

## **Medición experimental de flujos con agua clara y gravas sobre sistemas de captación de fondo. Determinación del índice de huecos efectivo y de la longitud de reja requerida**

**Luis G. Castillo, Juan T. García, José M. Carrillo**

***Grupo I+D+i Hidr@m. Universidad Politécnica de Cartagena. UPCT***

Los sistemas de captación de fondo consisten en una serie de rejas situadas en el lecho del cauce con la intención de captar la máxima cantidad de agua en ríos de montaña, de fuertes pendientes y lechos irregulares en los que se encuentra un importante transporte de sedimentos y caudales de avenida. Debido a que la carga de transporte de fondo pasa sobre la reja, estas estructuras tienen que operar bajo condiciones extremas (Bouvard, 1992). La mayoría de los criterios de diseño tratan de evitar la oclusión de las rejas debido a la deposición de materiales granulares de diámetro superior al espaciamiento entre los barrotes. Así, los parámetros de diseño principales son:

- Espaciamiento entre barrotes, superiores al mayor tamaño de grano transportado.
- Pendiente longitudinal de la reja. El incremento en la pendiente de la reja reduce la sedimentación sobre la misma.
- Incremento del área de huecos de la reja considerando un porcentaje de superficie ocluida.
- Construcción de un depósito de sedimentación aguas arriba que regula el tamaño de los sólidos que alcanzan la reja.

Actualmente existen estudios sobre el grado de oclusión de la reja como consecuencia de la deposición de sólidos sobre éstas, o de la cantidad de sedimentos que se introducen en la reja y que son transportados a lo largo del canal de derivación (Ract-Madoux *et al.*, 1955; Simmler, 1978; Drobir, 1981; Bouvard, 1992; Raudkivi, 1993; Ahmad y Kumar, 2010).

Uno de los objetivos de los estudios que se está llevando a cabo en el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) es optimizar este tipo de sistemas de captación para utilizarlos en flujos torrenciales y discontinuos con una alta concentración de sedimentos.

Para evaluar el efecto del transporte sólido sobre la reja, la campaña experimental se ha llevado a cabo con dos materiales clasificados como gravas cuyos diámetros característicos son  $d_{50} = 8.3$  mm (grava 1), y  $d_{50} = 14.8$  mm (grava 2).

La grava 1 se ha utilizado con la reja de índice de huecos  $m = 0.16$ , considerando tres caudales específicos (77.0, 114.6, y 155.4 l/s/m), y diversas pendientes (0, 10, 20, 30, y 33%).

La grava 2 se ha empleado con las rejas de índice de huecos  $m = 0.22$  y  $m = 0.28$ , y para los caudales específicos 114.6, 138.88 y 155.4 l/s/m. En estos ensayos se han empleado las mismas configuraciones de pendiente.

En todos los casos, el caudal sólido al inicio de la reja es de  $q_s = 0.33$  kg/s. El punto de entrada de los sólidos se sitúa al inicio del canal de aproximación, a una distancia de 5 m del inicio de la reja. Considerando el rango de caudales analizado, la concentración de sólidos en volumen varía entre 0.16 y 0.34%, dependiendo del flujo de agua clara ensayado.

Cada ensayo se ha repetido en dos ocasiones, obteniéndose un total de 60 ensayos en laboratorio. Las pruebas se han mantenido hasta que todo el material sólido alcanza la reja. La duración del ensayo ha estado entre 700 y 1620 segundos.

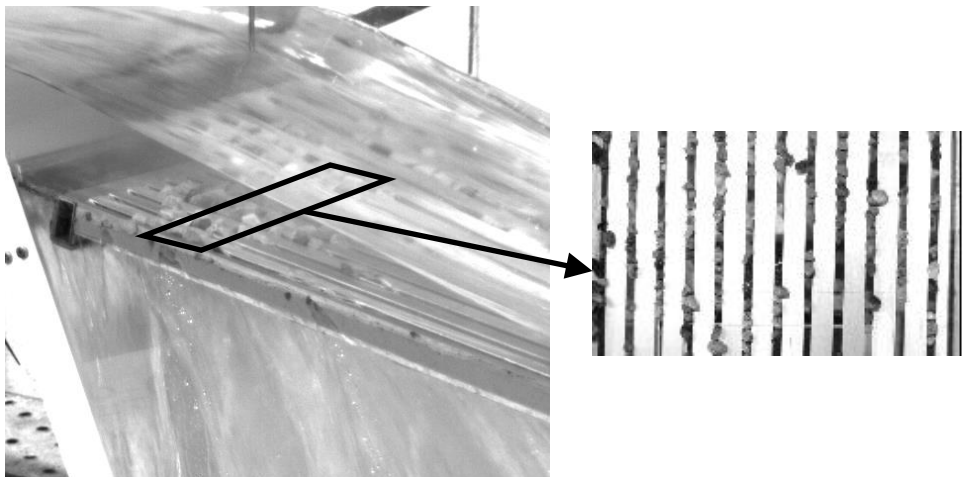


Figura1. Ensayo de gravas sobre reja de fondo y situación de oclusión al final de experimento

Los resultados han permitido estimar los índices de huecos efectivos así como las longitudes de reja necesaria para captar todo el caudal, teniendo en cuenta el fenómeno de la oclusión. Se han relacionado dichos parámetros con las características del flujo y de la reja con la intención de generalizar los resultados y poder extenderlos a otros casos. Los resultados obtenidos en laboratorio se comparan con los propuestos por diversos autores.

### **Referencias bibliográficas.**

Ahmad, Z., and Kumar S., 2010. Estimation of trapped sediment load into a trench weir, 11th International Symposium on River Sedimentation (ISRS), University of Stellenbosch, South Africa, Sept. 6-9, 2010, pp.1-9.

Bouvard, M. 1992. Mobile Barrages & Intakes on Sediment Transporting Rivers. IAHR Monograph. Rotterdam: Balkema.

Castillo, L.G., Carrillo, J.M., and García, J.T. 2013). Comparison of clear water flow and sediment flow through bottom racks using some lab measurements and CFD methodology. Proc. Seven River Basin Management. Wessex Institute of Technology; New Forest, 22-24 May 2013.

Castillo, L.G., Carrillo, J.M., and García, J.T. 2013b. Flow and sediment transport through bottom racks. CFD application and verification with experimental measurements. Proc. 35th IAHR Congress, Chengdu, 8-13 September 2013.

Castillo, L.G., Carrillo, J.M., and García, J.T. 2013c. Comparativa del flujo de agua limpia y con sedimentos a través de sistemas de captación de fondo utilizando datos de laboratorio y un modelo CFD. Proc. III Jornadas de Ingeniería del Agua, Valencia, 23-24 October 2013

Castillo, L.G.; García, J.T., and Carrillo, J.M. 2014. Experimental measurements of flow and sediment transport through bottom racks. Influence of graves sizes on the rack. Proc. International Conference on Fluvial Hydraulics (RIVER FLOW), Lausanne, Switzerland, 3-5 September 2014

Drobir, H. 1981. Entwurf von Wasserfassungen im Hochgebirge. In, Österreichische Wasserwirtschaft: 11(12): 243-253.

Krochin, S. 1978. Diseño Hidráulico. Segunda Edición. Colección Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.