

## Experiencias en Manejo de Cuencas para generación hidroeléctrica en Panamá

José F. Victoria<sup>1</sup>

El manejo de una cuenca hidrográfica para generación hidroeléctrica tiene sus diferencias con respecto al sistema convencional. En América Central, las cuencas que se utilizan para estos fines cuentan con reservorios o embalses. Sin embargo, por su diseño, son muy sensibles a los sedimentos y sin un manejo adecuado, su vida útil puede disminuir drásticamente. Otro factor que afecta el manejo de este tipo de cuencas son las múltiples instituciones que trabajan en ellas, porque tienen diversos enfoques sobre el manejo, su trabajo a veces es errático y la alta rotación del personal dificulta la continuidad de las actividades planificadas.

Esta noticia describe algunas experiencias en investigación y desarrollo de cuencas generadas por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) de Panamá, con el objetivo de convertirlas en un insumo que facilite y/o mejore el manejo de cuencas en la región.

El IRHE ha estado manejando cuencas hidrográficas desde 1979. Actualmente maneja las cuencas para generación hidroeléctrica de Bayano (cuenca del río Bayano), La Yeguada (cuenca del río San Juan), Fortuna (cuenca Alta del río Chiriquí), Dolega (cuenca del río Cochea), Macho de Monte (cuenca del río Macho de Monte), La Estrella y Los Valles (cuencas de los ríos Caldera y Los Valles) y Estí (cuenca del río Estí).

Las experiencias descritas en este trabajo se orientan hacia el análisis de tres aspectos básicos: 1) calidad del agua, 2) cantidad de agua y 3) pérdidas de suelo. En el artículo se mencionan algunos problemas específicos y cómo han sido manejados por el IRHE,

teniendo siempre en mente el objetivo de garantizar un período de funcionamiento óptimo para la cuenca hidroeléctrica.

### • Calidad del agua

La calidad del agua afecta las turbinas de las plantas hidroeléctricas. El agua no debe tener elementos químicos ni orgánicos disueltos o mezclados en cantidades o concentraciones perjudiciales, pues estos deterioran las partes mecánicas de las turbinas. Por ejemplo, en el Proyecto Hidroeléctrico de Bayano, que inició operaciones en 1976, no se eliminó completamente la vegetación de la base del embalse, que cubre 35.000 ha. Como consecuencia de la inundación de bosque en pie, hubo un proceso de eutrofización acelerado y una explosión de malezas acuáticas; la vida útil de las piezas mecánicas disminuyó por la corrosión de las turbinas y se debió implementar un programa de control.

En la Hidroeléctrica Los Valles, en 1992, las turbinas empezaron a recalentarse porque los filtros de enfriamiento estaban obstruidos por masas de algas. El problema se solucionó ese mismo año, con la introducción de carpas comunes (*Cyprinus carpio*) en el reservorio, de acuerdo con las recomendaciones de la Estación Acuicola del MIDA.

El agua también debe estar libre de elementos físicos tales como latas, madera, botellas plásticas, etc. Por ejemplo, en Boquete, con frecuencia deben hacerse trabajos adicionales de limpieza en el reservorio La Estrella para eliminar las basuras flotantes, que son arrojadas al río Caldera por los moradores de la cuenca. Con el apoyo de las autoridades y los programas de educación se han desarrollado algunas campañas de educación ambiental en las comunidades locales y la situación ha mejorado un poco.

### • Cantidad de agua

Se deben asegurar volúmenes adecuados de agua, sobre todo en plantas hidroeléctricas con reservorios muy pequeños. En la Hidroeléctrica La Estrella, que comenzó a trabajar en 1979, durante la época de verano el volumen de agua era muy bajo y la capacidad de generación disminuía. Se hizo un manejo de la cuenca con los siguientes objetivos: 1) Aumentar la cobertura boscosa mediante la incorporación de sistemas agroforestales:

barreras vivas, rompevientos y uso de árboles de sombra y en fajas en las plantaciones. Las especies utilizadas fueron: pino (*Pinus* spp.) y Corpachí (*Croton nideus*). 2) Incorporar el manejo de las aguas de escorrentía a través de acequias de laderas.

Para aumentar la cobertura boscosa se estableció un vivero con una capacidad de 200 000 plantas durante los primeros años (1981-1985) y de 50 000 actualmente (1998). La madera producida ha tenido buena aceptación por parte de los agricultores, que la utilizan para el embalaje de hortalizas y en construcciones rurales. Esta medida fue muy exitosa, pues disminuyó la presión extractiva sobre el bosque nativo en la cuenca del río Caldera y aumentó la cobertura boscosa.

Los estudios realizados por Aguilar entre 1991 y 1992 en el Proyecto Hidroeléctrico de Fortuna encontraron que la interceptación horizontal y vertical de las lluvias era un determinante para regular la cantidad de agua de toda la cuenca (Aguilar, 1996). Se demostró que por interceptación vertical se pierde entre el 7 y el 11% de la lluvia que ingresa al dosel y que los aportes netos por efectos de la interceptación horizontal pueden ser de hasta 32 mm/año, cantidades muy importantes tanto para las actividades agrícolas como para el nivel de los embalses.

Desde que el Proyecto Hidroeléctrico La Yeguada entró en operación, en 1968, se llevó a cabo un plan de reforestación y protección de la cuenca del río San Juan en colaboración con el antigua INRENARE ahora Autoridad Nacional del Ambiente. Se reforestó el 40% de la cuenca, con lo que la cantidad de

agua de los embalses es satisfactoria, lo que incide favorablemente en el estado actual de los mismos.

Otro caso importante es el Proyecto Hidroeléctrico Los Valles, que empezó a operar en 1979. Los estudios preliminares para la construcción de esta represa no contemplaron los aspectos de manejo de cuencas. La ausencia de manejo y la colonización de la cuenca del río Los Valles produjeron un desbalance hidrológico, cuyos mayores efectos se observaron en 1986. Ese año un aumento progresivo de los picos de escorrentía fue socavando y ampliando el cauce, hasta que encontró una zona geológicamente débil, con poca cohesión y provocó un deslizamiento de grandes magnitudes (medio millón de m<sup>3</sup>). El deslizamiento represó el río y provocó un alud de rocas enormes, que rodaron por efecto del empuje de la cabeza de agua al ceder la represa, amenazando la seguridad misma de la planta. En este momento, después de dos años de trabajo en la estabilización del deslizamiento, el área se encuentra bastante estable. Los trabajos consistieron básicamente en instalar drenajes de corona, la construcción de pantallas retenedoras de sedimentos y el establecimiento de pastos de crecimiento estolonífero.

#### • Pérdida de suelo

Las pérdidas de suelo son uno de los aspectos más preocupantes en el manejo de cuencas hidroeléctricas; cuanto menores sean las pérdidas, mayor será la vida útil de la cuenca. En Panamá, en la mayoría de las cuencas hay actividad agrícola con diferentes formas de uso del suelo, que ocasionan diferentes grados de erosión (Cuadro 1).

Cuadro 1. Erosión del suelo en parcelas de escorrentía bajo diferentes actividades, usos y relieve en Boquete, Panamá.

Actividades, cultivos y usos del suelo	1980		1992	
	Erosión t/ha	Profundidad del suelo erosionado (m)	Erosión t/ha	Profundidad del suelo erosionado (m)
en contorno	80	1.2	55	0.8
a favor de la pendiente	122	1.8	80	1.2
pasto	0.01	0.001	55	0.5
café	0.3	0.06	77	1.1
suelo desnudo	233	3.4	183	2.7

Fuente: Misión Francesa; Aguilar, N 1996

Con base en estudios hechos en 1980 se realizaron otras investigaciones tendientes a evaluar diferentes cultivos y usos de la tierra. El segundo grupo de investigaciones, realizadas por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de

Panamá, probó la efectividad de las medidas en el control de la erosión, que bajó de 42 t/ha/año a 11 t/ha/año; estos son niveles muy buenos cuando se siembran cultivos hortícolas (Cuadro 2)

Cuadro 2 Erosión (t/ha/año) para tres cultivos hortícolas en suelo desnudo y con barbecho, en la región de Camiseta-Boquete, 1991-1992

cultivo	suelo desnudo	Siembra a favor de la pendiente		siembra en contorno		100% cobertura de barbecho
		sin acequias	con acequias	sin acequias	con acequias	
tomate	64.1	23.5	2.66	2.70	nd	0.14
cebolla	5.5	0.01	0.00	0.00	nd	0.00
<b>total</b>	<b>70</b>	<b>23.5</b>	<b>2.66</b>	<b>2.70</b>	<b>nd</b>	<b>0.14</b>
papa	33	5.06	3.95	0.92	0.52	0.00
cebolla	51	37.0	32.0	10.0	12.6	0.00
<b>total</b>	<b>84</b>	<b>42.0</b>	<b>35.9</b>	<b>10.9</b>	<b>13.1</b>	<b>0.00</b>

nd= no disponible

El IRHE busca conciliar los aspectos de generación hidroeléctrica (que implican suplir la demanda que requiere el desarrollo del país) con la producción agrícola y la conservación, para que las cuencas hidrográficas sigan siendo productivas y sean un legado para las generaciones futuras. Por estas razones ha adoptado el siguiente concepto de manejo de cuencas: "Un sistema de evaluación que determina la eficiencia de los programas de manejo de las cuencas, permitiendo hacer inferencias sobre el comportamiento actual y/o futuro de técnicas de manejo; tanto en aspectos de generación hidroeléctrica, como en sus componentes mecánicos" (Victoria, 1990).

**BIBLIOGRAFÍA**

AGUILAR, N 1996 Estudio de intercepción de la lluvia en un bosque nublado en Hornitos, Chiriquí Reserva Forestal Fortuna s n t

OSTER, R 1982 Erosión en las tierras altas de Chiriquí s n t



Las acequias de ladera son una de las herramientas utilizadas para el control de la erosión en cuencas para la producción hidroeléctrica en Panamá (Foto I. Victoria)