



Title: Actualización del Modelo RHABSIM 3.0 para estimación de caudales ecológicos. (Report)

Pub: *Ingeniería de Recursos Naturales*

Detail: Juan Manuel Diez Hernández and Thomas R. Payne. 3. (Jan 2005): p12(6). (2738 words)

Abstract:

RHABSIM ("Riverine Habitat Simulation Software"), el paquete informático comercial de modelación del hábitat fluvial IFIM-PHABSIM disponible desde 1994, ha sido actualizado de manera sustancial.

Completamente compatible con Windows XP y 98, el programa de simulación hidráulica y del hábitat ha incorporado varias características nuevas.

Ahora incluye el nuevo algoritmo de simulación de velocidades "LogD" (Diez Hernández, 2004), varias opciones para un calibrado automático de algunos modelos hidráulicos, y prácticos vínculos con archivos de formato hoja de cálculo. El programa está totalmente traducido al idioma Español, incluyendo: menús, hojas de cálculo, informes, gráficos y ayudas.

PALABRAS CLAVES

Caudal ecológico, IFIM, PHABISM, hábitat fluvial.

RHABSIM (Riverine Habitat Simulation Software) a commercial application package for fluvial habitat modeling IFIM-PHABSIM available since 1994, has been up dated in a substantial manner. It is completely compatible with Window XP and 98. The program for hydraulic and environment simulation has incorporated new features.

It now includes a new algorithm for speed measurement, the "LogD" (Diez Hernández, 2004), several options for automatic calibration of some hydraulic models and very practical links to files in a spreadsheet format. The program has been translated into Spanish including menus, spreadsheets, reports, graphs and help.

KEYWORDS

Ecological flow, IFIM, PHABISM, fluvial habitat.

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

Texto Completo: COPYRIGHT 2005 Universidad del Valle

1. INTRODUCCIÓN

La pretensión de que el caudal natural de un río debe reservarse íntegramente para el perfecto funcionamiento del ecosistema acuático resulta una utopía en la actualidad, al menos en los países que persiguen un progreso económico equilibrado. El único planteamiento realista para gestionar el agua superficial de forma racional es compaginar sus distintos usos, asegurando en todo momento un estado aceptable del ecosistema fluvial.

La cantidad y frecuencia de los caudales circulantes son unos componentes esenciales que determinan la calidad del agua, la capacidad de abastecimiento y la integridad ecológica del ecosistema de ribera. De hecho, el caudal está íntimamente relacionado con los procesos geomorfológicos, físicos, químicos y biológicos del

ecosistema, por lo que se considera una variable fundamental que condiciona la distribución y la abundancia de las especies riparias y regula su estado ecológico (Power et al., 1995; Resh et al., 1998).

1.1. Metodología IFIM

JPEGF

En la actualidad, la metodología más utilizada y aceptada científicamente para determinar unos Regímenes de Caudales Ambientales (RCA) que garanticen un estado ecológico determinado en las aguas superficiales es la IFIM ("Instream Flow Incremental Methodology"), desarrollada por el Departamento de Pesca y Vida Silvestre de EEUU (Bovee y Milhous, 1978), como una técnica estándar para evaluar el efecto de una variación de caudal en el hábitat acuático. Además de haber sido concebida con una evidente vocación multidisciplinar y progresiva, el esquema metodológico IFIM es altamente cooperativo, favoreciendo la gestión integrada de cuencas con un claro enfoque ecológico (Payne, 1995): de hecho, la Corte Suprema de EEUU emplea IFIM desde hace años como un método válido para negociar el uso del agua superficial (Stalnaker et al., 1995). IFIM se ha aplicado con éxito en numerosos países y su utilización es progresiva debido a su eficacia contrastada. En el ámbito Iberoamericano, los primeros estudios provienen de España (García de Jalón et al., 1989) y Portugal (Costa, 1988). En el contexto Colombiano, de acuerdo con nuestra información, el primer análisis IFIM se realizan en un tramo del río Palacé cercano a la ciudad de Popayán (Cobo y Campo, 2000), estudio en el que colaboramos para comenzar la necesaria estandarización de este procedimiento.

La modelación convencional del hábitat fluvial en IFIM se desarrolla en su componente principal PHABSIM ("Physical Habitat Simulation System"; Bovee, 1982), que reúne varios modelos hidráulicos unidimensionales de profundidades y velocidades, cuyas predicciones en las secciones transversales representativas se combinan adecuadamente con los criterios de preferencia de las variables que determinan el hábitat para los diferentes organismos y/o estadios vitales, con objeto de generar las relaciones funcionales entre el Caudal y un Índice de Idoneidad Relativa del Hábitat (IIH) en el tramo estudiado. Normalmente, se utiliza como Índice de Hábitat la "Superficie Ponderada Útil" (SPU), que consiste en una idoneidad conjunta ponderada por el área de cada núcleo de simulación, si bien existen otras agregaciones que utilizan el perímetro o el volumen.

1.2. Modelación Hidráulica en IFIM

En una primera fase, se simplifica el tramo de estudio mediante varias secciones transversales levantadas topográficamente, representativas de los diferentes hábitats presentes (rápidos, tablas, remansos, etc). Cada sección se divide en celdas de características homogéneas, en las que se mide la velocidad media y la profundidad durante varios caudales, así como el substrato, que son normalmente las tres variables constitutivas del hábitat. Con esta información de partida, se realiza la simulación hidráulica de cada sección, en la que se predice de forma secuencial la profundidad de cada celda y su velocidad, dentro de un rango de caudales definido. Las profundidades para un caudal (Q) derivan del correspondiente Nivel de Superficie Libre (NSL) deducido de la curva de gasto desarrollada para cada sección, para lo cual PHABSIM reúne actualmente tres modelos en régimen permanente (ver Waddle, 2001): (1) STGQ como método estadístico común, (2) MANSQ indicado para un régimen uniforme, y (3) WSP para un flujo gradualmente variado.

Para predecir las velocidades en cada una de las múltiples celdas establecidas, PHABSIM incorpora tres métodos, utilizables dependiendo del número de distribuciones de velocidades disponibles (ver Waddle, 2001). Recientemente, Díez Hernández (2004) ha presentado un modelo de velocidades complementario denominado "LogD" ("Logarithmic Distribution"), que aplica la ley universal de Prandtl-von Kármán de distribución vertical de velocidades logarítmica en diferentes algoritmos, dependiendo del número de distribuciones de velocidades medidas. Los primeros resultados obtenidos en varias condiciones ecohidráulicas básicas de ríos de California (EEUU) revelan unas capacidades predictivas de las modalidades de LogD superiores a las de los métodos homólogos convencionales, reduciendo el error de simulación hasta

un 8%.

2. PROGRAMA "RHABSIM 3.0" EN ESPAÑOL

Los conceptos documentados en la metodología IFIM fueron informatizados por primera vez en el programa RHABSIM en inglés ("Riverine Habitat Simulation Software"), que fue presentado en el Primer Simposio de Ecohidráulica en Noruega (1994). La versión actual (3.0) ha sido actualizada para funcionar bajo los sistemas operativos Windows XP/2000 e incluye varias capacidades nuevas. Para facilitar su manejo a los usuarios hispanohablantes, RHABSIM 3.0 ha sido traducido completamente al Español. RHABSIM se estructura en varios módulos que ejecutan los procedimientos necesarios para la modelación hidráulica y del hábitat: el Navegador de RHABSIM y las rutas internas proporcionan un acceso a un proceso secuencial lógico (ver figura página primera). El primer módulo FIELDAT se utiliza para introducir los datos de campo con facilidad. Seguidamente HYDSIM realiza una completa simulación hidráulica de las distribuciones de profundidades y velocidades. En el módulo CRITERIA se almacena la información de los criterios de idoneidad de las especies analizadas. A continuación, con HABSIM se computa el hábitat que genera cada flujo simulado en términos de un Índice de Hábitat. El último módulo TIMESER analiza el efecto de las distintas alternativas de caudales en la calidad y cantidad del hábitat acuático. El paquete informático genera informes gráficos y de texto muy completos. Dispone de prácticas opciones para importar y exportar datos, convertir unidades y configurar la apariencia. Esta versión en Español incorpora una terminología de PHABSIM adaptada a nuestro idioma.

3. MÓDULO CONVERT

El programa CONVERT es una utilidad que intercambia los formatos de los archivos RHABSIM y los primitivos de PHABSIM II. Admite los formatos de otras aplicaciones que informatizan PHABSIM, como IFG4, MANSQ y WSP. Adicionalmente, CONVERT también intercambia los sistemas de unidades Métrico y de EEUU.

4. MÓDULO FIELDAT

JPEGF

El programa FIELDAT ha sido concebido para ser utilizado tanto por técnicos de campo como por especialistas en hidroinformática, para crear Archivos que contengan la información recogida en campo, referente al perfil transversal de la sección y las distribuciones horizontales de velocidades. La geometría de la corriente se construye directamente a partir de las lecturas de la mira, las profundidades medidas durante un caudal, o combinaciones de los dos métodos. La Figura 1 contiene la pantalla que muestra una sección transversal definida por las lecturas de la mira y también los perfiles de profundidades medidos durante tres caudales diferentes, donde las discrepancias se deben a la localización exacta de la lectura en un sustrato grueso. Este gráfico puede utilizarse para controlar la calidad de los datos de campo o para seleccionar el perfil transversal que proporcione un aforo más ajustado. Las velocidades puntuales pueden introducirse directamente, o bien calcularlas con las lecturas de campo y las características del correntímetro. El programa puede mostrar de forma gráfica hasta cinco distribuciones horizontales completas de velocidades.

5. MÓDULO HYDSIM

El modulo HYDSIM ejecuta los cálculos requeridos para la simulación hidráulica en una dimensión. Este enfoque clásico simplifica la variabilidad morfológica de un tramo fluvial en varias secciones transversales representativas, que se conceptúan como compuestas de múltiples subsecciones rectangulares, cuya agregación global constituye una malla de paralelogramos que abarca todo el dominio de flujo modelable. La modelación del micro-entorno hidráulico se calibra en cada sección con las mediciones de un número variable de Niveles de Superficie Libre NSL y de distribuciones horizontales completas de velocidades medias en las

celdas que representan aceptablemente el rango de caudales a simular.

[FIGURA 1 OMITIR]

JPEGF

Los tres modelos de NSL disponibles perfeccionan los esquemas de solución iniciales para generar la curva de gasto de cada sección transversal para un flujo permanente (Bovee y Milhous, 1978). Todos ellos consideran la variación inherente de la rugosidad con el caudal en las corrientes naturales, ya sea de manera explícita configurando dicha relación o bien implícitamente. El modelo STQG ajusta una regresión lineal bilogarítmica de mínimos cuadrados en cada sección entre el NSL y el caudal (Q), concibiendo un área inefectiva de flujo delimitada por el Nivel de Caudal Cero (NCC). La técnica MANSQ aplica la ecuación de Manning para un régimen uniforme en cada sección, incorporando el cambio de rugosidad con el caudal mediante una conductividad (chow, 1959) variable. MANSQ incluye varias opciones con las que se puede seleccionar el ajuste entre la conductividad y el caudal (opción MANSQ-IOC2 primitiva), el tipo de radio hidráulico (IOC6) y el tratamiento del área inefectiva de flujo (IOC10). Con mayor rigor conceptual, el modelo WSP aplica el método del paso estándar para secciones compuestas (henderson, 1966) en un tramo formado por secciones consecutivas con régimen subcrítico, utilizando el Modificador de la Rugosidad (MODR) como patrón de variación del coeficiente de Manning con el caudal de forma conjunta en el tramo. La calibración de STQG se facilita mediante un gráfico interactivo que posibilita seleccionar con el "mouse" entre un ajuste del NSL, del caudal o del NCC. El modelo MANSQ incorpora un práctico algoritmo de calibración automática, que calcula mediante aproximaciones sucesivas el mejor valor del coeficiente Beta del ajuste de la variación de la rugosidad con el caudal. En la figura 2 aparece la pantalla con las curvas de gasto observadas y las calibradas con el procedimiento anterior. El modelo WSP incluye una opción para calcular el mejor valor del coeficiente de Rugosidad de una sección a partir de las observaciones de campo, utilizar la pendiente de fricción en cada sección o hidráulicos observados y simulados para calibrar los modificadores de la rugosidad, y especificar los coeficientes de expansión y contracción para el cálculo de las pérdidas de energía singulares.

JPEGF

[FIGURA 2 OMITIR]

Durante la simulación de velocidades se conceptúa cada sección como compuesta de múltiples celdas, en cada una de las cuales se asume un flujo permanente y uniforme resoluble mediante tres técnicas que emplean diferente número de distribuciones de velocidades observadas. La primera denominada "3-velocidades" es aplicable con tres o más distribuciones, y ajusta una regresión bilogarítmica lineal entre la velocidad media en una celda y el caudal total. El segundo método "1-velocidad" emplea una distribución de velocidades, presuponiendo un flujo unidimensional estricto que resuelve mediante una expresión conjunta de las ecuaciones de Manning y de continuidad, simplificada en cada celda para deducir su coeficiente de rugosidad. En ausencia de distribuciones de velocidades observadas, el tercer método "0-velocidad" aplica en todas las celdas la misma expresión simplificada del anterior "1-velocidad", pero con unos coeficientes de rugosidad prefijados por el modelador, para lograr un cumplimiento aceptable de la ecuación de continuidad. La figura 3 muestra el resultado de la modelación hidráulica en cada sección consiste en los Niveles de Superficie Libre y las distribuciones horizontales de velocidades medias en las celdas ligadas al rango de flujos simulados.

[FIGURA 3 OMITIR]

6. MÓDULO CRITERIA

Este componente crea, muestra y almacena los criterios de idoneidad del hábitat utilizados para calcular los índices de hábitat de las condiciones hidráulicas simuladas. Las curvas de preferencia pueden mostrarse agrupadas por especie o por variable (velocidad, profundidad, sustrato, etc).

JPEGF

7. MÓDULO HABSIM

El programa HABSIM combina las curvas de preferencia seleccionadas en CRITERIA con los dominios hidráulicos simulados en HYDSIM para calcular un Índice de Idoneidad Relativa (IIR) del hábitat acuático (normalmente la SPU). Se incluyen numerosas opciones para el cálculo del IIR y la visualización de los resultados puede hacerse de forma conjunta en el tramo o individualizadamente en cada sección transversal.

La Figura 4 contiene la pantalla que muestran las celdas mojadas de todas las secciones, codificadas con color según el rango de su respectiva idoneidad combinada y ponderadas todas ellas de acuerdo con sus representatividades de la zona de estudio. Se pueden seleccionar grupos de secciones para un análisis más detallado de los resultados.

[FIGURA 4 OMITIR]

8. MÓDULO TIMESER

JPEGF

El análisis de las series temporales que incorpora este módulo es una fase crucial de un estudio IFIM de caudales ambientales, en la cual los Índices de Idoneidad Relativa (IIR) se enlazan con la hidrología de la corriente, abordando un análisis más amplio en el ámbito de la Ecohidrología. El programa TIMESER convierte los caudales mensuales, diarios o incluso horarios, en sus correspondientes valores de IIR, y representa gráficamente los resultados de los diferentes regímenes de caudales alterados por proyectos de embalses o aprovechamientos hidroeléctricos. Los gráficos se pueden estructurar en forma de secuencia temporal o bien como curvas de duración. La figura 5 recoge el gráfico de los valores del IIR durante dos años de caudales diarios, condicionados por una derivación y cinco caudales mínimos diferentes. La comparación directa del área total del Índice de Hábitat de cada alternativa se facilita mediante un gráfico de barras.

[FIGURA 5 OMITIR]

9. MEJORAS

Para facilitar el análisis y la generación de gráficos y reportes, RHABSIM 3.0 puede importar ríos formatos hidrológicos del USGS (EEUU), e incorpora vínculos con el formato de hoja de cálculo estándar. Adicionalmente, importa y maneja las mediciones de un medidor de perfiles verticales de velocidades del tipo "Doppler Acústico".

* Recibido : Agosto 2005

* Aceptado : Septiembre 2005

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bovee, k.d. y milhous, R.T. (1978). Hydraulic simulation in Instream Flow studies: theory and techniques. Instream Flow Information Paper No. 5. U.S. Fish and Wildlife Service, FWS/ OBS-78/33. Fort Collins, Colorado.

Bremm, D.J. (1988). Comparison of stream velocity simulations for the IFG4 model three-flow, oneflow, and no-velocity options. Tesis M.Sc. Humboldt State University, Arcata, California.

Chow, V.T. (1959). Open-Channel Hydraulics. MacGraw-Hill Book Co. Nueva York. 633 pp.

Cobo, d. y campo, J. (2000). Determinación del régimen de caudales ecológicos en el río Palacé (Cauca, Colombia). Tesis de Grado, Facultad de Biología, Universidad del Cauca. Popayán, Colombia.

Diez hernández, J.M. (2004) The influence of 1D hydraulic simulation on the PHABSIM habitat index. Proceedings of Fifth International Symposium on Ecohydraulics (CD), 12-17/9/ 04, Madrid, España.

Henderson, F.M. (1966). Open Channel Flow. New York: MacMillan Co.

Payne, T. R. (1995). IFIM: In Fact It s Magic. Rivers, no 5 (1), 56-57.

Power, M.E., A. Sun, M. Parker, W.E. Dietrich y J.T. Wotton. (1995). Hydraulic food-chain models: study of food web dynamics in large rivers. BioScience, no 45, 159-167.

Resh V.H., A.V. Brown, A.P. Covich, M.E. Gurtz, H.W. LI, G.W. Minshall, S.R. Reice, A.L. Sheldon, J.B. Wallace y R. Wissmar. (1998). The role of disturbance in stream ecology.

Journal of the North American Benthological Society, no 7, 433-455. Stalnaker, C.B., B.L. Lamb, L. Henrikson, K.D.

Bovee Y J. Bartholow (1995). The Instream Flow Incremental Methodology. A Primer for IFIM. Biological Report 29, National Biological Service. Washington D.C.

Waddle, T. (Ed). (2001). PHABSIM for Windows: User's Manual and Exercises. U.S. Geological Survey. Fort Collins, Colorado.

Juan Manuel Diez Hernández, Ph.D. Profesor Asistente. Grupo de Hidráulica e Hidrología, Universidad de Valladolid, España.

Thomas R. Payne, M.Sc. Biólogo. Consultora "Thomas R. Payne & Associates", Arcata (California), EEUU.

Grupo E.T.S. Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid. Av. Madrid 57. 34004 Palencia, España. Correo-e:jmdiez@iaf.uva.es

AUTORES

Juan Manuel Diez Hernández Ph.D. Ingeniero Forestal (Univ. Lérida, España 1994); Doctor Ing. Forestal (Univ. Valladolid, España 2004). Profesor Doctor, ETS Ingenierías Agrarias, Univ. Valladolid. Av. Madrid 57, 34004 Palencia, España. 34979108369 jmdiez@iaf.uva.es

Thomas R. Payne. M. Sc. Biólogo (Humboldt State Univ., Arcata, California, EEUU, 1970); M.Sc. Biólogo (Humboldt State University, 1972). Consultora "Thomas Payne & Associates" , Arcata, CA, EEUU. 4678, Arcata, CA 95518 EEUU. 707 822-8478 trpa@northcoast.com

Citación De la Fuente

Hernández, Juan Manuel Diez, and Thomas R. Payne. "Actualizacion del Modelo RHABSIM 3.0 para estimacion de caudales ecologicos." *Ingeniería de Recursos Naturales* 3 (2005): 12+. *Informe Académico*. Web. 22 Sept. 2010.

Document URL

<http://find.galegroup.com/gtx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T002&>

prodId=IFME&docId=A227598788&source=gale&srcprod=IFME&userGroupName=univalle&version=1.0

Número de Documento:A227598788

- [Contact Us](#)
- [Copyright](#)
- [Terms of use](#)
- [Privacy policy](#)