

UMBRALES DE DESBORDE

PROCEDIMIENTOS GEOMÉTRICOS DE IDENTIFICACIÓN

Laura Colladon^{1,2} y Gabriel Caamaño Nelli^{1,3}

¹Centro de la Región Semiárida (CIRSA), ²Instituto Nacional del Agua (INA)

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Medrano 235, V^aCarlos Paz, Córdoba. lauracolladon@gmail.com. Tel.: 03541-430443

Introducción

Los ríos son sistemas naturales dinámicos y complejos. Su principal función es el transporte de agua, sedimentos, nutrientes y seres vivos, pero además conforman corredores de gran valor ecológico, paisajístico, bioclimático y territorial. Cuentan con una enorme capacidad estructurante y articuladora del territorio, lo cual ha sido siempre en beneficio del ser humano, pero también implica una excesiva presión desde éste. (Ollero, García, 2007).

En las márgenes de los ríos, con vista a la planificación territorial integral, hay diversos umbrales que son de interés al momento de definir las diferentes áreas de ocupación. Los autores, en trabajos anteriores identificaron, para puntos de observación bien definidos, umbrales de interés legal y se asociaron con restricciones de uso. Existe un umbral físico, formado por el río, que se denomina nivel de margen llena o bankfull. A partir de este umbral se supone que una crecida provoca un desbordamiento.

Objetivos

Teniendo como objetivo aplicado una ordenación del territorio, es de gran importancia conocer ese nivel, poder asociarle una frecuencia de ocurrencia y encontrar correspondencias con los umbrales de interés legal.

Fijar este umbral es laborioso, teniendo en cuenta las diferentes morfologías de los cauces y la existencia de obstáculos naturales o antrópicos asociados a los mismos.

Se puede encontrar el nivel de margen llena a través de la Geometría Hidráulica, que se refiere a relaciones existentes entre el caudal y el ancho del cauce, la profundidad, la velocidad y la carga de sedimentos entre otros.

En las relaciones geométricas no se especifica cual es el caudal que debe emplearse. El río transporta un caudal siempre variable, el que debe emplearse es el que da lugar a la geometría hidráulica que se estudia. Esto significa reconocer que la geometría es consecuencia del caudal y que si su geometría es permanente se debe a que ciertos caudales por su magnitud o por su frecuencia o por una combinación de ambas, se convierten en los caudales determinantes (J.P.M. Vide, 2005).

El caudal y la recurrencia del nivel de desborde, interesan en hidrología por ser herramientas que ayudan a la comprensión de las relaciones entre las características físicas y el régimen hidrológico de los cursos de agua (Dasso, Bertoni, 1985).

Materiales y Métodos

Área de ensayo

La cuenca del Río San Antonio, de 500 km² (Figura 1) sirvió como sistema hidrológico para realizar el ensayo. La cuenca, alcanza su mayor altura en el cerro Los Gigantes (2374 m s.n.m.) en la zona NW y en la estación

de aforo, donde se considera el cierre de la cuenca, la menor altitud (675 m s.n.m.).

El tramo de estudio, salvo en un punto, corresponde a los 20 Km finales del Río San Antonio (Figura 1) entre la población de Cuesta Blanca y barrio El Canal (referido como 600), en el sur de la ciudad de Villa Carlos Paz. Se seleccionaron 9 perfiles transversales en el tramo. El punto adicional está ubicado en la confluencia del Río Icho Cruz con el Río El Cajón en el sitio identificado como 700 en la Figura 1. La elección de estos sitios obedece a la disponibilidad de información, geomorfológica, hidrológica y topográfica. Además, en las secciones adoptadas se encuentran los principales balnearios del Valle de Punilla, una región con fuerte perfil turístico.

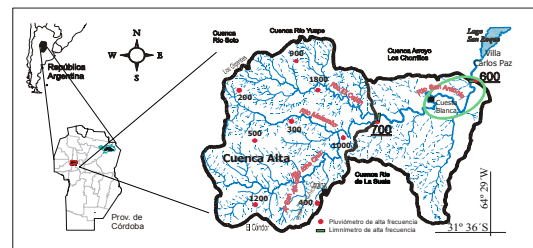


Figura 1.- Ubicación de la Cuenca del Río San Antonio en Argentina. Indicación de puestos de medición hidrológica y de la zona analizada (arriba). Detalle de los puntos de control (abajo)

Metodología

El caudal es formador de la geometría del cauce y si una geometría es permanente se debe a que ciertos caudales, por su magnitud, por su frecuencia o por una combinación de ambas cosas se convierten en los caudales dominantes.

Estos caudales pueden considerarse como los más efectivos, sin disipación por desbordamiento, donde se logra la mayor eficacia de conducción de la sección. Hay un término inglés que lo define: *bankfull* cuyo significado literal es "estado de margen llena", que podría traducirse como "nivel (escalón o umbral) de canal pleno (desborde o márgenes cubiertas). Al caudal de desborde le corresponde una altura o umbral de desborde.

Esta altura puede identificarse en base a: reconocimiento de superficies de sedimentos fluviales, por observación o medición de ciertos límites o rasgos característicos como límite inferior de vegetación perenne, límite superior de partículas de arena en márgenes y por último en base a mediciones en la sección transversal del cauce.

Este enfoque es el que se aplicará en el presente trabajo. A partir de los perfiles topográficos de las secciones transversales, se obtienen los datos de área, perímetro, ancho de boca y altura respecto del fondo del cauce para cada punto nivelado. Luego se calcula las relaciones de: **1- tendencia del radio hidráulico (R)**; **2- relación de forma B/D** y **3- índice de margen (I.M)**.

Se obtendrá el umbral de desborde analizando los resultados de cada relación. En **1-** se busca el máximo relativo del radio hidráulico (R). En los casos en que se detecte más de un máximo relativo se debe considerar el correspondiente a la menor altura. En **2-** evaluar en los puntos de quiebre del perfil topográfico, la relación entre el ancho de boca **B** y el tirante hidráulico **D**. Efectuando el análisis a partir del fondo se determina el umbral de desborde como la mayor altura para la cual se verifica un mínimo relativo de la relación **B/D** y en **3-** analizar el grado de abatimiento que poseen los tramos del perfil de la sección transversal comprendidos entre quiebres topográficos sucesivos. El último máximo de este índice indica la altura **H(i)** correspondiente al nivel de desborde. La expresión para el cálculo es:

$$I.M.(i) = \frac{B(i+1) - B(i)}{H(i+1) - H(i)} \quad [1]$$

Resultados obtenidos

En la Tabla 1, se muestran las alturas de desborde obtenidas para cada perfil y con cada relación calculada. Un dato adicional, en la última columna se indica el Tiempo de Retorno (T) de cada altura.

Tabla 1. Altura de desborde en metros, en función de diferentes relaciones geométricas del perfil

Nº	Sección transversal Lugar	Altura (m) según la relación geométrica			Tpo. Ret. (años)
		R	B/D	IM	
1	Bº Canal	4,6	4,5	4,6	5/4 / 5
2	Vº Indep	----	2,5	5,2	1/3
3	Pl. de Oro	4,4	4,4	4,4	2
4	S.A.A.-v	----	3,7	3,7	1
5	S.A.A.-p	4,3	4,1	4,3	2/1/2
6	S.A.A. b	2,3	2,3	2,3	1
7	Mayu S.	2,6	3,5	3,5	1
8	Icho C.	1,7	1,7	1,7	1
9	C. Blanca	5,2	5,2	5,2	12
10	700	4,5	4,5	4,5	2

A modo de ejemplo se muestra en la figura 2 las relaciones obtenidas el perfil 3.

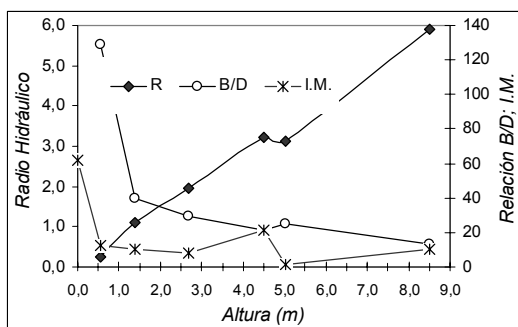


Figura 2: Perfil 10 – Estación 700

Conclusiones

Del análisis de los resultados se puede concluir:

- ✓ Se analizaron secciones con diferentes estados de invasión antrópica.
- ✓ La altura de desborde en la mitad de las secciones es la misma para las tres relaciones calculadas. En tres hay diferencias mínimas.
- ✓ En dos secciones no se pudo establecer la tendencia del radio hidráulico.
- ✓ El T, salvo en una sección, es menor a 5 años. En seis secciones es anual.
- ✓ Los valores de T hallados se ubican dentro del rango de los obtenidos en zonas áridas y semáridas. Diversos autores sitúan este tiempo entre 1,5 a 7 años, siendo los valores más altos correspondiente a ríos de mayor irregularidad hidrológica. (Vide, 2005)
- ✓ Con vistas al ordenamiento de la ocupación de márgenes, definir este umbral es un primer paso para delimitar las áreas totalmente vedadas a cualquier tipo de ocupación ocupación.
- ✓ El bankfull, para la zona estudiada, se encuentra siempre por debajo de la Línea de Ribera (definida por la Provincia como la crecida de T=25 años).

Referencias

- Dasso, Clarita y J.C. Bertoni.** (1985) "Identificación del umbral de desborde (bankfull)". XII Congreso Nacional del Agua. Mendoza. Argentina.
- Colladon, Laura Gabriel Caamaño Nelli, Graciela Felici, Clarita Dasso** (2007). "Márgenes Inundables en la Zona Turística del Río San Antonio. Córdoba" .XXI Congreso Nacional del Agua. CPCNA. Tucumán.
- Colladon Laura, Graciela Felici, Gabriel Caamaño Nelli, Osvaldo Barbeito** (2007) "Complementación de procedimientos geomorfológicos e hidrológicos para identificar umbrales de inundación". En Hidráulica de Ríos: fundamentos, procesos e ingeniería. Edit. A. Rodríguez y otros. Memorias del III Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos. Pp.75-76. ISBN 978-987-23472-1-5-Trabajo en CD. Córdoba.
- Ollero Ojedo, Alfredo** (2002) "Crecidas e Inundaciones como Riesgo Hidrológico un Planteamiento Didáctico"
- Ollero Ojedo, Alfredo; Rafael Romero García.** (2007), "Las alteraciones geomorfológicas de los ríos". Estrategia Nacional de restauración de Ríos. Madrid. España
- Rodríguez Raúl Matías** (2004). "Estimación de Umbrales de Inundación a partir de las Lluvias de Diseño. Desarrollo Metodológico y Aplicación en el Río San Antonio." Trabajo Final. Escuela de Ingeniería Civil.- FCEFyN- UNC. Córdoba.
- Vide, Juan P. Martín** (2005) Ingeniería de Ríos. Ediciones UPC. Alfaomega Grupo Editor. ISBN 970-15-0819-X. Barcelona. España