



Title:Recuperacion de rios regulados: modelacion ecohidraulica de caudales ecologicos.(Reflexion)(Report)

Pub:*Ingeniería de Recursos Naturales*

Detail:Juan Manuel Díez Hernández. 4.(July 2005): p47(5). (2191 words)

Abstract:

La progresiva regulación de las creciente de las corrientes fluviales proporciona utilidades valiosas para la sociedad, pero provoca efectos notables en la integridad del ecosistema asociado. La gestión hídrica ambiental promovida en la Ley del Agua de Colombia debe fundamentarse en unos Caudales Ecológicos que salvaguarden el patrimonio hidrobiológico local. Este trabajo analiza los enfoques más utilizados para esta finalidad en el ámbito mundial y presenta pautas adaptadas a los ríos de Colombia.

PALABRAS CLAVES

Caudal Ambiental, IFIM, ecohidráulica.

Increasing regulation on river currents has given valuable and useful elements for societies but it has also had notable effects on the associated ecosystem. Water resources management promoted by the Water Regulation Law in Colombia has to be founded on ecological water flows to preserve local hydro-biological wealth. This paper is an analysis of the approaches used for this purpose in the world. It presents some guidelines adapted to Colombian rivers.

KEYWORDS

Environmental flow, IFIM, ecohydraulics.

Texto Completo:COPYRIGHT 2005 Universidad del Valle

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

1. INTRODUCCIÓN

Las corrientes fluviales están siendo reguladas de modo progresivo en el ámbito mundial con el objeto de abastecer las crecientes demandas hídricas ligadas al abastecimiento humano, la generación hidroeléctrica y las actividades agropecuarias e industriales. El esfuerzo dedicado al control del agua superficial se patentiza en el registro mundial de grandes presas (WCD, 2000), que totaliza más de 40000 obras y unas 50 en Colombia. Numerosos estudios identifican las perturbaciones que induce la alteración de los caudales naturales en la integridad ecosistémica de un río y su ribera asociada (Poff, 2004). La modificación de algún componente definitorio de un régimen de caudales (magnitud, frecuencia, duración, predictibilidad y tasa de variación) varía la distribución espacial y temporal del flujo, lo que provoca alteraciones en la estructura, la composición y el funcionamiento del ecosistema fluvial (Welker et al., 1995).

La Gestión Hídrica Ambiental desarrollada en las sociedades avanzadas aborda un enfoque integrador de las dos facetas de un río como reserva hídrica y ecológica, fundamentado en unos Regímenes de Caudales Ecológicos (RCE) que compatibilizan el aprovechamiento racional y eficiente del recurso hídrico con el mantenimiento de una integridad ecológica aceptable del ecosistema fluvial. Un RCE confiable salvaguarda el patrimonio hidrobiológico y sociocultural del medio fluvial de modo coherente con las necesidades de abastecimiento humano y suministro agropecuario e industrial, posibilitando el disfrute de valores fluviales

intrínsecos apreciados.

JPEGF

2. EL CAUDAL ECOLÓGICO EN COLOMBIA

El actual marco normativo colombiano relativo a la conservación de recursos hidrobiológicos ratifica la resolución internacional mayoritaria de incorporar los RCE en la elaboración de los Planes de Ordenamiento de cuencas y en las Evaluaciones Estratégicas Ambientales. El Proyecto de Ley del Agua (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006) define el "Caudal Ecológico" como: "Los caudales mínimos que deberán mantener las corrientes superficiales en sus diferentes tramos, a fin de garantizar la conservación de los recursos hidrobiológicos y los ecosistemas asociados" (Art. 21). Además, designa al IDEAM como el responsable de elaborar los lineamientos específicos para determinar los RCE.

Las primeras recomendaciones de este Instituto se presentan en la Resolución 0865 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004), que explica el procedimiento de cálculo del Índice de Escasez, incluyendo dos enfoques alternativos para obtener el caudal ecológico (Fig. 1). El primero se fundamenta en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2000) y computa el caudal medio diario promedio de 5 a 10 años, asociado a una duración igual o mayor del 97.5%. El segundo enfoque relaciona el caudal ecológico con un porcentaje en torno al 25% del caudal medio mensual multianual menor de la corriente. Pocos meses después, el IDEAM presenta un modelo conceptual del Índice de Escasez perfeccionado (IDEAM, 2004), que incorpora dos factores de nuevo en el cálculo de la oferta hídrica superficial: 1) el Factor de mantenimiento del régimen de estiaje (Re) y 2) el Factor de protección de fuentes frágiles (Rf).

El cómputo del factor "Re" de una corriente es directo, independiente y relativamente simple, como el valor porcentual del cociente entre el caudal diario con probabilidad teórica de excedencia del 97.5% y el caudal promedio. El método de cálculo del factor de protección de fuentes frágiles "Rf" para un tramo fluvial determinado está vinculado al dominio de análisis del Índice de Escasez y determinado por una función dependiente de las series de caudales ajenas. La mayor reducción para proteger fuentes frágiles con este esquema analítico parece obtenerse en aquellas corrientes cuyos respectivos caudales históricos generan: menores valores modales, mayores coeficientes de variación, asimetría negativa y larga persistencia en los valores mayores. De modo complementario, la vigente Ley Ambiental 99/ 1993 exige la emisión de una Licencia Ambiental para los proyectos de grandes obras hidráulicas (Título VIII), que sin duda deben incluir un RCE correcto. Adicionalmente, Colombia ha suscrito varios convenios internacionales que incluyen de forma más o menos explícita el compromiso de respetar unos RCE que salvaguarden el patrimonio fluvial: Conservación de la Diversidad Biológica (5/5/1992; ratificado en la Ley 165, 1994), RAMSAR relativo a las zonas húmedas (1971), Hombre y Biosfera de UNESCO (1971), AICAS referido a la avifauna, y Patrimonio Mundial Natural (1972).

[FIGURA 1 OMITIR]

3. METODOLOGÍAS PARA DETERMINAR "RCE"

Las propuestas iniciales para fijar RCE aparecen en EEUU en los años 60, dirigidas a la conservación de ictiofauna comercial y deportiva. La evolución progresiva del marco conceptual de un sistema fluvial propició unos enfoques metodológicos más amplios, que han incluido un número creciente de componentes ambientales en el desarrollo de las relaciones funcionales entre el caudal y el hábitat fluvial. Actualmente, más de 50 países utilizan unos 200 métodos para estimar caudales ecológicos (Statzer, 1997): los procedimientos preferidos se compendian en King et al. (1999) y Díez Henández (2005). Seguidamente, se exponen los enfoques principales, agrupados en tres tipologías básicas en orden de rigor conceptual, como Hidrológicos, Hidráulicos y Ecohidráulicos.

3.1 Métodos Hidrológicos

Estos procedimientos calculan el caudal ecológico mediante diversos análisis estadísticos de la serie de caudales naturales representativa, con diferente grado de complejidad operativa (medias móviles, caudales clasificados, etc). Los datos de entrada y los conocimientos precisados son simples, por lo que han sido aplicados para contextos reguladores de escasa controversia en tramos fluviales similares a los que fundamentaron sus desarrollos.

Algunas aproximaciones simplistas deducen el caudal ecológico como un porcentaje del caudal medio anual entre el 10% y el 60%, dependiendo de las características ecohidráulicas particulares. Varias legislaciones estipularon valores iniciales del 10% (Francia), 10%-20% (España), 30%-60% (Alemania), y 1%-10% (Irlanda), que posteriormente se revelaron adecuados tan sólo para sistemas de escaso valor ecológico. La relación entre los requerimientos de flujo del ecosistema y la temporalidad de los caudales se integra en unas técnicas perfeccionadas, que computan el caudal ecológico como un porcentaje variable (5%-20%) del percentil 90 de la curva de duración (Q90). Una de las más aplicadas satisfactoriamente en condiciones ambientales diversas de EEUU es la denominada "NGPRP" (Northern Great Plains Resource Program), que computa el caudal ecológico de cada mes como el Q90 de la curva de caudales medios diarios correspondiente, excepto en los meses más caudalosos que aplica el Q50 (NGPRP, 1974).

JPEGF

Sería interesante ensayar en algunos ríos de Colombia el método desarrollado en España del "Caudal Básico de Mantenimiento (QBM)" (Palau y Alcazar, 1996). En esencia, QBM es una interpretación biológica de las series hidrológicas naturales, analizadas en intervalos de caudales diarios mínimos con unas duraciones variables a las que el ecosistema fluvial se ha adaptado progresivamente. La informatización de QBM aplica la técnica de las "medias móviles" a la serie temporal de caudales medios diarios, con intervalos crecientes de datos consecutivos entre 1 y 100, para deducir un Caudal Básico capaz de conservar la funcionalidad ecosistémica (Figura 2). El RCE se conforma con los flujos medios mensuales denominados Caudales de Mantenimiento (QMi), cuya variabilidad coherente con la tendencia del régimen natural se calcula modificando el Caudal Básico (QB) con una relación atenuada entre el caudal medio de cada mes (Qi) y el caudal medio mensual menor (Qm) (Ec. 1):

$$Q[M.sub.i] = QB[\text{raíz cuadrada de } [Q.sub.i]/Q_m] \quad (1)$$

[FIGURA 2 OMITIR]

La aplicabilidad de este enfoque ecohidrológico valioso se restringe a tramos con suficientes aforos históricos (>10 años) y se ve afectada por el indeterminismo característico de los modelos carentes de una validación local sólida.

3.2 Métodos Hidráulicos

Estos enfoques interpretan la variación de alguna variable hidráulica con el caudal en secciones transversales representativas de áreas críticas por su relevancia o sensibilidad biogénica. El más acreditado del "Perímetro Mojado" (Nelson, 1980) desarrolla la relación entre esta variable y el caudal, presuponiendo que la integridad de un hábitat fluvial está determinada por el área mojada del biotopo. El cambio de pendiente marcado en la curva manifiesta el caudal ecológico, que asegura la habitabilidad en todos los ambientes del tramo.

3.3 Métodos Ecohidráulicos

Las metodologías ecohidráulicas integran la mejor práctica para determinar el RCE en la actualidad y se juzga importante investigar su capacidad para modelar los ríos de Colombia.

En esencia, evalúan la cantidad e idoneidad del hábitat acuático utilizable para una especie o biocenosis, generado bajo diferentes escenarios hidráulicos, hidrológicos y biológicos configurables. La más acreditada y comprensiva es la denominada "IFIM" (Instream Flow Incremental Methodology), desarrollada por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EEUU (Bovee y Milhous, 1978) como un sistema estándar de gestión hídrica ecosistémica.

IFIM combina varios enfoques ecohidrológicos y ecohidráulicos avanzados con la finalidad de evaluar a escala temporal y espacial los efectos provocados por cambios incrementales de caudal en el hábitat físico utilizable, la estructura del cauce, la calidad del agua y la temperatura.

El protocolo de caracterización fluvial de IFIM comienza con el inventario de las diferentes unidades morfodinámicas identificables en el tramo (p.ej. rápidos, tablas, remansos). Para calibrar el modelo hidráulico, se necesita registrar el sustrato y medir los campos de velocidades y profundidades ligados a varios caudales convenientes. Con esta información de partida, IFIM incorpora esquemas de solución para flujos permanentes o transitorios, con régimen uniforme o variado.

JPEGF

Los procesos biológicos se integran mediante las denominadas "curvas de preferencia", funciones cuantificadoras de las idoneidades del hábitat para un organismo ligadas a las variables anteriores. La modelación del hábitat fluvial combina adecuadamente el microentorno hidráulico simulado a escala espacial y temporal con las curvas de preferencia de los organismos objetivo, para crear los campos de calidad del microhábitat dentro del dominio fluvial.

El resultado de un análisis clásico unidimensional (1D) divide el cauce en celdas rectangulares cuyas dimensiones dependen de los espaciamentos entre secciones transversales y entre estacionamientos topográficos (Figura 3). Mediante este enfoque 1D se determinan satisfactoriamente los RCE confiables para estudios ordinarios de precisión estándar.

[FIGURA 3 OMITIR]

La informatización agradable de los modelos hidráulicos multidimensionales mejoró la resolución espacial y la flexibilidad analítica de IFIM.

El enfoque bidimensional (2D) más aplicado en IFIM discretiza el dominio en una malla geométrica de elementos finitos en los que se calcula la profundidad y la velocidad media resolviendo un sistema de ecuaciones algebras en un esquema numérico hidrodinámico promediado en profundidad de tipo implícito.

4. CONCLUSIONES

Una gestión hídrica verdaderamente ambiental y racional debe fundamentarse en unos Regímenes de Caudales Ecológicos confiables, determinados mediante procedimientos aceptados científicamente en condiciones ecohidrológicas análogas. Las recomendaciones que se concreten en la Ley del Agua para esta finalidad deberán rehuir de concepciones simplistas del sistema fluvial ligadas a enfoques hidrológicos superados. La metodología IFIM es una herramienta adecuada para estipular los Caudales Ecológicos en ríos de Colombia, con diferentes niveles de aproximación y detalle. Además, es factible diseñar un protocolo IFIM particularizado para las condiciones locales, que optimice el balance entre la exactitud y el costo de un estudio consistente de caudales ecológicos.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es posible gracias al apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI),

median te una beca de investigación postdoctoral dentro del programa MAE-AECI 2005.

* Recibido : Marzo 2006

* Aceptado: Junio 2006

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bovee, K. y Milhous, R.(1978). Hydraulic Simulation in Instream Flow Studies. Instream Flow Paper No.5, US Fish & Wildlife Service, FWS/OBS-78/33.

Cedex (1988). Programa "Visual Qbase 2.0.9". Cedex, Área de Ingeniería Ambiental, Madrid, España.

Blackburn, J. y Steffler, P.(2002). River2D. Disponible: www.river2d.ualberta.ca/download.htm.

Díez Hernández, J.(2005). Análisis Comparativo de los Métodos de Simulación Hidráulica en PHABSIM. ProQuest-Information and Learning, España.

Ideam.(2000). Estudio Nacional del Agua. Bogotá.

JPEGF

Ideam.(2004). Metodología para el cálculo del Índice de Escasez. Proyecto SIMA, Lima, Perú.

King, J., Tharme, R. y Brown, C.(1999). Definition of Instream Flows. WORD Com. of Dams. Cape Town.

Ministerio de Ambiente de Colombia(2006). Proyecto de Ley del Agua (borrador).

Ministerio de Ambiente (2004). Resolución 0865-2004. Diario of. No 45630 de Agosto 4-2004.

Nelson, F.(1980). Evaluation of Instream Flow Methods Applied to Four Rivers in Montana. Montana Dept. Fish Wildlife and Parks Report (14-16-006-78-046).

Ngprp.(1974). Instream Needs Subgroup: Workgroup C. USFWS, Washington DC.

Palau, A. y Alcázar, J.(1996). The basic flow. Pp: (Vol.A) 547-558: Proc. 2nd International Symposium on Habitat Hydraulics. INRS-Eau. Quebec, Canadá.

Payne, T. y Díez Hernandez, J.(2004). Rhabsim Spanish Version. Proc. V International Symposium on Ecohydraulics. 12-17/09/2004, Madrid, España.

Poff, N.(2004). Natural flow regime as a paradigm for river restoration. Proc. V International Symposium on Ecohydraulics. 12-17/09/2004, Madrid, España.

Statzner, B.(1997). Environmental Management on System Responses. Freshwater Biol., 37, 463-472.

AUTOR

Juan Manuel Díez Hernández, Ph.D. Forestal, Profesor Universidad de Valladolid. ETS. Ing. Agrarias, Palencia, España. jmdiez@iaf.uva.es

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

E.T.S. Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid.Palencia, España. jmdiez@iaf.uva.es

Citación De la Fuente

Díez Hernández, Juan Manuel. "Recuperacion de rios regulados: modelacion ecohidraulica de caudales ecologicos." *Ingeniería de Recursos Naturales* 4 (2005): 47+. *Informe Académico*. Web. 23 Sept. 2010.

Document URL

http://find.galegroup.com/gtx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T002&prodId=IFME&docId=A227598802&source=gale&srcprod=IFME&userGroupName=univalle&version=1.0

Número de Documento:A227598802

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