

MODELACIÓN NUMÉRICA DE FLUJOS TURBULENTOS. APLICACIÓN A RESALTOS HIDRÁULICOS

Período: 1/02/2010 – 31/05/2010

Becario: Ceretani, Andrea N.

E-mail: ceretani@fceia.unr.edu.ar

Directores: Sanziel, María Cristina; Portapila, Margarita I.

Objetivo

El gran desafío matemático de simular turbulencias es que las ecuaciones que describen las cantidades promediadas de flujo no pueden ser obtenidas directamente de la física de los fluidos, en tanto que las ecuaciones de los flujos puntuales son bien conocidas, pero de soluciones muy difíciles de tratar y además muy sensibles a pequeñas perturbaciones e incertezas en los datos del problema. Las simulaciones de grandes escalas (LES) se fundamentan en una idea computacional natural: cuando un mallado es tan grueso que los datos del problema y la solución buscada fluctúan significativamente dentro de cada celda del mallado, sólo es razonable reemplazar los datos por promedios en cada celda y que la solución hallada represente también un promedio sobre cada celda. Las LES simulan el movimiento de grandes remolinos en un flujo turbulento con complejidad computacional independiente del número de Reynolds. Estas simulaciones requieren gran cantidad de memoria y tiempos computacionales, por lo que se hace deseable que el código resulte paralelizable. En las metodologías implementadas con LES, un filtro espacial se aplica a las ecuaciones de NavierStokes con el propósito de filtrar pequeñas escalas de turbulencias, de modo de permitir discretizaciones para la resolución de escalas turbulentas mayores, gobernadas por las ecuaciones filtradas. Una serie de dificultades aparecen cuando se pretende extender el uso de LES a discretizaciones con mallas no estructuradas (TejadaMartínez et al. 2007) Por otra parte, el resalto hidráulico es un flujo permanente rápidamente variado que se produce en la transición entre regímenes de flujo supercrítico a subcrítico. El flujo turbulento en resaltos hidráulicos se caracteriza por la presencia de altos niveles de turbulencia, macro vórtices, incorporación de aire, generación y disipación de energía cinética turbulenta. Diversas investigaciones, numéricas y experimentales, han sido desarrolladas enfocadas en el resalto hidráulico dado su importancia, fundamentalmente, en la disipación de energía cinética en obras hidráulicas. Sin embargo, a pesar del gran número de publicaciones al respecto, no existe aún un acabado conocimiento acerca del flujo interno y las características del flujo turbulento en este tipo de fenómenos hidráulicos.

La comparación de simulaciones numéricas con experimentos físicos es esencial para validar la calidad de un modelo LES. En el CURIHAM se viene trabajando en flujos turbulentos desde 2004. En Romagnoli et al. 2009a se han reportado avances respecto del conocimiento del fenómeno turbulento en resaltos hidráulicos, en lo que respecta a técnicas experimentales y al estudio de sus resultados para un rango de números de Froude que va de 2 a 3. Desde 2007 se viene trabajando en la simulación de fenómenos turbulentos (Romagnoli et al. 2009b) para una formulación numérica de la ecuación de NavierStokes promediada Kepsilon.

En este plan de trabajo se pretende profundizar en el conocimiento de este fenómeno turbulento en lo que hace a su simulación numérica, desarrollando algunos fundamentos matemáticos y validando los métodos a través de la comparación con resultados experimentales. Se implementarán técnicas numéricas basadas en simulaciones de grandes escalas (LES) de las ecuaciones de NavierStokes para el estudio hidrodinámico de flujos turbulentos, las que serán aplicadas al modelado numérico de resaltos hidráulicos.