

MODELIZACIÓN HIDRÁULICA HÍBRIDA FÍSICO-NUMÉRICA

David López Gómez^{1*}

¹ Consejero Técnico. Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) del CEDEX.

*E-mail: david.lopez@cedex.es

La actividad tradicional del Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos es la realización de asistencia técnica especializada en los análisis hidrodinámicos de estructuras hidráulicas e hidromorfológicos de cauces fluviales. La complejidad de este tipo de estudios ha requerido de la ayuda de la modelización física. Esta tecnología, de la que se posee gran experiencia y que proporciona resultados muy fiables, tiene el inconveniente de requerir una inversión económica muy importante para la construcción del modelo físico así como en instrumental de medida muy especializado, necesario para la experimentación. Estos procesos de construcción y experimentación son muy laboriosos y requieren dilatados plazos que suelen ser meses o incluso años en algunos casos como el de los modelos fluviales con lecho móvil.

EL Centro de Estudios Hidrográficos ha realizado una importante tarea de investigación e innovación en materia de modelización numérica. El desarrollo de modelos hidrodinámicos propios, combinado con el empleo de técnicas de supercomputación, está permitiendo hoy en día, combinar de forma habitual las herramientas numérica y experimental. Esta complementación de técnicas experimentales, a la que se ha convenido en denominar modelación híbrida, permite realizar estudios numéricos previos que acotan el ámbito de estudio y facilitan el diseño de soluciones, limitando los trabajos necesarios en modelo físico. Esto redundará en un considerable ahorro en el plazo de ejecución y por ende en el coste de los trabajos. Pero no es ésta la única ventaja, pues la hibridación proporciona mucha más información para el análisis, redundando en una mejora de la calidad del estudio hidrodinámico.

En el campo de las estructuras hidráulicas que requieren enfoques tridimensionales se emplea el modelo

SPHERIMENTAL. Este software de desarrollo propio es un modelo lagrangiano de partículas que resuelve las ecuaciones 3D de Navier-Stokes mediante el método numérico de la Hidrodinámica Suavizada de Partículas. Los altos requerimientos computacionales de esta herramienta de cálculo han llevado al empleo de técnicas de supercomputación que permitan abordar estos trabajos con gran precisión en tiempos de cálculo muy reducidos. Esto se ha conseguido empleando un lenguaje de programación FORTRAN CUDA, que permite emplear las tarjetas gráficas (GPU) para el cálculo. Las últimas generaciones de tarjetas permiten velocidades de computación del orden de decenas de Tera-FLOPs, es decir, $\varphi 10^{12}$ operaciones de coma flotante por segundo. Esto supone una capacidad de cálculo muy por encima de los clústeres de supercomputación en CPU.

Se presentan a continuación algunos trabajos que se están realizando mediante la técnica de modelización híbrida en el Laboratorio de Hidráulica. La figura 1 corresponde al estudio del aliviadero de la presa de Angostura (Perú). La estructura de derivación de caudales al túnel de transvase dispone de un vertedero lateral de planta curva. En funcionamientos con caudales elevados se produce un desigual reparto del vertido a lo largo del vertedero, fenómeno que se puede comparar en modelo físico y numérico.

La figura 2 muestra una comparativa entre modelo numérico y prototipo durante las pruebas de comprobación que se realizaron en el estudio de rehabilitación del desagüe de medio fondo de la presa de Bárcena (León). En este trabajo se ha comprobado el funcionamiento hidráulico del nuevo aliviadero y se han introducido mejoras de diseño.

Como líneas de investigación activas se están desarrollando nuevas capacidades para el modelo SPHERIMENTAL. Así se está trabajando en un módulo de transporte de sedimentos que permita realizar estudios de erosión local en pilas de puentes o bajo el impacto de chorros de trampolines de lanzamiento. Así mismo se trabaja en el desarrollo de un módulo de aireación que permita estudiar la interacción de flujos de agua y aire en estructuras hidráulicas. A modo de ejemplo se muestra la figura 3 que corresponde al estudio de la presa

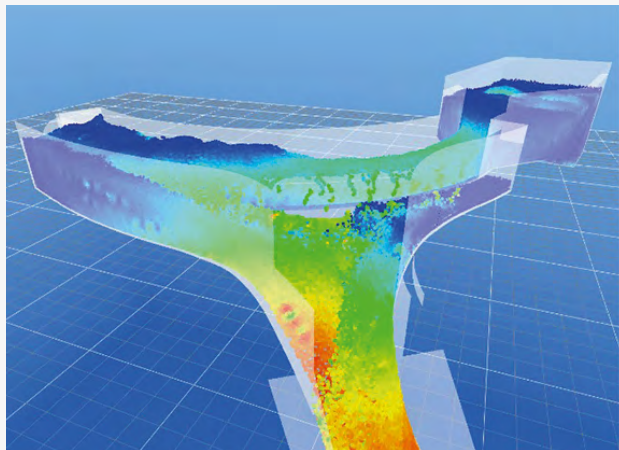


Figura 1. Aliviadero lateral de la presa de Angostura (Perú).

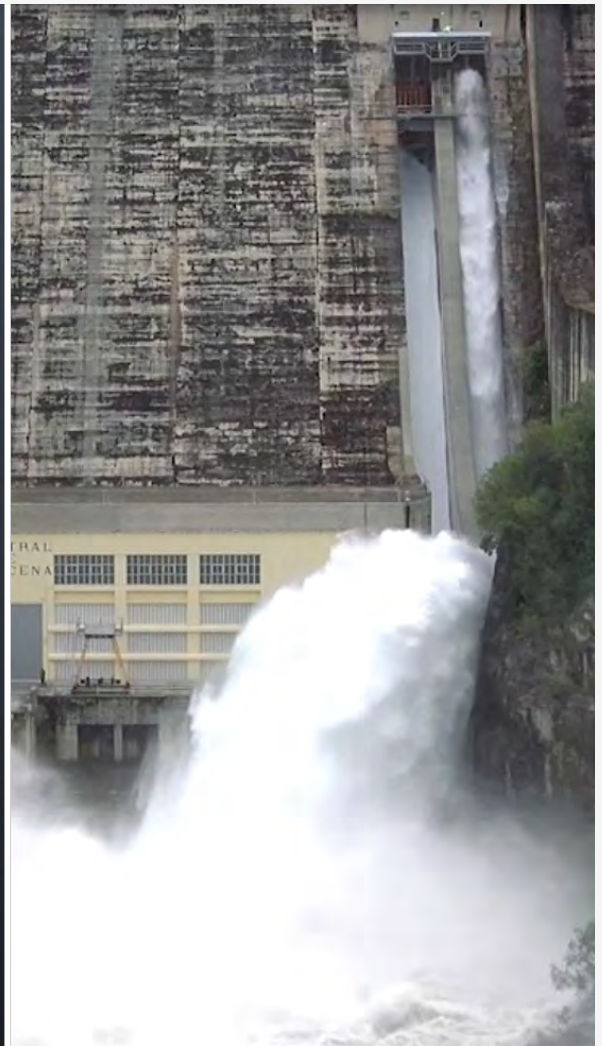


Figura 2. Aliviadero de medio fondo de la presa de Bárcena (León).

de Nagore (Navarra). El aliviadero en pozo de esta presa atrapa grandes bolsas de aire generando transitorios muy violentos en la galería con grandes oscilaciones de

presión y que producen un importante arrastre de agua en su trayectoria de escape.

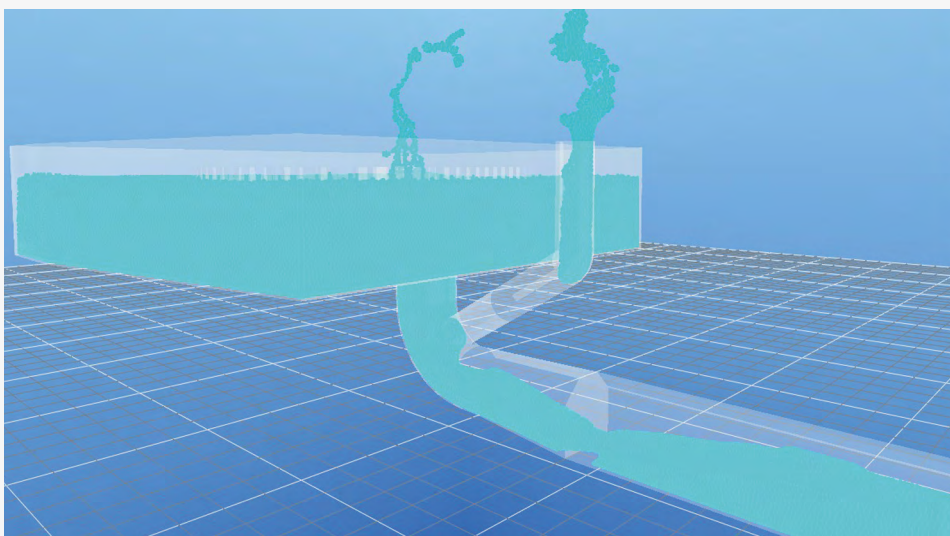


Figura 3. Aliviadero en pozo de la presa de Nagore (Navarra). Fenómenos de aire ocluido en la galería de descarga.