

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ACUMULACIÓN DE MATERIAL LEÑOSO EN PILAS DE PUENTES

Xóchitl Peñaloza Rueda¹, Victor H. Alcocer Yamanaka², Horacio Rubio Gutiérrez²,
José Alfredo Gonzalez Verdugo¹ y Joselina Espinoza Ayala¹

¹ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.

² Comisión Nacional del Agua. México.

E-mail: xochitl_penaloza@tlaloc.imta.mx, yamanaka@conagua.gob.mx, horacio.rubio@conagua.gob.mx,
jagonzal@tlaloc.imta.mx, jespinoz@tlaloc.imta.mx

Introducción

Los restos de material leñoso, como son troncos, ramas y raíces, que se producen en zona cercanas a los cauces, pueden ser arrastrados y transportados por las corrientes de agua, para después ser depositados en tramos donde disminuye la velocidad y la profundidad, así como en estrechamientos del cauce u obstrucciones, como rocas, obras hidráulicas y estructuras de cruce. Este proceso se presenta mayormente durante eventos climatológicos extremos. Las acumulaciones de material leñoso en los cauces pueden provocar desbordamientos y dañar estructuras de cruce.

Este estudio consistió en simular en laboratorio la formación de acumulaciones de material leñoso en pilas de puentes. Se consideraron como variables, las características de material leñoso, condiciones de flujo y periodos de tiempo con arrastre de material.

Metodología

Los ensayos se realizaron en dos canales de laboratorio, uno de pendiente nula y otro de pendiente variable, para tener diferentes condiciones de flujo. Se colocaron dos pilas a un tercio de la plantilla del canal.

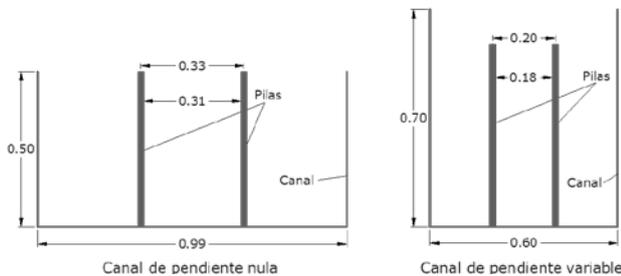


Figura 1.- Diseño de pilas colocadas en los canales de laboratorio.

La caracterización de material leñoso se realizó con base en fotografías de acumulaciones en pilas de puentes presentadas en diferentes publicaciones y noticias, en las que se observa que la mayor cantidad de masa corresponde a troncos y ramas de menor longitud y diámetro en comparación con los troncos más grandes. Ver figura 2.

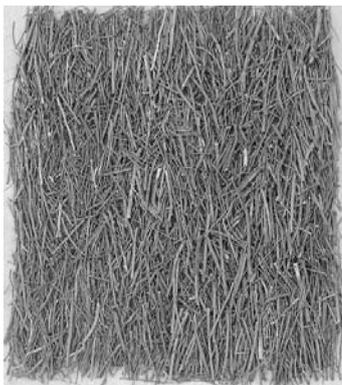


Figura 2.- Modelo de restos de material leñoso.

Se adicionaron troncos con tramas y raíces, como las que se muestran en la figura 3.

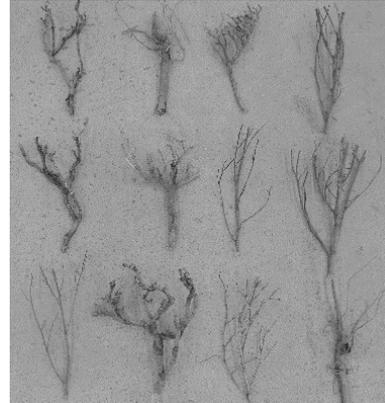


Figura 3.- Modelo de troncos con ramas y raíces.

Se realizaron pruebas para diferentes periodos de tiempos con arrastre de material leñoso. La distribución temporal de la incorporación del material se realizó con base en el hidrograma unitario de la Soil Conservation Service, del cual se obtuvo un hidrograma de 5 intervalos, donde la altura de cada intervalo representa el porcentaje del volumen del material que se incorpora.

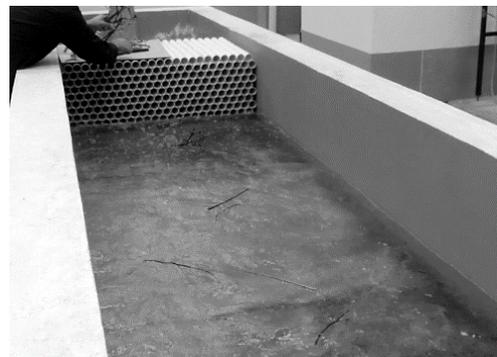


Figura 4.- Incorporación del material leñoso al canal.

Los ensayos se realizaron para diferentes combinaciones de las siguientes variables: tamaños de los troncos, volúmenes del material, periodos de tiempo con arrastre de material y números de Froude.

En las figuras 5 y 6 se presentan ensayos en los cuales se formaron acumulaciones.

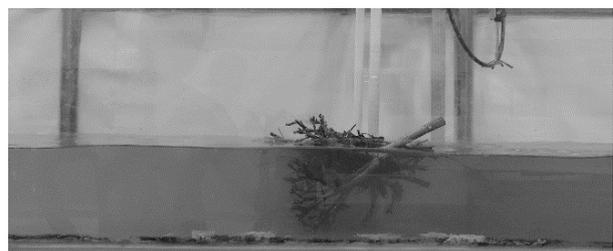


Figura 5.- Ensayo en el canal de pendiente nula.

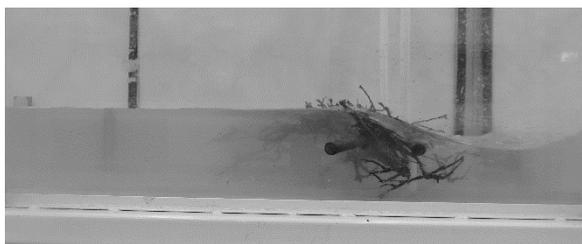


Figura 6.- Ensayo en el canal de pendiente variable.

Análisis

Se analizó la forma en que se generan las acumulaciones, las cuales empiezan cuando un tronco, especialmente uno de mayor tamaño, se retiene entre las pilas o una sola pila. Se observó que conforme aumenta la concentración del material que se incorpora, aumenta el potencial de que se forme una acumulación. Un factor de mucha relevancia es el número de Froude, ya que, al incrementar la velocidad es menos probable que se retengan los troncos en las pilas. Las acumulaciones de material en las pilas también provocan modificaciones en el flujo al pie de las pilas, incrementándose el tirante aguas arriba y la velocidad aguas abajo.

Conclusiones

Se simuló y analizó el proceso de acumulación de restos de material leñoso en pilas de puentes, el cual es aleatorio, pero con una clara tendencia y correlación entre las variables consideradas. La caracterización del material leñoso y el procedimiento de los ensayos pueden ser la pauta para futuros estudios de casos reales. Este tipo de estudios experimentales son una opción para simular zonas con problemas de arrastre y acumulaciones de material flotante, con el fin de probar alternativas de solución para mitigar el problema. En el caso de los puentes, se recomienda que al diseñar las pilas se considere una separación entre ellas tal que minimice el potencial de retención de troncos.

Referencias

- Abbe, T. B., and Montgomery, D.R. (1996). "Large woody debris jams, channel hydraulics and habitat formation in large rivers". *Regulated Rivers*, 12 (2-3), Pp. 201-221.
- Abbe, T. B. and Montgomery, D. R. (2003). "Patterns and processes of wood debris accumulation in the Queets River Basin, W.A.". *Geomorphology*, 51 (1-3) 81-107.
- Bocchiola, D., Rulli, M.C., and Rosso, R. (2006a). "Flume experiments on wood entrainment in rivers". *Adv. Water Resour.*, 29(8), 1182-1195.
- Bocchiola, D., Rulli, M.C., and Rosso, R. (2006b). "Transport of large woody debris in presence of obstacles". *Geomorphology*, 76(1-2), 166-178.
- Bocchiola, D., Rulli, M.C., and Rosso, R. (2008). "A flume experiment on the formation of wood jams in rivers". *Water Resour. Res.*, 44(2), W02408
- Braudrick, C.A., and Grant, G.E. (2000). "When do logs move in rivers?" *Water Resour. Res.*, 36(2), 571-583.
- Braudrick, C.A., and Grant, G.E. (2001). "Transport and deposition of large woody debris in streams: A flume experiment". *Geomorphology*, 41(4), 263-283.
- Chang, F.F., and Shen, H. W. (1979). "Debris problems in the river environment. U.S. Dept. of Transportation", *Federal Highway Administration*, Rep. FHWA-RD-79-62, Washington, D.C.
- D.B. Booth, D.R. Montgomery, and J.P. Bethel. (1997). Large woody debris in urban streams of the Pacific Northwest: in Roesner, L.A., ed.,

Effects of watershed development and management on aquatic ecosystems: *Engineering Foundation Conference*, Proceedings, Snowbird, Utah, August 4-9, 1996, pp. 178-197.

De Cicco, P.N, Paris, E., E. and Solari, L. (2015). "Bridge clogging caused by woody debris: experimental analysis on the effect of pier shape." *Department of Civil and Environmental Engineering, University of Florence (Italy)* via di Santa Marta, 3 50139 Firenze.

Dennis A. Lyn, Thomas Cooper, Yong-Kon Yi, Rahul Sinha, and A. R. Rao (2003). "Debris Accumulation at Bridge Crossings: Laboratory and Field Studies." *Joint Transportation Research Program. Technology Transfer and Project Implementation Information.*

Diehl, T.H. (1997) "Potential Drift Accumulation at Bridges", FHWA-RD-97-28, *U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, D.C.*

Heller, V. (2011). "Scale effects in physical hydraulic engineering models." *J. Hydraulic. Res.* 49 (3), 293-306.

Lyn, D.A., Cooper, T., Yi, Y-K, Sinha, R., and Rao, A.R. (2003b) "Debris Accumulation at Bridge Crossings: Laboratory and Field Studies". *School of Civil Engineering, Purdue University, Joint Transportation Research Program*, Report. No. FHWA/IN/JTRP.-2003/10,59 pp.

Manners, R. B., and Doyle, M.W. (2008). "A mechanistic model of woody debris jam evolution and its application to wood-based restoration and management". *River. Res. Appl.*, 24 (8), 1104-1123.

P. F. Lagasse, P. E. Clopper, L. W. Zevenbergen, W. J. Spitz L. G. Girard (2010). "Effects of Debris on Bridge Pier Scour." *National Cooperative Highway Research Program*, Report 653.

Perham, R.E. (1987). "Floating debris control: A literature review". Rep REMR-HY-3, *U.S. Army Corps of Engineers*, Washington, D.C.

R. B. Manners, M. W. Doyle, M. J. Small (2007). "Structure and hydraulics of natural woody debris jams". *Water Resources Research*. Volume 43, Issue 6. DOI: 10.1029/2006WR004910.

Ruiz Villanueva V., Blade Castellet, E., Díez, H. A., Bodoque, J.M y Sánchez, J.M. (2013). "Two-dimensional modelling of large Wood transport during flash floods". *Earth Surf. Process. Landforms*,

Ruiz-Villanueva, V.; Díez-Herrero, A.; Bodoque, J.M., Bladé, E. (2015). "Avances en el análisis del material leñoso en ríos: incorporación, transporte e influencia en el riesgo por inundaciones". *Cuaternario y Geomorfología* ISSN: 0214-1744.

Schmocker, L., Hager, H. (2011). "Probability of Drift Blockage at Bridge Decks". *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, V. 137 (4), p. 470-479.

Schmocker, L., Hager, H. (2013). "Scale Modeling of Wooden Debris Accumulation at Debris Rack". *Journal of Hydraulic Engineering*. ASCE, V.139 (8): 827-836.

Terry J. Wipf, Brent M. Phares, and Justin M. Dahlberg (2012). "Debris Mitigation Methods for Bridge Piers". *Bridge Engineering Center. Iowa State University. Institute for Transportation Federal Highway Administration Iowa Department of Transportation (InTrans Project 11-395).*