

Simulación de flujos bifásicos con metodología CFD y contrastación de resultados con medidas de laboratorio

Tema D (Estructuras hidráulicas),

tema M (Modelos numéricos en dinámica fluvial)

José María Carrillo Sánchez

Universidad Politécnica de Cartagena. Grupo de I+D+i Hidr@m

jose.carrillo@upct.es

Luis G. Castillo Elsitidí

Universidad Politécnica de Cartagena. Grupo de I+D+i Hidr@m

luis.castillo@upct.es

1 Resumen

La metodología de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) permite simular la interacción entre distintos fluidos, como es el caso de los flujos bifásicos agua-aire. Los modelos multifásicos se dividen en dos grandes grupos: el modelo Euleriano multifásico y la función multifásica de Lagrange de transporte de partículas. El modelo Euleriano tiene dos sub-modelos: el modelo homogéneo y el modelo de transferencia intermodelo de fluido o modelo inhomogéneo.

Los métodos implementados en CFD se basan en la solución numérica de las ecuaciones de Navier-Stokes y promediado de Reynolds (RANS), junto con modelos de turbulencia de distintos grados de complejidad, que van desde los algebraicos de vorticidad para la viscosidad, hasta los modelos de tensiones de Reynolds.

En el reintegro de los caudales desaguados por los órganos de desagüe mediante cuencos de amortiguación, la disipación de energía se produce principalmente mediante el proceso de turbulencia. En las dos tipologías básicas (cuencos de resalto y cuencos de vertido libre) aparecen fenómenos de alta turbulencia y aireación, que no pueden ser convenientemente estudiados con las metodologías clásicas.

Teniendo en cuenta esta problemática y partiendo de los distintos resultados experimentales existentes en el caso del vertido libre, se están llevando a cabo en el laboratorio de la Universidad Politécnica de Cartagena, la caracterización de este tipo de flujos mediante la medición de velocidades, presiones y aireación. Estos resultados se contrastan y complementan con la modelación numérica con el software ANSYS CFX (2006).

Des este modo se ha comprobado que, aunque la mayoría de estudios pueden ser abordados de modo adecuado con un mallado de elementos tetraédricos, en el caso de vertido libre se requiere emplear mallados de elementos hexaédricos, debido al efecto de despegue de los contactos de pared y a la alta turbulencia que se genera en el cálculo bifásico (aire-agua).

En la Figura 1 puede observarse la forma de la lámina libre obtenida en el modelo del laboratorio, junto a los resultados obtenidos en las simulaciones numéricas, según el tipo de mallado. Como puede apreciarse en la figura, durante la caída la lámina vertiente se concentra en tubos, alejándose de la situación real observada en laboratorio. Sin embargo, al emplear un mallado con elementos hexaédricos éste fenómeno tiende a reducirse y desaparecer.

Teniendo en cuenta la teoría paramétrica propuesta por Castillo (2006, 2007) para la evaluación de acciones hidrodinámicas a pie de presa y revisada en Castillo y Carrillo (2011), en la Tabla 1 se comparan algunos de los parámetros que caracterizan el problema, en donde h es la carga aguas arriba del vertedero, y_b es la carga sobre el umbral del vertedero, X_{imp} es la distancia de vuelo al punto de impacto, P_m es la presión media en el punto de impacto, Y_u es la altura del colchón aguas arriba del punto de impacto, Y es la altura de colchón aguas abajo del punto de impacto y C_p es el coeficiente de presión dinámica media en el punto de impacto.

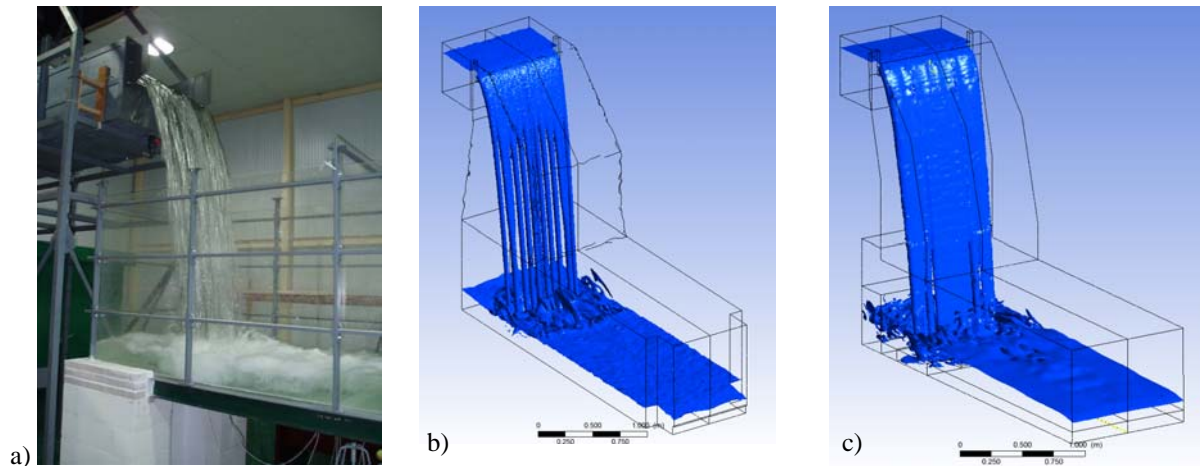


Figura 1. Forma de la lámina en vertido libre: a) situación de laboratorio, b) simulación con mallado tetraédrico, c) simulación con mallado hexaédrico.

Mediante un mallado hexaédrico se obtiene un valor de distancia de vuelo, X_{imp} , similar al observado en laboratorio, así como también se mejora la predicción de la presión media, las alturas de colchón aguas arriba y aguas abajo y el coeficiente de presión dinámica media.

	Mallado		Laboratorio
	Tetraédrico	Hexaédrico	
h (m)	0.087	0.089	0.087
y_b (m)	0.070	0.086	0.082
X_{imp} (m)	0.68	0.74	0.74
P_m (m.c.a.)	1.15	0.92	1.01
Y_u (m)	0.17	0.18	0.18
Y (m)	0.17	0.15	0.14
C_p	0.35	0.28	0.31

Tabla 1. Comparativa de parámetros representativos de la teoría de vertido libre.

Referencias bibliográficas

- [1] ANSYS CFX (2006). "ANSYS CFX. Reference Guide". Release 11.0.
- [2] Benzley, S.E., Perry E., Merkley, K. and Clark, B. (1995). "A comparison of all-Hexahedra and all Tetrahedral Finite Element Meshes for elastic & elastoplastic analysis". Proc. 4th Int. Meshing. Sandia National Labs, pp 179-181.
- [3] Castillo, L.G. (2006). "Areated jets and pressure fluctuation in plunge pools". The 7th International Conference on Hydrosience and Engineering. September, Philadelphia, USA.
- [4] Castillo, L. (2007). Pressure characterization of undeveloped and developed jets in shallow and deep pool. 32nd Congress of IAHR, the International Association of Hydraulic Engineering & Research, Vol.2, pp. 645-655, Venice, Italy.
- [5] Castillo, L., Puertas, J. and Dolz, J. (2007). Discussion about Scour of Rock due to the impact of plunging high velocity jets. Journal of Hydraulic Research, Vol. 45, No. 6, pp. 715-723.
- [6] Castillo, L.G. and Carrillo, J.M. (2011). "Numerical simulation and validation of hydrodynamics actions in energy dissipation devices". World Congress International Association of Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR). Brisbane, Australia.