

Comparación de modelos computacionales para determinar el transporte de sedimentos en los ríos del Estado de Guerrero

CARDOSO-LANDA, Guillermo*†`

`Instituto Tecnológico de Chilpancingo Av. Guerrero # 81, Col Ruffo Figueroa, Chilpancingo, Guerrero, México.

Recibido Julio 29, 2014; Aceptado Enero 23 2015

Resumen

Los procesos de transporte de sedimentos, erosión y depósito en un canal aluvial son extremadamente complejos. Los desarrollos teóricos de las funciones de transporte de sedimentos para diferentes flujos y condiciones de sedimentos se han basado en desarrollos de diferentes grados de complejidad. Algunos de los desarrollos simplificados están basados en condiciones idealizadas de laboratorio, que pueden ser no verdaderas para los sistemas naturales de ríos, que son mucho más complicados. Muchas de las soluciones teóricas más sofisticadas requieren un largo número de parámetros, que son difíciles o prácticamente imposibles de obtener de la mayoría de los ríos. Las soluciones empíricas basadas en observaciones y datos del sitio en particular pueden ser útiles para ese sitio donde fueron recolectados los datos. La aplicación de esos resultados a otros sitios debe ser muy cuidadosa. El acelerado avance de las tecnologías computacionales, le permite a los ingenieros analizar o simular procesos fluviales con diferentes grados de complejidad.

Comparación. Modelos Computacionales, Sedimento, Ríos, Guerrero.

Abstract

The processes of sediment transport, erosion and deposit in an alluvial channel are extremely complex. The theoretical developments of sediment transport functions for different flows and sediment conditions are based on developments of varying degrees of complexity. Some of simplified developments are based on idealized laboratory conditions, which may not be true for natural river systems, which are much more complicated. Many of the most sophisticated theoretical solutions require a long number of parameters which are difficult or almost impossible to obtain in most rivers. Empirical solutions based on observations and data particular site can be useful in that place where data were collected. The application of these results to other sites must be very careful. The rapid advancement of computer technology, allows engineers to analyze or simulate fluvial processes with different degrees of complexity.

Comparison. Computational models, sediment, Rivers, Guerrero.

Citación CARDOSO-LANDA, Guillermo. Comparación de modelos computacionales para determinar el transporte de sedimentos en los ríos del Estado de Guerrero. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2014 – Abril 2015, 1-2:147-150

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: gclanda@prodigy.net.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los procesos de transporte de sedimentos, erosión y depósito en un canal aluvial son extremadamente complejos. Los desarrollos teóricos de las funciones de transporte de sedimentos para diferentes flujos y condiciones de sedimentos se han basado en desarrollos de diferentes grados de complejidad. Algunos de los desarrollos simplificados están basados en condiciones idealizadas de laboratorio, que pueden ser no verdaderas para los sistemas naturales de ríos, que son mucho más complicados. Muchas de las soluciones teóricas más sofisticadas requieren un largo número de parámetros, que son difíciles o prácticamente imposibles de obtener de la mayoría de los ríos.

Las soluciones empíricas basadas en observaciones y datos del sitio en particular pueden ser útiles para ese sitio donde fueron recolectados los datos. La aplicación de esos resultados a otros sitios debe ser muy cuidadosa.

El acelerado avance de las tecnologías computacionales, le permite a los ingenieros analizar o simular procesos fluviales con diferentes grados de complejidad.

Objetivos

1. Destacar la importancia del transporte de sedimentos en un río
2. Efectuar la comparación entre modelos computacionales desarrollados para la determinación del transporte de sedimentos en ríos
3. Proponer el modelo computacional aplicable en el Estado de Guerrero para la obtención del transporte de sedimentos en sus ríos

Metodología

En los cauces naturales, existen principalmente dos mecanismos de transporte de sedimentos: el arrastre en la capa de fondo y el transporte en suspensión. Este último, está compuesto del transporte de material del fondo y de material de lavado.

Se entiende por sedimento, a todas las partículas de suelo y roca de una cuenca, que son arrastradas y transportadas por una corriente de agua. Según su comportamiento, al ser transportado por el flujo, el sedimento se puede diferenciar en dos grandes grupos: el del fondo y el de lavado. Al estudiar un tramo de río, el primero es el material que forma el fondo o alveo del cauce y el segundo, es el material que no se encuentra dentro de ese material. Este último, está formado por partículas muy finas como limos y arcillas que el agua transporta en suspensión. Cuando los diámetros de este último no son conocidos, se establece como límite entre ambos materiales al diámetro de 0.062 mm, de tal manera que el transporte de lavado, es el formado por todas las partículas menores que ese diámetro.

El acelerado avance de las tecnologías computacionales, le permite a los ingenieros analizar o simular procesos fluviales con diferentes grados de complejidad. Se realizó la comparación de 9 modelos de transporte de sedimentos desarrollados en las últimas décadas a nivel mundial, atendiendo a las características presentadas en la tabla siguiente:

Modelo	Autores	Características
CHARIMA	Holly et al., 1990	Academico o privado
FLUVIAL-12	Chang, 1990	Academico o privado
HEC-6	U. S. Army Corps of Engineers, 1993	Modelo federal del dominio publico
TAS-2	McAnally & Thomas, 1985	Fed. del dominio publico
MEANDER	Johannesson & Parker, 1985	Academico o privado
USGS	Nelson & Smith, 1989	Fed. del dominio publico
D-O-T	Darby & Thorne, 1996	Academico o privado
GSTARS 2.0	Yang et al., 1998	Fed. del dominio publico
NCCHE	Zhang et al., 2002	Fed. del dominio publico

Tabla 1 Modelos computacionales analizados

En la siguiente tabla se presentan las características de las ecuaciones diferenciales empleadas así como la discretización utilizada en su solución.

Modelo	CHARIMA	Fluvial-12	HEC-6	TABS-2	Meander	USGS	D-O-T	GSTAR-2.0	NCCHE
FNoPermanen	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI
Hidrograma	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
1D/C-2D	SI/NO	SI/NO	SI/NO	NO/N	NO/N	NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
2D/FPromed	NO	NO	NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	NO	NO/NO	SI/NO
3D	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI
PlanDef/Banc	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
CargaSedGrav	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
MallaNoUnif	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
TiePaVariable	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 2 Discretización y formulación

Enseguida se enlistan los diferentes esquemas de solución numérica empleada por cada modelo para la solución de las ecuaciones constitutivas del transporte de sedimentos en ríos, formadas por sistemas de ecuaciones diferenciales.

Modelo	CHARIMA	Fluvial-12	HEC-6	TABS-2	Meander	USGS	D-O-T	GSTAR-2.0	NCCHE
Método estándar de pasos	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO
Diferencias finitas	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Elemento finito	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI

Tabla 3 Esquema de solución numérica

A continuación se presentan de manera resumida tabular las capacidades para efectuar la modelación del transporte de sedimentos en ríos por cada uno de los modelos analizados

Modelo	CHARIMA	Fluvial-12	HEC-6	TABS-2	Meander	USGS	D-O-T	GSTAR-2.0	NCCHE
Hidr de sedim y flujo a/arri	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Edo a/abajo	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Sed zona inun	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI
TSsuspendido/TStotal	SI/NO	SI/NO	NO/SI	SI/NO	NO/NO	NO/SI	NO/SI	NO/SI	SI/NO
TS de fondo	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI
SedCohesivos	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI
AcorazPlañilla	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI
CarHidMatSus	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI
EroFluvBancos	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI
FallaBanGrav	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI
AlcanceRecto/AlcanceIreNP	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	NO/NO	NO/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
RedDrenTrifurcaciones	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	NO/NO	NO/NO	NO/NO	NO/NO	SI/NO
PlantillaCauce	NO	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Meandreo	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI
Rios	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Puentes	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI
Presas	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 4 Capacidades de modelación

Finalmente se enlistan los elementos de apoyo al usuario que establece cada uno de los 9 modelos de transporte de sedimentos a nivel mundial que se analizaron a detalle en este proyecto

Modelo	CHARIMA	Fluvial-12	HEC-6	TABS-2	Meander	USGS	D-O-T	GSTAR-2.0	NCCHE
Documentación	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Manual del usuario	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI
Apoyo en línea	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI

Tabla 5 Apoyo para el usuario

Resultados

Después de analizar todos los programas computacionales descritos con anterioridad y en función de las características físicas, geomorfológicas e hidrodinámicas de los principales ríos del Estado de Guerrero, se considero como el mejor modelo computacional para estos ríos el modelo *CCHE2D*, que es uno de los modelos del *NCCHE*.

El *National Center for Computational Hydroscience and Engineering (NCCHE)*, se creó en diciembre de 1982 como una unidad en la Facultad Ingeniería de la Junta de Síndicos de las instituciones de educación superior del Estado de Mississippi, con la misión de fomentar la hidrociencia e ingeniería de investigación. Se ha recibido el apoyo de fondos de investigación, obtenidos de las agencias federales sobre todo desde 1982.

Desde 1989, *NCCHE* tiene un acuerdo de cooperación específico firmado con el Servicio de Investigación Agrícola del USDA, con un financiamiento anual de 850,000 dólares aproximadamente, que fue aprobado por el Congreso de EE.UU., con la misión de desarrollar en el estado la técnica modelos empíricos numéricos, en apoyo a las agencias federales, que participan en el Proyecto de Demostración de Control de Erosión (DEC).

CCHE2D es un modelo de transporte hidrodinámico y sedimentos bidimensional para canal abierto inestable que fluye sobre la cama suelta. Aquí se presenta una figura con resultados del modelo CCHE2D, sus detalles se pueden encontrar en Jia y Wang (1999 y 2001).

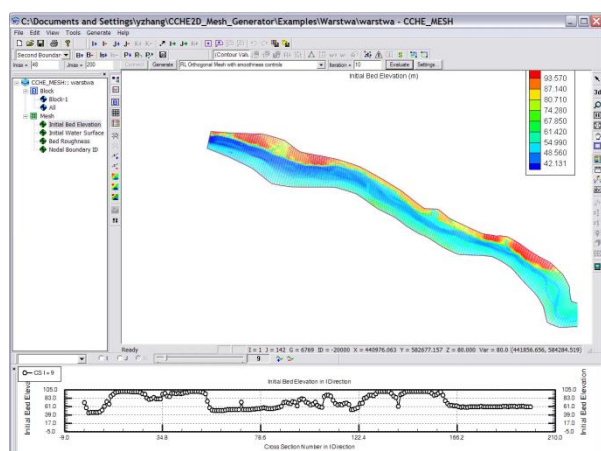


Figura 6 Ejemplo de resultados utilizando el modelo *CCHE2D*

Referencias

Vieira and Wu. 2002. National Center for Computational Hydroscience and Engineering (NCCHE). University of Mississippi USA. Technical report No. NCCHE-TR-2002-5

Wu and Wang. 1999. Movable bed roughness in alluvial rivers. *Journal of Hydraulic Engineering*, 125 (12), 1309-1312.

Wu et al. 2000. Nonuniform sediment transport in alluvial rivers. *Journal of Hydraulic Research*, 38 (6), 427-434.