

# ***Propuesta de cálculo de la VID en un entorno urbano y plano con un modelo de cálculo simultáneo hidrológico distribuido e hidráulico bidimensional***

## ***(Dinámica fluvial), (Monográfico: Modelos numéricos en dinámica fluvial)***

*Enrique Campos, Martín Rodríguez, Silvia Cordero, Sonsoles González, Amparo Moreno, Lorena Martínez, Vicente Bertolín, Luis Altarejos, Pablo Pérez, Elena Martínez*

*CHJ, Inclam, Intercontrol, CPS, Tragsatec*

[EnriqueVicente.Campos@chj.es](mailto:EnriqueVicente.Campos@chj.es), [martin.rodriguez@inclam.com](mailto:martin.rodriguez@inclam.com), [silvia.cordero@inclam.com](mailto:silvia.cordero@inclam.com), [sonsoles.gonzalez@inclam.com](mailto:sonsoles.gonzalez@inclam.com), [amoreno@intercontrol.es](mailto:amoreno@intercontrol.es), [vbertolin@intercontrol.es](mailto:vbertolin@intercontrol.es), [l.martinez@cpsingenieros.net](mailto:l.martinez@cpsingenieros.net), [altarejos@cpsingenieros.net](mailto:altarejos@cpsingenieros.net), [pperez8@tragsa.es](mailto:pperez8@tragsa.es), [elena.martinez@inclam.com](mailto:elena.martinez@inclam.com)

Según el REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, “*Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos*”.

Alginet se ubica en las estribaciones de la sierra de la Falaguera extendiéndose hasta los marjales ribereños de La Albufera de Valencia. El casco urbano se sitúa en la confluencia de 3 barrancos (El Señor, El Agua y Forca) y además recibe la aportación de las escorrentías de la sierra y de los flujos desbordados del barranco de la Belenguera. La carretera A-7 funciona como borde de 2 problemas distintos, aguas arriba, en el casco urbano, agravado por los problemas que el remanso del agua producido en la infraestructura deriva a las áreas de crecimiento urbano. Aguas abajo de la A-7, las pendientes son prácticamente nulas hasta llegar a los arrozales colindantes con el lago.

Tras un análisis de la zona y de los estudios antecedentes los condicionantes y criterios para el cálculo de la hidrología y de la hidráulica del ámbito del estudio fueron los siguientes:

- Hasta la cota por la que discurre el Canal Júcar Turia los cauces se encuentran definidos, aguas abajo de esta infraestructura y hasta a la A-7 hay tramos definidos, el entorno urbano encauzado y algunos tramos explanados para aprovechamiento agrícola. Esto dificulta el cálculo de caudales de aportación utilizando un modelo hidrológico semiagregado siendo necesario la utilización de modelos distribuidos.
- La distribución de flujos dentro del casco urbano, el análisis de escorrentías y del gran remanso provocada por las distintas obras de paso de la A-7 requerían una modelación hidráulica bidimensional.
- Aguas abajo de la A7 hasta llegar a la entrada del parque de la Albufera la zona es plana, sin cauces definidos ni apreciables en un área que supone la mitad de la cuenca. Para la definición de los caudales y simulación de los flujos de las escorrentías propias y de los que entran por las obras de drenaje de la autovía es necesario utilizar un modelo hidrológico distribuido y un modelo hidráulico distribuido que calcule de forma simultánea.

El módulo hidrológico calcula la escorrentía superficial por celda basado en el método del S.C.S., por lo tanto para es necesario disponer de una caracterización de la precipitación y una función de pérdidas del área a modelizar. La primera se realiza a partir del hietograma en el ámbito y la segunda se define mediante el número de curva (NC) y la abstracción inicial. A partir de la escorrentía neta, el modulo hidrológico del Guad-2D calcula, en cada celda, la escorrentía acumulada.

El modulo hidráulico, en esta modelización conjunta, simula la translación del aporte de flujos introducidos aguas arriba del área modelizada al punto de desagüe de la cuenca conjuntamente con la escorrentía acumulada por celda. El modelo hidráulico, sobre una malla de cálculo no estructurada, resuelven las ecuaciones de Saint

Venant por algoritmos numéricos en volúmenes finitos para cada paso de tiempo y elemento suponiendo solución constante en cada elemento de dicha malla. Se ha empleado el programa GUAD 2D para el cálculo. La

Gracias a este cálculo se ha podido analizar los flujos que producen daños en el entorno de Alginet, identificar las zonas donde los barrancos desbordan y donde están recibiendo agua en el entorno urbano (agua de la escorrentía de la lluvia o de otros flujos desbordados), los hidrogramas de las distintas escorrentías, análisis de la circulación del agua por las calles de la zona urbana y valoración del grado de afección de cada uno de los elementos territoriales para la estimación de daños, identificación de que fase del fenómeno (desbordamiento de cauces o lluvia) causa los daños. Se configuró 3 modelos de 156 km<sup>2</sup> de área, 47 condiciones de entradas, 15 condiciones de salida y 130 puentes. Para el cálculo hidráulico se empleó el grid de lluvias correspondiente al periodo de retorno de 100 años, hietograma de bloques alternantes y grid del número de curva. Siendo el modelo empleado para el cálculo el modelo GUAD 2D.

Posteriormente, se tuvo que calcular la VID. Como el modelo para el análisis de la situación actual realiza un cálculo simultáneo hidrológico distribuido e hidráulico bidimensional ya que la aplicación de modelos independientes no era una hipótesis adecuada para realizar el cálculo y posterior comparación con la situación actual el modelo debía análogo.

Los condicionantes son los siguientes:

- La zona urbana es inundable, el flujo que circula por las calles procede de desbordamientos de los cauces y de la escorrentía de ladera y urbana pero separar los flujos no es posible ya que esa hipótesis incumple el objetivo del estudio. La delimitación de una primera VID se ha apoyado en de la geomorfología y en el análisis de flujos.
- La zona de aguas abajo es plana. La zona inundable es prácticamente todo el área y con el análisis geomorfológico (ni en campo ni analizando pendientes y cotas de los Modelos Digitales del Terreno, de 1m de paso de malla y 0.15m de precisión altimétrica (LiDAR)) no fue posible determinar los flujos. Esta circulación de agua, apenas perceptible, se puede analizar a través de las velocidades calculadas con un modelo bidimensional y distinguir los flujos preferentes. Estas áreas fueron la base de la primera delimitación de VID en esta zona.

El cálculo habitual de la VID se realiza acotando al flujo mediante unos muros y comprobando las sobreelevaciones que se producen para el mismo caudal. En el modelo aplicado a la situación actual poner muros significa variar el caudal de los barrancos ya que se impide la entrada de las escorrentías que se produce de forma continua. Eliminar el cálculo hidrológico e introducirlo de forma discreta también modifica los caudales. La metodología empleada fue finalmente la siguiente: definir el área donde la corriente es significativa y elevar el resto del territorio para permitir la entrada de agua sin modificar la capacidad de los puentes.

Independientemente de la idoneidad o no del cálculo de la VID en una zona urbana, su inclusión en ella o no y los debates sobre las consecuencias legales que esto conlleva y que no es el objetivo de esta ponencia, el ejercicio de cálculo de la misma en una zona urbana afectada por varios torrentes y así como la dificultad de cálculo de en una zona llana donde los cauces no están definidos ha sido positivo. tras varias pasadas del modelo para ajustar la VID. Analizar las consecuencias legales así como la repercusión de su utilización como medida de prevención frente a inundaciones a través de la zonificación y ordenación territorial.