta cientos de años.

El sistema de presas cubre aproximadamente 70% del área de la cuenca y corresponde a la parte alta de la misma, la cual

genera la mayor parte de los sedimentos. La construcción de las presas modificó el comportamiento morfológico en la zona de planicie y una de las posibles consecuencias de esto se ve reflejado en la irregularidad de la distribución del caudal a través de los ramales de la bifurcación (ver Fig. 1b); en esta imagen se observa que la distribución del flujo oscila desde 1965 y no ha alcanzado un patrón de estabilidad; cabe hacer notar que los cambios producidos a partir de la década de los dosmil pueden atribuirse a obras construidas para controlar la distribución de caudal, pero antes de esas fechas no es claro qué está detrás de la dinámica de cambio que se presenta.

Como parte de una investigación en proceso, se hace un breve análisis del efecto que tienen las presas en la distribución del escurrimiento en una bifurcación considerando el cambio de la forma del hidrograma medio anual y el aporte de sedimentos. Se realiza una abstracción a través de un modelo de flujo bidimensional con transporte de sedimentos y evolución del fondo en una bifurcación artificial simétrica que conserva la relación de longitudes de los ramales presentes en la bifurcación real (distancias en la Fig. 1a).

El cambio de régimen de escurrimiento en el Río Mezcalapa caracterizado por el hidrograma promedio anual se obtiene a partir de la estación ubicada aguas arriba de la bifurcación; se consideran dos periodos característicos, el primero antes de 1966 y el segundo de 1967 en adelante, esto corresponde a la puesta en operación de la Presa Chicoasén. El cambio del patrón de escurrimiento se muestra en la Fig. 2a y se ha normalizado por

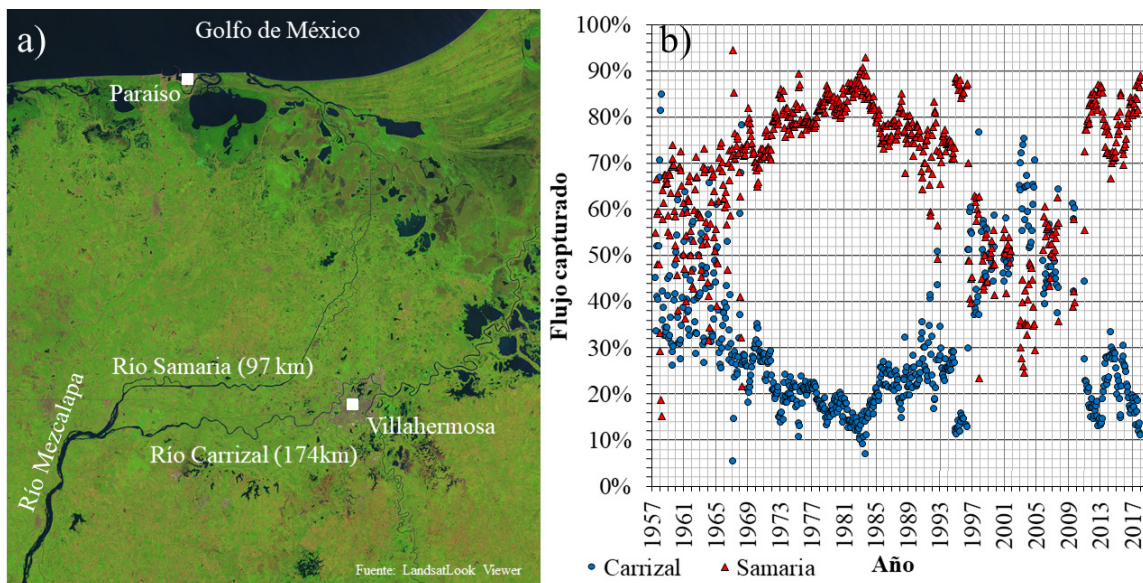


Figura 1. a) Bifurcación del Río Mezcalapa en los ríos Samaria y Carrizal. Se indica en paréntesis la distancia desde la bifurcación hasta el mar de cada ramal. b) Distribución promedio mensual del caudal en la bifurcación desde finales de la década de los cincuenta

el gasto promedio mensual (Q/Q_{medio}); en dicha figura, HA se refiere al hidrograma promedio anual desarrollado en el Río Mezcalapa antes de las presas; HD se refiere al hidrograma promedio anual después de la construcción de las presas. Se observa que las presas regulan considerablemente el régimen de escurrimiento anual. En lo que se refiere a los sedimentos, los datos recopilados de la estación hidrométrica indican una reducción en el transporte alrededor de 90% en las dos primeras décadas de puesta en operación de las presas.

A raíz de la construcción de las cuatro presas, aguas arriba, se modificaron tanto el régimen de escurrimiento como el aporte de sedimentos, el régimen se reguló y en el caso de los sedimentos disminuyó su aporte al quedar atrapados en las presas.

Para determinar el efecto en la distribución del flujo en los ramales, se planteó un modelo basado en una geometría artificial con canales del mismo ancho y que se bifurcan de forma simétrica, donde un ramal es más largo que el otro (Fig. 3). Los tres escenarios simulados son: HACS, correspondiente al hidrograma antes de la construcción de las presas con aporte de sedimento en el cauce principal; HASS, correspondiente al hidrograma antes de la construcción de las presas, pero sin sedimento en la entrada del cauce principal; la tercera condición es HDSS, correspondiente al hidrograma desarrollado después de la construcción de las presas sin sedimento en la entrada. La simulación de los tres escenarios se extiende por un periodo equivalente a cinco años.

Para todos los casos analizados, como indica la teoría de bifurcaciones de ríos en condiciones de simetría, el ramal largo disminuye su capacidad para atrapar flujo conforme avanza el tiempo debido a que tiene menor gradiente hidráulico. Lo que se describe aquí es la dinámica en cada escenario durante el proceso de simulación. El primer efecto analizado es el cambio de aporte de sedimentos, para ello se comparan los escenarios HACS contra HASS:

- 1) El porcentaje del flujo capturado por el ramal largo decae más rápido para el caso HASS (Fig. 2c), la misma dinámica es seguida por el sedimento (Fig. 2e).
- 2) Se presenta un proceso de sedimentación en ambos ramales para el escenario HACS (Figs. 2g, h), mientras que para el escenario HASS, el ramal corto se erosiona y el ramal largo desarrolla un equilibrio marginal del fondo.
- 3) En el caso HASS el tirante disminuye en el ramal largo (Figs. 2i), lo que se explica por el proceso de sedimentación descrito en el punto anterior.

El segundo efecto analizado es el cambio de régimen de flujo, considerando que el transporte de sedimentos en la entrada es cero, es decir, se contrastan los casos HASS (hidrograma antes de la construcción de las presas) y HDSS (hidrograma después de la construcción de las presas):

- 1) El caudal que deriva por el ramal largo disminuye de forma consistente a lo largo de la simulación, pero el escenario HDSS lo hace de forma más pronunciada (Fig. 2c); lo mismo ocurre con la capacidad de transporte de sedimentos (Fig. 2e), donde, el escenario HDSS se reduce a casi cero al final de la simulación.
- 2) En ambos escenarios la profundidad del agua disminuye para el ramal largo (Fig. 2i), mientras que crece para el ramal corto (Fig. 2j).
- 3) En ambos casos el ramal corto desarrolla un proceso de erosión constante (Fig. 2h), mientras que en el largo hay erosión al inicio y después se mantiene estable.
- 4) La capacidad combinada de ambos ramales de transporte de sedimentos disminuye con el tiempo en ambos escenarios, sin embargo, la capacidad de transporte en el caso HDSS es significativamente menor que para HASS.

Conclusiones

La distribución de caudal en la bifurcación del Río Mezcalapa ha variado desde mediados de la década de los sesenta. Aquí se presentó un breve estudio basado en simulaciones numéricas en las que se calcula la hidrodinámica, el transporte de sedimentos y evolución del fondo de una bifurcación artificial simétrica; con un ramal más largo que el otro para asemejar el escenario de la bifurcación del Río Mezcalapa, donde se analiza el efecto de hidrograma medio anual antes y después de la construcción de las presas y el efecto de la retención de sedimentos producido por las presas. Se encontró que el hidrograma medio anual desarrollado después de la construcción de las presas, que es más uniforme, disminuye significativamente la capacidad para capturar flujo en el ramal largo (Río Carrizal), lo que se asemeja al comportamiento observado entre finales de la década de los sesenta y principios de los ochenta (Fig. 1b). Como es de esperarse, el efecto de retención de sedimentos en las presas degrada el fondo en los canales; sin embargo, la tasa de erosión en el canal corto (Río Samaria) es más significativa respecto a la del canal largo, lo que le da mayor capacidad hidráulica, en consecuencia, mayor capacidad para capturar flujo. El canal largo llega a un estado en el cual el escaso flujo capturado carece de capacidad para transportar sedimento suficiente para que se presente la evolución del fondo. |

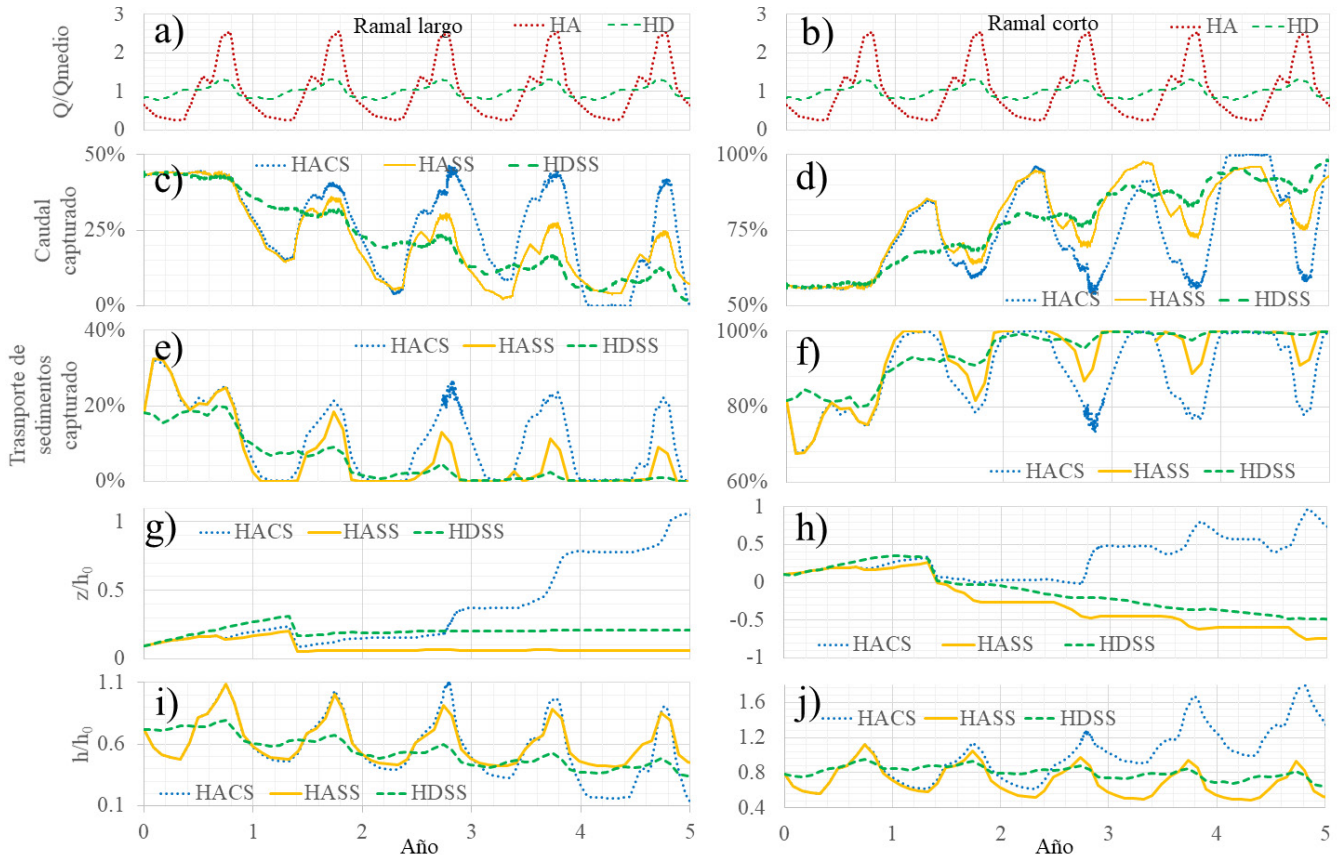


Figura 2. Resultados obtenidos de las simulaciones, evolución del fondo, distribución de flujo y sedimento en los ramales corto y largo, donde HA y HD corresponden a los hidrogramas antes y después de las presas, respectivamente. Las simulaciones **CS y **SS son casos con y sin transporte de sedimentos en la entrada, respectivamente

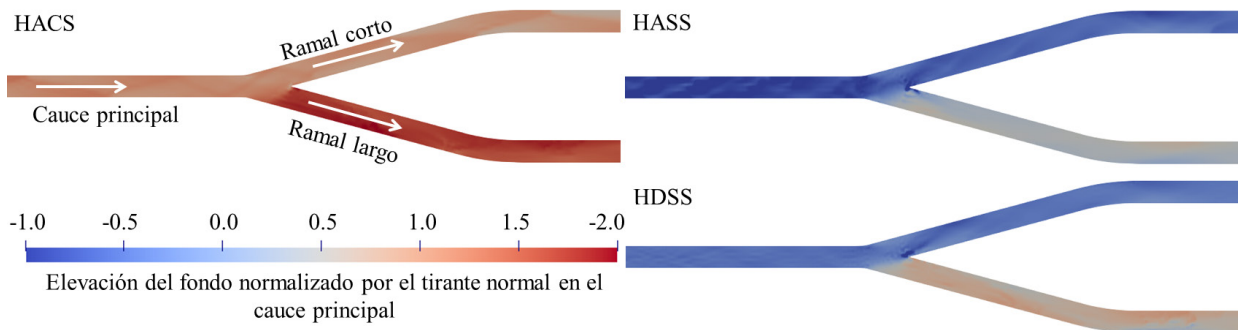


Figura 3. Configuración del fondo desarrollada para los tres escenarios, al final de las simulaciones. Acercamiento a la zona de la bifurcación