

Simulación numérica de las estructuras de control de excedentes propuestas para el río La Sierra.

Tema D (Estructuras hidráulicas), Tema M (Modelos numéricos en dinámica fluvial)

Jonathan Arturo Sánchez Muñoz¹, P. Amparo López Jiménez², William Vicente y Rodríguez¹

1. Instituto de Ingeniería de la UNAM. jsanchezm@iingen.unam.mx,
wvicenter@iingen.unam.mx

2. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València. palopez@gmmf.upv.es

1 Resumen

Los modelos computacionales son cada vez más frecuentes en el diseño y prueba de estructuras de control de flujo. Este trabajo presenta un modelo computacional utilizado para simular el comportamiento de los diseños propuestos para una sección del río la Sierra, localizado en Tabasco, México.

El modelo computacional resuelve las ecuaciones de transporte de conservación de masa y cantidad de movimiento mediante el método de los volúmenes finitos, a través de una malla estructurada. La discretización elegida genera tres tipos de celdas, las cuales se trataron mediante el método de la celda cortada.

Para considerar la superficie libre se utilizó el método HOL, [1]. El modelo utiliza la alternativa de ecuaciones promediadas de Reynolds y se resolvieron usando el método SIMPLE y el modelo de turbulencia que se utilizó fue el k-ε.

2 Introducción

Tabasco se encuentra en el sureste de la república mexicana y se caracteriza por tener la hidrografía muy compleja, pues se calcula que la descarga anual de sus ríos hacia el golfo de México es de 125 millones de metros cúbicos de agua, cifra que representa el 35% del escurrimiento total del país.

La geografía del estado lo hace un lugar propenso a sufrir inundaciones, es por esto que se ha desarrollado el PHIT (plan hídrico integral de Tabasco), el cual contempla prevenir daños de gran magnitud, como los ocasionados por las inundaciones del 2007, [2].

En torno a la capital de Tabasco, Villahermosa, convergen el río Carrizal y el río la Sierra, por esta razón, es que algunas de las principales acciones están encaminadas a reparar, rehabilitar y construir infraestructura que sea capaz de contener y controlar el caudal de estos ríos.

El río la Sierra tiene su origen en la Sierra Madre de Chiapas y recorre de sur a norte Tabasco, en este se ha propuesto construir un canal que enviará el exceso de flujo, durante los meses de crecida, hacia la zona de lagunas conocida como Los Zapotes y así evitar que se inunde nuevamente capital del estado.

3 Configuración de la simulación

La configuración simulada consiste en una sección del río de dimensiones iguales a las del modelo que se encuentra en el laboratorio de hidráulica fluvial del Instituto de Ingeniería de la UNAM.



Fig. 1 Modelo físico y computacional de la zona en estudio.

El modelo utilizado para la simulación numérica se encuentra escalado 1:60 respecto a las dimensiones del prototipo y cuenta con una longitud de aproximadamente 13 m del río la Sierra y una longitud de 7 m en el canal. La simulación utilizó una malla cartesiana de 70x70x50 celdas en las tres direcciones.

El prototipo tiene un gasto de diseño 900 m³/s, esto representa una velocidad de entrada para el agua en el modelo numérico de 0.14 m/s.

4 Modelo Numérico

La dinámica del flujo se ha simulado resolviendo las ecuaciones de continuidad y cantidad de movimiento promediadas en el tiempo (RANS, Reynolds Averaged Navier-Stokes Equations), mediante el método SIMPLE y el modelo de turbulencia k-ε. El dominio computacional se discretizó mediante el método de los volúmenes finitos, con una malla cartesiana. El código numérico utilizado en este trabajo es PHOENICS, [3].

5 Resultados

La simulación numérica ha mostrado que el canal comienza a llenarse en su margen izquierdo, presentando un aumento de nivel en ése costado, dejando sin flujo el margen opuesto, esto ocasionará una amplia zona de recirculación, lo cual puede provocar arrastre y transporte de sedimentos y en consecuencia un cierre paulatino en la sección transversal del canal, este comportamiento afectaría directamente su capacidad de conducción.

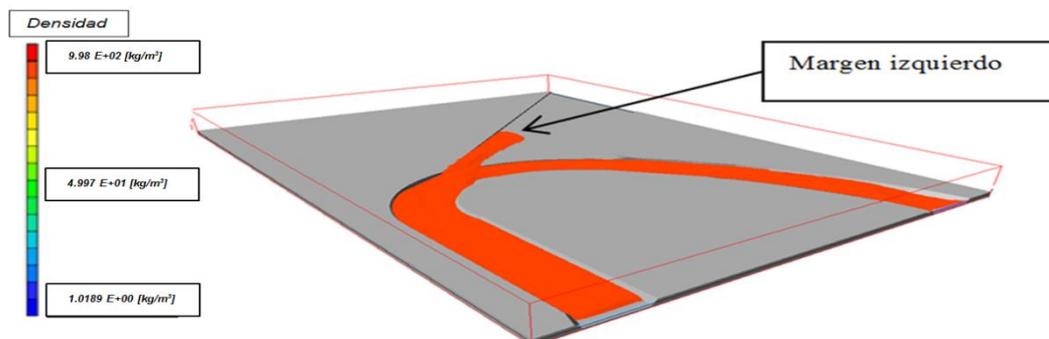


Fig. 2 Comportamiento del flujo en el canal de descarga

De acuerdo con mediciones experimentales realizadas para un gasto de 900 m³/s sobre el río la Sierra, equivalentes a 0.033 m³/s en el modelo, el canal de descarga captaría 51 % del gasto total, lo cual equivaldría a de 460 m³/s, es decir 0.0168 m³/s en el modelo, en el caso de la simulación numérica para el mismo gasto en el río el canal de descarga capta 0.0144 m³/s, lo que representa un porcentaje de error de 14%, lo cual podría considerarse un buen resultado, teniendo en cuenta que el modelo de la batimetría es una aproximación dada la complejidad de esta superficie.

6 Conclusiones

El modelo numérico propuesto en este trabajo permitió simular el comportamiento de la hidrodinámica del flujo en el canal de control propuesto para el río la Sierra, esto con la intención de evaluar de manera sencilla y económica su desempeño y poder corregir o mejorar el diseño de estructuras hidráulicas. Es posible utilizar este modelo en todo tipo de estructuras hidráulicas ya que su ventaja radica en el poder utilizar mallas cartesianas en geometrías complejas, esto repercute en el tiempo de cálculo y en la facilidad del método numérico para alcanzar la convergencia.

7 Referencias

- [1] Jun L, Spalding B. (1988). "Numerical simulation of flows with moving interfaces". PHOENICS Journal of Computational Fluid Dynamics Vol 10, No 5/6, pp. 625-637.
- [2] Jiménez A.A., Osnaya J., Gracia J., Franco V.,(2004). Estudio en un modelo físico de las estructuras de control sobre el río Carrizal, en el Estado de Tabasco, Informe final, elaborado para CNA, Instituto de Ingeniería, UNAM.
- [3] Gracia J. (2007). Estudio de la bifurcación de un río con modelación numérica. Series del Instituto de Ingeniería para la CNA, Instituto de Ingeniería, UNAM.