



Académica, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (maria.alvarez.jimenez@una.ac.cr)



Académica, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (ligia.solis.torres@una.ac.cr)



Académico, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (pablo.ramirez.granados@una.ac.cr)

Aspectos técnicos importantes en la gestión de cuencas hidrográficas

María Álvarez Jiménez
Ligia Dina Solís Torres
Pablo Ramírez Granados



La gestión de cuencas hidrográficas se realiza en diferentes escalas (regional, nacional o local) con la finalidad de mejorar las condiciones de los recursos naturales, aplicando un conjunto de técnicas para analizar, proteger, rehabilitar, y conservar dichos recursos (Souza *et al.*, 2012). El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA, 2017) también plantea que la gestión busca reforzar capacidades de gobernabilidad en territorios delimitados naturalmente, dirigido a implementar acciones (planes y programas) para la búsqueda de mecanismos financieros para el aprovechamiento y protección de los recursos naturales de la cuenca.

Igualmente, dentro de la estructura de los planes de manejo en cuencas, la identificación de problemáticas es uno de los primeros pasos para conocer el estado actual que permita posteriormente proponer soluciones. En este proceso se contemplan herramientas o aspectos tecnológicos plasmadas dentro de una determinada estrategia de trabajo —sea ésta— plan de manejo, de acción, programa o proyecto. Dichas herramientas son necesarias y requieren de conocimiento técnico y de personal capacitado aplicables al



Figura 1. Capacitación a personal de ASADAs en Cartago para realizar pruebas de infiltración en cobertura forestal. Fotografía: María Álvarez.

manejo de cuencas; por tanto, al trabajar con este enfoque, se deben tener sólidas bases ecológicas, técnicas y socioeconómicas (Carrie, 2004).

Además de aspectos técnicos, se suma la gestión compartida con las comunidades. De acuerdo con Carrie (2004), es importante visualizar la capacitación técnica como un incentivo que pueden recibir las personas beneficiarias de la cuenca (**Figura 1**).

En la gestión de cuencas intervienen múltiples disciplinas (p.ej., hidrología, geografía, biología, química, ingeniería forestal, agronomía, planificación), que cumplen funciones indispensables y requieren el uso de tecnologías de software, hardware, dispositivos para evaluar el estado de un cuerpo superficial, subterráneo, áreas degradadas, estudio de avenidas, planificación territorial, uso del suelo, por mencionar algunos (**Figura 2**). Por tanto, la información generada por medio de estas herramientas aplicadas, son utilizadas para contribuir a la solución de problemáticas en diferentes zonas

de intervención como laderas, valles, cauces, riberas, entre otros (Carrie, 2004).

Los instrumentos modernos como modelización en cuencas y los sistemas de información geográfica (SIG) juegan un rol importante para futuros manejo en cuencas. Estos permiten resolver diferentes problemáticas como: cambio de uso del suelo, contaminación de aguas, invasión zonas de protección. Muchos instrumentos disponen de una gran cantidad de sistemas comerciales en el mercado (Morad y Pérez, 2001), y en los últimos años se han estado utilizando diferentes programas gratuitos y versátiles que permiten su uso a una población más amplia, para realizar análisis de morfometría, modelado, priorización de zonas.

Dentro de las aplicaciones que brindan los SIG, se encuentra la delimitación de las cuencas y la estimación de la cantidad total de agua que podría drenar un área (Steube y Johnston, 1990; citado por Morad y Pérez, 2001), que posteriormente pueden ser plasmarlas en un plan de manejo. Cuando un usuario de SIG estudia la cuenca, reconocer que los conceptos de la geodesia son fundamentales (Olaya, 2011). A partir de datos de campo confiables, estas herramientas técnicas permiten diseñar análisis de rehabilitación, elaboración de diagnósticos, evaluación de impactos a largo plazo, generar información biofísica y socioeconómica, de manera que los aspectos se expresan en mapas con una interpretación cualitativa y cuantitativa sobre el manejo de los recursos (Carrie, 2004).



Figura 2. Uso de equipo (caudalímetro) para medir la velocidad del caudal. Fotografía: María Álvarez.

También en el campo de la modelación hidrológica existen variedad de aplicaciones técnicas utilizadas en las cuencas. Rojas (2009) señala que un modelo representa los procesos hidrológicos que ocurren en una cuenca desde la caída de la lluvia, su transformación en escorrentía y su pasaje por el punto de medición. López *et al.* (2010) también destaca la utilidad de contar con modelos que reproduzcan el comportamiento de las cuencas hidrográficas ante la ocurrencia de lluvias intensas que provocan

inundaciones y contribuye a predecir las afectaciones en el sector socioeconómico.

Otro campo de acción en la gestión de cuencas es el uso de tecnologías orientada al racionamiento del agua potable, actividades productivas y comerciales. Por ejemplo, el AyA (2017) refiere a la importancia en proporcionar recursos financieros para apoyar la capacitación y la transferencia de tecnología en países en vías de desarrollo, y poder suministrar servicios seguros de agua y saneamiento.

Paralelamente en la gestión de cuencas se determinan indicadores, y uno de ellos es el análisis de la calidad del agua. En él se contemplan aspectos técnicos al evaluar los cuerpos de agua superficial, debido a que son los más afectados por el efecto antropogénico. Por ejemplo, en el Cuadro 1 se señalan 5 clases, las cuales —debido a la afectación al ser humano— se han dividido según el uso de los cuerpos de agua superficial. Los clasificados como 1 pueden fácilmente ser utilizados para consumo humano, pero no deberán ser navegables.

Cuadro 1. Clasificación de cuerpos de agua superficial

Uso	Clase				
	1	2	3	4	5
Consumo humano	Con tratamiento simple con desinfección	Con tratamiento convencional	Con tratamiento avanzado	No utilizable	No utilizable
Acuicultura	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Navegación	No utilizable	No utilizable	Utilizable	Utilizable	Utilizable
Riego	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable

Fuente: Adaptación del Decreto N° 33903-MINAE-S

Dicha clasificación surge de la evaluación de diversos parámetros químicos asociados a contaminantes que inciden en este uso que se le quiere dar. Así mismo en el **Cuadro 2** se indican algunos de esos parámetros a evaluar, con el nivel que debe tener. Una vez evaluado con base en los parámetros, se verifica □según la clasificación— el uso apropiado que éste pueda tener. La cantidad de parámetros a evaluar depende del uso que se vaya a dar debiendo tenerse especial rigurosidad

si se va a utilizar para consumo humano. El nivel de pH determina la acidez o alcalinidad de una disolución; la turbiedad es un indicativo de la presencia de partículas (sólidos o microorganismos) en suspensión; la demanda química de oxígeno (DQO) se refiere a la necesidad de oxígeno que se requiere para depurar el agua de forma química; y la demanda biológica de oxígeno permite conocer ese detalle para una degradación natural (**Figura 3**).

Cuadro 2. Parámetros de calidad de cuerpos de agua superficial

Uso	Clase				
	1	2	3	4	5
pH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.0 – 9.0	5.5 – 5.5	5.5 – 5.5
Turbiedad (NTU)	> 25	25–100	100 – 300	> 300	> 300
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	< 20	20 a 1 000	1 000 a 2 000	2 000 a 5 000	> 5 000
DQO (mg/L)	<20	20 a <25	25 a <50	50 a 100	> 100
DBO (mg/L)	≤ 3	3.1 – 6.0	6.1 – 9.0	9.1 – 15	> 15
Porcentaje de saturación de oxígeno (%)	91 – 100	71 – 90	51 – 70	31 – 50	≤ 30
Sólidos disueltos (mg/L)	< 250	250 a 500	500 a 1 000	> 1 000	> 1 000
Nitratos, NO ₃ (mg N/ L)	< 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	> 20
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	< 0.50	0.50 – 1.0	1.1 – 2.0	2.1 – 5.0	> 5.0

Fuente: Adaptación del Decreto N° 33903-MINAE-S

Así, el agua para consumo humano debe tener resultados bajos, con una turbiedad menor a 25 NTU y un DQO menor a 25 mg/L. Pero el agua para actividades como navegación, tiene un componente intrínseco asociado a la contaminación, ya sea por el combustible o por la misma embarcación; esas aguas tienen turbiedades superiores a 300 NTU y DQO superiores a 100 mg/L.

Algunos de estos parámetros pueden monitorearse con equipos sencillos de campo que permiten mejor comprender el cuerpo de agua con el que se está trabajando y así monitorear el desempeño de las gestiones de manejo. El pH, la turbiedad y el porcentaje de saturación de oxígeno son algunos de esos parámetros. En el mercado existen equipos sencillos, no muy costosos que permiten desarrollar



Figura 3. Capacitación a personal de ASADAs en la provincia de Cartago para evaluar la calidad del agua en la subcuenca del río Birrís. Fotografía: María Álvarez.

esas mediciones. Ahora bien, para establecer una conclusión respecto de la clasificación de los cuerpos de agua, deben medirse los parámetros en laboratorios químicos guardando procedimientos de muestreo y análisis rigurosos.

Finalmente, para asegurar una buena gestión en las cuencas hidrográficas, es necesario el uso y aplicación de herramientas técnicas —tales como las mencionadas— para identificar posibles afectaciones. De acuerdo con [Carrie \(2004\)](#), también es conveniente promover mecanismos de apoyo institucional, con la población, personas usuarias y productoras, para lograr una eficiente adopción de las técnicas de manejo de cuencas y así asegurar la sostenibilidad de la cuenca.

En este sentido, el uso de las geotecnologías asegura la implementación de un banco de datos, la compilación y el almacenamiento de la información, la

manipulación, el procesamiento, la cartografía, la cuantificación de las áreas y el análisis de los resultados, todos estos elementos base para la conservación de cuencas ([Moreira et al., 2020](#)).

Referencias

- AyA. (2017). Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica, 2017-2030. San José. Costa Rica.
- Carrie, J. (2004). Manual de manejo de cuencas. Editorial World Vision, El Salvador.
- Decreto No. 33903-MINAE-S. Diario Oficial La Gaceta No. 178 (17 setiembre 2007). <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Reglamento%20evaluaci%C3%B3n%20y%20clasificaci%C3%B3n%20de%20calidad%20de%20cuerpos%20de%20agua%20superficiales.pdf>
- Morad, M., & Pérez, A. T. (2001). Sistemas de Información Geográfica y modelizaciones hidrológicas: Una aproximación a las ventajas y dificultades de su aplicación. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (31).
- Moreira Braz, A., Mirandola García, P. H., Luiz Pinto, A., Salinas Chávez, E., & José de Oliveira, I. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía*, 29(1), 69–85. <https://doi-org.una.idm.oclc.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Rojas, R. (2009). Hidrología aplicada al manejo de cuencas. Universidad de los Andes, Facultad Ciencias Forestales y Ambientales, 6-22.
- Rodríguez, Y., Marrero de León, N., & Gil, L. (2010). Modelo lluvia-escorrentamiento para la cuenca del río Reno. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(2), 31-37.
- Víctor, O. (2011). Sistemas de Información Geográfica. *Libro SIG*.
- Stuebe, M. M., & Johnston, D. M. (1990). Runoff volume estimation using gis techniques 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 26(4), 611-620.
- Souza, A. C. M., da Silva, M. R. F., & da Silva Dias, N. (2012). Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). *Irriga*, 1(01), 280-296.