

PLANIFICACION INTEGRAL DE CUENCAS USANDO ANALISIS MULTIOBJETIVO

(proyecto en desarrollo)

Germán Poveda

Ricardo A. Smith

Postgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos
Universidad Nacional de Colombia, Medellín

INTRODUCCION

El manejo adecuado de las cuencas del país es y debe ser una prioridad nacional. Es necesario que el aprovechamiento de los recursos naturales se haga de una forma racional y ello depende en gran parte de la gestión del desarrollo que se haga en las cuencas hidrográficas.

En una cuenca hidrográfica pueden existir al mismo tiempo muchos usos competitivos por el espacio disponible, tales como: económicos (actividades productivas), sociales (necesidad de vivienda, empleo, etc.), y ambientales (conservación del ambiente, evitar erosión, etc.). Todos estos usos son de gran importancia, y el planificador debe decidir o sugerir la ocupación y las actividades por desarrollar en la cuenca, de tal manera que esos usos sean satisfechos en alguna medida, es decir, debe hacerse una planificación integral de la cuenca usando herramientas adecuadas para ese efecto.

Desafortunadamente en Colombia la planificación de las cuencas hidrográficas no se hace de una manera integral, e igualmente no se dispone de herramientas que permitan ese tipo de planificación. En muchas ocasiones la planificación de cuencas se hace bajo la óptica del especialista que la propone: si es un economista ignorará en gran medida los efectos ambientales y sociales de las medidas tomadas, y si es un conservacionista las medidas propuestas tenderán a limitar cualquier medida productiva en la cuenca. La comunidad directamente afectada por las acciones que se emprenden dentro de una cuenca casi nunca es tenida en cuenta como gestora de ese proceso de planificación.

Además, las entidades que ejecutan labores de planificación de cuencas no sólo no disponen de

una herramienta de planificación que incluya todos los aspectos económicos, sociales y ambientales, sino que en muchas ocasiones tampoco se dispone de herramientas que midan el verdadero efecto asociado a la medida propuesta. En muchas ocasiones se proponen medidas para el control de la erosión en una cuenca y no existe una herramienta confiable que permita establecer si la medida propuesta realmente logra el control deseado y si hay otras medidas que podrían hacer un trabajo similar desde este punto de vista, permitiendo un mejor desarrollo de otras actividades. En algunos casos es posible que medidas de manejo más desarrollistas tengan un efecto ambiental similar a las medidas más conservacionistas.

Para la planificación integral de cuencas se hace entonces necesario el uso de herramientas que permitan la cuantificación de los efectos de las diversas alternativas de manejo de una cuenca hidrográfica, y herramientas que permitan analizar esas alternativas teniendo en cuenta objetivos económicos, ambientales y sociales al mismo tiempo. El desarrollo y propuesta de estas herramientas y su aplicación a una cuenca hidrográfica constituyen el objetivo básico de este trabajo.

Con respecto a las herramientas que permiten cuantificar los efectos de las alternativas de manejo sobre el medio físico, se está investigando el uso de modelos de erosión - sedimentación, con el objeto de cuantificar la erosión correspondiente.

Igualmente se investigarán y propondrán diversos indicadores económicos, sociales y ambientales que cuantifiquen el efecto de las medidas de manejo de manera integral.

Con respecto a la herramienta de planificación

integral de cuencas para seleccionar la alternativa de manejo más adecuada se propone como herramienta el uso de los métodos de análisis multiobjetivo considerando objetivos económicos, sociales y ambientales, en forma simultánea. En este caso se están estudiando todas las técnicas de análisis multiobjetivo y se propondrán algunas de ellas para la aplicación buscada.

HIPOTESIS O PROBLEMAS POR EXAMINAR.

Los principales problemas que están siendo tema de investigación son:

1. Las decisiones de selección de alternativas de manejo de una cuenca hidrográfica se toman en general usando métodos muy empíricos y basándose en gran medida en la experiencia del analista. Esto puede llevar a situaciones en donde, dependiendo del analista consultado, se propongan planes de manejo completamente diferentes, sin que exista una forma metodológica que permita escoger finalmente uno de esos planes. Pudiera entonces ocurrir que si el analista es muy conservacionista trate de proponer alternativas de manejo que limitan grandemente cualquier actividad productiva en la cuenca, y si el analista es un desarrollista propondrá alternativas de manejo que incrementarán la actividad productiva cumpliendo con los mínimos requisitos ambientales en el mejor de los casos.

Debiera entonces investigarse una metodología que permita determinar, entre todas las alternativas propuestas, cuál es la más adecuada, a la luz de criterios económicos, sociales, y ambientales. La necesidad del uso de múltiples criterios se debe a la necesidad de considerar la relación del hombre con su habitat y sus actividades de supervivencia, en cualquier decisión que tome.

Este problema metodológico ha sido investigado en otros países dentro del área del análisis de sistemas (investigación de operaciones) llamada Análisis Multi-objetivo, y lo que se propone es investigar lo que se ha hecho, desarrollar una metodología adecuada a nuestro medio, y sistematizar todo el proceso de toma de decisiones en la planificación integral de cuencas.

2. La selección de un plan alternativo de manejo

para una cuenca se hace normalmente utilizando un solo criterio que en general es de tipo económico. La metodología propuesta en el numeral anterior pretende tomar esa decisión tomando en cuenta criterios económicos, sociales, y ambientales. Se hace entonces necesario investigar, desarrollar y proponer diversos indicadores o atributos que representen esos criterios y que estén disponibles en nuestro medio o cuya consecución sea posible. Estos indicadores, atributos o criterios representan una evaluación o representación de los objetivos sociales, económicos y ambientales con los cuales se quiere tomar la decisión. Los indicadores, atributos o criterios propuestos, no necesariamente tienen que ser cuantitativos, y pudieran expresarse algunos de ellos de manera cualitativa. Esta característica final facilita el análisis y obvia el grave problema de estar cuantificado lo que no es cuantificable, lo cual ocurre con frecuencia en el caso de los objetivos sociales y ambientales.

3. Uno de los criterios ambientales más utilizados para la toma de decisiones en manejo de cuencas es el deterioro de la cuenca, cuantificado por su erosión o producción de sedimentos. Aunque este es uno de los muchos criterios ambientales que podrían considerarse en la toma de decisiones, pareciera ser uno de los criterios más importantes para considerar, y de hecho así aparece en la literatura. A pesar de esa importancia, el efecto de las diversas medidas de manejo sobre la capacidad de erodar o deteriorar el medio físico se mide en general de una manera muy simple, usando en los casos más sofisticados la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo. Estas herramientas tan simples y generales no dan una real cuantificación del cambio en la erosión o producción de sedimentos de acuerdo con los diversos manejos que se propongan. Se propone entonces, la investigación, desarrollo y uso de un modelo matemático de simulación que represente el flujo de agua y sedimento de la cuenca, y que sea capaz de mostrar esos cambios.

La variable producción de sedimento es una de las variables por considerar como criterio evaluativo del objetivo ambiental. Se considera una variable de primera importancia, propuesta por muchos investigadores, y dadas las dificultades de evaluación, se propone el desarrollo de un modelo de simulación que permita su cuantificación.

METODOLOGIA.

La metodología propuesta está basada en el desarrollo de las siguientes actividades:

1. Revisión crítica de literatura: Ya se ha efectuado una revisión crítica exhaustiva de las metodologías propuestas tanto para análisis multiobjetivo como para producción y transporte de sedimentos en cuencas. Esta será la base para el desarrollo metodológico posterior.

2. Selección de las cuencas y recopilación de información: En esta actividad se analizará con las instituciones interesadas la información disponible y la necesaria. Con base en esta información se procederá a escoger las cuencas en donde se recopilará la información requerida en los aspectos económicos, sociales y ambientales, y se aplicará la metodología desarrollada. Ya se han definido dos casos para la aplicación de los resultados de la investigación: la cuenca del río Desbaratado en la jurisdicción de la C. V. C., en el Valle del Cauca y la cuenca de la quebrada Santa Bárbara en la jurisdicción de las Empresas Públicas de Medellín, en Antioquia.

3. Desarrollo teórico del modelo lluvia-escorrentía con una componente en producción de sedimento: Se propondrá el uso de un modelo lluvia - escorrentía que incluya los aspectos de erosión, producción y transporte de sedimentos. El modelo propuesto dependerá de los modelos disponibles y de la información que se puede conseguir en el medio.

4. Sistematización del modelo lluvia-escorrentía: se procederá a la sistematización del modelo finalmente desarrollado, con su manual de usuario y con facilidades para su uso.

5. Aplicación del modelo lluvia-escorrentía: Se aplicará el modelo desarrollado y sistematizado a las cuencas escogidas, con el objeto determinar los cambios en la producción de sedimentos en la cuenca correspondientes a cada alternativa de manejo propuesta.

6. Análisis y desarrollo de criterios sociales: Se analizarán y propondrán criterios que cuantifiquen los objetivos sociales propuestos.

7. Análisis y desarrollo de criterios económicos:

Se propondrán criterios económicos que representen los objetivos económicos seleccionados. En este caso se puede requerir la evaluación de las alternativas de manejo propuestas y determinar otras características económicas de las mismas.

8. Análisis y desarrollo de criterios ambientales: Estos criterios serán desarrollados con base en la información ambiental disponible y con la resultante de la aplicación a la cuenca del modelo lluvia - escorrentía y para las diversas alternativas de manejo.

9. Desarrollo teórico del modelo de análisis multiobjetivo: Se desarrollará un modelo basado en el análisis crítico de las metodologías existentes y tratando de agrupar las mejores características de los métodos disponibles para la aplicación específica en la selección de alternativas de manejo de las cuencas.

10. Sistematización del modelo de análisis multiobjetivo: Se sistematizará el modelo propuesto de análisis multiobjetivo con su respectivo manual de usuario, permitiendo su fácil aplicación. Se tratará de desarrollar un sistema de soporte de decisiones.

11. Aplicación del modelo de análisis multiobjetivo: Se aplicará el modelo de análisis multiobjetivo desarrollando y sistematizado a las cuencas seleccionadas, para escoger las alternativas de manejo más adecuadas teniendo en cuenta los criterios económicos, sociales y ambientales propuestos. Se hará un análisis de sensibilidad riguroso tratando de encontrar soluciones robustas.

12. Definición de la estructura de preferencias: Interactuando con las instituciones interesadas se tratará de definir la estructura de preferencias con respecto a los objetivos propuestos, de tal manera que se pueda llegar a una selección final de la alternativa de manejo más adecuada.

13. Propuesta metodológica final: Se presentará la propuesta metodológica final que permita la planificación integral de cuencas teniendo en cuenta criterios económicos, sociales y ambientales al mismo tiempo.