

APROXIMACIÓN HIDRODINÁMICA A LAS CRECIDAS REPENTINAS EN LA CIUDAD DE TENA (ECUADOR)

Jorge Hurtado Pidal

Universidad Regional Amazónica Ikiam, Campus Universitario Kilómetro 7 Vía Muyuna, Tel: (+593)62999160 Ext: 242, Tena, Ecuador.
E-mail: jorge.hurtado@ikiam.edu.ec

Introducción

El presente trabajo aborda la problemática asociada a las crecidas repentinas de los ríos en la ciudad de Tena (Amazonía de Ecuador), tomando de referencia el evento hidrometeorológico extremo del 2 de septiembre de 2017, caracterizado por 155 mm de precipitación en un periodo de 5 horas y una intensidad máxima de 120 mm/h. Este evento extremo provocó la crecida y desbordamiento de los ríos Tena y Pano que confluyen en la ciudad de Tena, y la lamentable muerte de una persona.

Sin embargo, este fenómeno de crecidas no es aislado. En años anteriores se han observado eventos similares o mayores, por lo cual se hace cada vez más necesario establecer un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para mitigar sus efectos negativos. El SAT, basado en modelos numéricos hidrológicos e hidrodinámicos, permitiría anticiparse al evento (Timbe & Willems, 2011).

Este trabajo intenta replicar las condiciones hidrodinámicas del evento del 2 de septiembre de 2017 y de eventos previos similares, como una primera aproximación para entender la dinámica de estos fenómenos naturales.

Metodología

Se configuró el modelo hidrodinámico Nays2DFlood (Shimizu, 2015), en tramos fluviales de los ríos Tena y Pano. Para esto se utilizó información geográfica e hidrológica. La información geográfica utilizada corresponde a un modelo digital de elevaciones y una ortofoto con resolución de 5 m y 30 cm respectivamente. La definición de los diferentes coeficientes de Manning fueron determinadas en un reconocimiento de campo.



Figura 1.- Huella de inundación para evaluar el modelo hidrodinámico.

Las condiciones de borde aguas arriba de los tramos de modelación, hidrograma y caudal pico de 2000 m³/s para un tiempo de retorno (TR) de 500 años, se obtuvieron de un estudio hidrológico realizado por Fernandes & Bateman (2004). Este estudio estimó que el tiempo de concentración en la cuenca es de 2.41 h el cual permite calcular el tiempo de desfase T2 (ecuación 1) que es el tiempo transcurrido entre el centro del hietograma y el caudal pico (Qp).

$$T_2 = 0.6 * t_c \quad [1]$$

El modelo hidrodinámico 2D, fue validado a partir de observaciones en campo en la que se usó puntos para, por un lado, evaluar los calados y después delimitar la expansión máxima de la inundación (Figura 1). Esto permitió verificar la alta fiabilidad del modelo hidrodinámico ya que representó adecuadamente los calados producto de la inundación, así el calado modelado que se indica en la Figura 1 (1.23 m) corresponde a la fotografía de la Figura 2 (1,2m).

Resultados

El valor modelado del tiempo de desfase T2 fue de 1.44 h. El día 2 de septiembre de 2017 se evidenció que la intensidad máxima (hietograma horario) fue aproximadamente a las 09:30 pm de acuerdo al registro de la estación meteorológica de la Universidad Regional Amazónica Ikiam situada a 6 kilómetros de la ciudad de Tena. Por otro lado, de acuerdo a testigos presenciales del evento, el caudal máximo del río fue observado a las 11:00 pm. Es decir, el tiempo real de desfase T2 fue de 1.5 h.

El modelo también permitió delimitar las áreas susceptibles a inundarse a escala 1:5.000, (Figura 2).

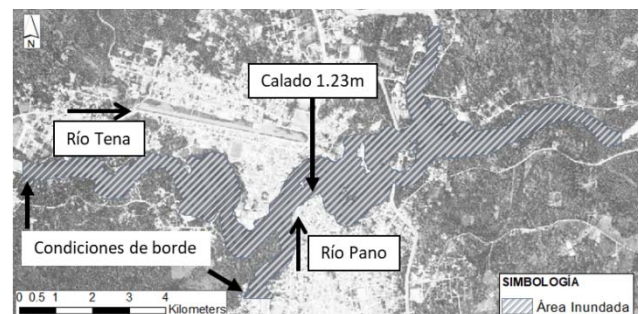


Figura 2.- Ubicación de las condiciones de borde, calado de referencia modelado y área de inundación resultado de la modelación 2D.

Discusión

Los resultados del estudio hidrológico demostraron que los valores de desfase T2 calculados (1.44 h) fueron consistentes con los valores de desfase observados (1.5 h). Esto indica que el modelo hidrológico utilizado se ajusta a la realidad en cuanto a tiempos de respuesta. Sin embargo, no es posible verificar si la magnitud del hidrograma utilizado (TR 500 años) con un caudal pico de 2000 m³/s se asemeja al evento del 2 de septiembre ya que el río aún no tiene una estación de aforo.

A pesar de que los caudales usados en el modelo hidrodinámico (condiciones de borde) no fueron medidos ni calibrados, los calados modelados también parecen concordar con las observaciones de campo. Por ejemplo, en una de las llanuras de inundación, se obtuvo para un punto, un calado modelado de 1.23 m (Figura 2) el que concuerda con la medición en campo de la huella de inundación de 1.20 m (Figura 1).

La simulación hidrodinámica, muestra que la inundación inicia en el minuto 110 y culmina 170 minutos después de haberse iniciado el proceso de simulación (análogo al inicio de la precipitación). Esto implica que a partir del minuto 170 se detiene el flujo de ingreso de agua. Sin embargo, el periodo de duración total de la inundación está determinado por la velocidad de drenaje e infiltración de cada lugar, el cual no fue estimado.

El caudal de 2000 m³/s para un TR de 500 años del estudio hidrológico en contexto de cuenca no aforada, es muy aproximado al evento del 2 de septiembre de 2017 en la ciudad de Tena. De acuerdo al registro hidrometeorológico disponible, este evento tenía una probabilidad de 0.2% de ocurrir. Sin embargo, la ciudad de Tena ha experimentado más de 5 inundaciones de esta magnitud en los últimos 10 años. La recurrencia de inundaciones indica que el registro de series hidrometeorológicas disponibles no es representativo de la zona, se encuentra incompleta, o implica cambios drásticos en los patrones de precipitación inducidos por el cambio climático y/o cambio de uso del suelo.

Conclusiones

El modelo hidrodinámico Nays2DFlood es una herramienta gratuita y efectiva que permite modelar inundaciones cuando la información sobre las condiciones hidrodinámicas es escasa. Se concluye el estudio hidrológico de referencia es adecuado para modelar la hidrodinámica del río Tena, debido a que los valores de desfasaje T2 calculados y observados son consistentes.

La representación espacial del modelo con mapas a escala 1:5000, son adecuados para ser considerados en temas de planificación urbana y gestión de riesgos.

Es importante recalcar que la efectividad de los modelos generados no explica porqué estos eventos extremos fueron recurrentes en la última década. Para ello es necesario estudiar con más detalle la hidrología e hidrodinámica en función del cambio de uso de suelo y modelos de cambio climático. Esto permitiría tomar medidas correctivas de planeamiento urbano, enfocadas a reducir el riesgo a eventos extremos.

Referencias

Fernandez Nualart, M., & Bateman Pinzon, A. (2004). *Recuperación paisajística y estudio de inundabilidad del sistema hídrico a su paso por Tena*. Barcelona.

Shimizu, Y. (Hokkaido U. (2015). Nays2DFlood Hydrodynamic Model. Hokkaido (Japan): iRIC Project - Changing River Science. Retrieved from <http://i-ric.org/en/software/index.html>

Timbe, L., & Willems, P. (2011). Desempeño de modelos hidráulicos 1D y 2D para la simulación de inundaciones. *Maskana*, 2(1), 91–98. Retrieved from [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5401/1/MASKANA_si5938_\(2\).pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5401/1/MASKANA_si5938_(2).pdf)