



El manejo integral de cuencas en México

Estudios y reflexiones para
orientar la política ambiental

Helena Cotler (compiladora)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Instituto Nacional de Ecología

EL MANEJO INTEGRAL
DE CUENCAS EN MÉXICO

El manejo integral de cuencas
en México: estudios y reflexiones
para orientar la política
ambiental

Helena Cotler (compiladora)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Instituto Nacional de Ecología

Primera edición: diciembre de 2004

D.R. © Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)
Periférico sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco,
C.P. 04530. México, D.F.
www.ine.gob.mx

COORDINACIÓN EDITORIAL: Raúl Marcó del Pont Lalli
DISEÑO DE LA PORTADA: Álvaro Figueroa
FOTO DE LA PORTADA: Claudio Contreras

ISBN: 968-817-700-8

Impreso y hecho en México

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Helena Cotler	11
Primera parte. Estudios ambientales en cuencas	
EL MANEJO DE CUENCA EN CUBA: ACTUALIDADES Y RETOS Julio Iván González Piedra	21
CARTOGRAFÍA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS Gerardo Bocco	41
LA INVESTIGACIÓN DE PROCESOS ECOLÓGICOS Y EL MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS: UN ANÁLISIS DEL PROBLEMA DE ESCALA José Manuel Maass	49
EL ANÁLISIS DEL PAISAJE COMO BASE PARA EL MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS: EL CASO DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA Helena Cotler y Ángel Priego Santander	63
ALGUNAS RELACIONES ENTRE CAMBIOS NATURALES, EFECTOS ANTRÓPICOS Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO LERMA Alain Winckell y Michel Le Page	75

LA RELACIÓN AGUA-BOSQUE: DELIMITACIÓN DE ZONAS PRIORITARIAS PARA PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO GAVILANES, COATEPEC, VERACRUZ Isabel García Coll, Avelino Matínez, Anibal Ramírez, Alberto Niño Cruz, Alfonso Juan Rivas y Leticia Domínguez	99
LA SOBREENPLOTAÇÃO DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS: EL CASO DE LA CUENCA DEL RÍO DE LA LAJA, GUANAJUATO Enrique Palacios Vélez, Carlos López López	117
 Segunda parte. Gestión y política en cuencas	
SI SABEMOS TANTO SOBRE QUÉ HACER EN MATERIA DE GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA Y CUENCAS ¿POR QUÉ NO LO PODEMOS HACER? Axel C. Dourojeanni	135
DEL GOBIERNO A LA GOBERNABILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN MÉXICO Guillermo Chávez Zárate	173
RETOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA LERMA CHAPALA: OBSTÁCULOS INSTITUCIONALES PARA LA INTRODUCCIÓN DEL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS Georgina Caire	183
LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN MÉXICO: NUEVO PARADIGMA EN EL MANEJO DEL AGUA Juan C. Valencia Vargas, Juan J. Díaz Nigenda, Héctor J. Ibarrola Reyes	201
LA VISIÓN DE LA SAGARPA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE MICROCUENCAS HIDROGRÁFICAS Juan Antonio Casillas González	211

**Tercera parte. Manejo integral de cuencas en México:
algunos casos de estudio**

CONSERVACIÓN Y MANEJO PARTICIPATIVO EN MICROCUENCAS DE LA SUBCUENCA LA PURÍSIMA, GUANAJUATO Raúl Medina M., Pedro Rivera R., Werner Wruck S., Alfredo Gómez G., Héctor Cortés T., David Viramontes P., Germán Palma M., Ma. Dolores Olvera S., Marcia Yañez K., Alfonso Aguayo M. y Juan Carlos Pérez G.	225
MANEJO INTEGRAL DE MICROCUENCAS EN LA SUBCUENCA GUANAJUATO, GUANAJUATO Juan Carlos Pérez García	247
AUTORES	261

INTRODUCCIÓN

Helena Cotler

Durante los últimos años, la degradación ambiental en México ha pasado a ser un tema principal en el debate nacional tomando connotaciones que afectan la gobernabilidad y la sustentabilidad de la sociedad en su conjunto. Los problemas de degradación de suelos, deforestación, sobreexplotación y deterioro de recursos hídricos y pérdida de biodiversidad, dejaron de considerarse como simples datos estadísticos para constituir la causa de numerosos conflictos sociales. Este panorama propició que en la agenda actual, temas relacionados con el agua y el manejo forestal se presenten como asuntos de seguridad nacional.

En la última década se ha fortalecido el sistema institucional para la gestión ambiental, principalmente en temas relacionados con los recursos hídricos. Sin embargo, durante este tiempo los problemas ocasionados por la escasez de agua, la disminución de su calidad y el aumento de desastres “naturales”, como inundaciones, se han registrado con mayor frecuencia.

Ante esta situación es apremiante un cambio de paradigma en la gestión de los recursos naturales de un enfoque sectorial hacia una visión más integral. Considerando que los ecosistemas naturales se basan en la interacción continua de todos sus elementos, en el tiempo y en el espacio, es imposible solucionar un problema ecosistémico manipulando sólo uno de ellos: el agua.

El entendimiento de la dinámica del agua en un territorio pasa por el conocimiento espacial del ciclo hidrológico. Por ello, resulta conveniente utilizar un enfoque de cuenca para entender las interrelaciones entre los recursos naturales (clima-relieve-suelo-vegetación), así como la forma en que se organiza la población para apropiarse de ellos y su impacto en la

cantidad, calidad y temporalidad del agua. Este enfoque nos da la posibilidad de evaluar y de explicar las externalidades resultantes de los diferentes usos del suelo.

En la búsqueda de instrumentos de gestión que posibiliten la transversalidad de políticas sectoriales, diversos países han encontrado en el manejo integral de cuencas un instrumento de planeación y de gestión adecuado. El manejo integral de cuencas no sólo permite la gestión equilibrada de los recursos naturales, sino también la integración de los actores involucrados en una sola problemática en lugar de atender varios problemas sectoriales dispersos. La elaboración de un enfoque integrado que supere la fragmentada visión sectorial es determinante para la optimización del recurso hídrico.

La vigencia del manejo integral de cuencas ha prevalecido en América Latina a lo largo de las últimas décadas. Las discusiones realizadas en los distintos foros a partir de la creación de la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (redlach) en 1980, constituyen una clara expresión de la evolución de los conceptos, de las técnicas y la identificación de obstáculos para el manejo de cuencas.¹

En México, los cambios tienden a transitar de un enfoque sectorial y centralista hacia uno integral, descentralizado y de mayor participación social. Sin embargo, las deficiencias institucionales y la ausencia de consensos entre las instituciones son aspectos que frenan el conocimiento y la gestión adecuada de las cuencas.

Sólo para nombrar un ejemplo, en México cada dependencia gubernamental del sector medio ambiental presenta una regionalización diferente ya sea hidrológica, hidrológica-administrativa, hidrológica-forestal o ecológica, lo cual, evidentemente, dificulta el consenso para la elección de una unidad territorial única para la aplicación de políticas públicas.

Bajo la premisa que el manejo de las cuencas abarca una amplitud de temas, el Instituto Nacional de Ecología invitó a reconocidos investigadores de instituciones académicas, organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales a plasmar sus experiencias y enriquecer la discusión sobre el tema durante el Seminario de “Gestión integral de cuencas: teoría y práctica” desarrollado en la Ciudad de México los días 9 y 10 de Junio de 2004. Este evento reunió alrededor de doscientos interesados en el tema, pertenecientes a instituciones del Gobierno Federal y de 26 Estados, instituciones

académicas y asociaciones civiles. A través de las ponencias se expusieron ideas, argumentos y recomendaciones con el propósito de afinar la aplicación del manejo integral de cuencas como un instrumento de política ambiental en México.

Dada la trascendencia del tema, quisimos presentar por escrito los avances conceptuales y metodológicos de la discusión. El presente libro se encuentra estructurado en tres grandes temas. El primero denominado Estudios Ambientales en Cuencas hace referencia a distintos enfoques para analizar, de forma interrelacionada, los elementos del paisaje, el uso de nuevas tecnologías para el estudio de los recursos naturales y su aplicación para la evaluación del agua como servicio ambiental como para el análisis del estado del agua subterránea.

Las experiencias de manejo de cuencas en América Latina se han ido adaptando a cada una de las realidades ambientales, socio-económicas, culturales y políticas de los países de la región. Un caso particular es presentado por Iván González, quien no sólo realiza un recuento minucioso de la evolución del manejo de cuencas en Cuba sino que aprovecha esta experiencia para explicar múltiples conceptos y métodos relacionados con el tema.

En las últimas décadas, la utilización de nuevas tecnologías ha cambiado el paradigma del estudio de los recursos naturales. Así, bajo el supuesto de que la evaluación y el manejo del recurso agua en una cuenca requieren de un enfoque integral que considere la cuestión geográfica como uno de sus componentes clave, Gerardo Bocco analiza la relevancia de la perspectiva territorial en el manejo integrado de cuencas (MIC). Para ello revisa las herramientas para la adquisición y análisis de datos geográficos en el MIC y evalúa los requerimientos así como la disponibilidad de datos geográficos en México para estos fines.

Manuel Maass explica y ejemplifica claramente el carácter jerárquico de los procesos ecológicos y explica cómo la falta de este reconocimiento trae como consecuencia limitaciones en el entendimiento del funcionamiento de los ecosistemas, así como problemas a la hora de implementar esquemas de manejo integrado de cuencas hidrográficas.

El enfoque de paisaje físico-geográfico, permitió a Helena Cotler y Angel Priego, explicar las repercusiones de los cambios de los usos del suelo sobre el funcionamiento hidro-ecológico de la cuenca Lerma-Chapala y su creciente vulnerabilidad.

Por su ubicación geográfica, la cuenca Lerma-Chapala es una de las más importantes del país, tanto desde el punto de vista ambiental como económico y político. La explicación del deterioro de esta cuenca puede analizarse a través de distintos enfoques. En ese sentido, Alain Winckell y Michel Le Page integran información estadística, cartográfica de los últimos cincuenta años y de percepción remota para diferenciar los efectos propios de los ciclos naturales de aquellos causados por la antropización de la cuenca y su efecto sobre las diferentes fases de la evolución del lago de Chapala.

La conservación del agua constituye una preocupación cada día más vigente en nuestras sociedades. Los servicios ambientales hidrológicos se encuentran ya reconocidos internacionalmente y si bien se han implementado varios programas de pago por servicio ambiental (PSA), la evaluación biofísica de este servicio es aún incipiente. En ese sentido, Isabel García Coll, Avelino Matínez, Anibal Ramírez, Alberto Niño Cruz, Alfonso Juan Rivas y Leticia Domínguez llenan un gran vacío aplicando una metodología novedosa para la determinación de zonas prioritarias para los PSA de aguas superficiales y subterráneas en la cuenca del río Gavilanes, Veracruz.

La agricultura constituye uno de los principales usuarios del agua en México. Este sector sumamente dependiente de programas políticos, del sector agroindustrial y de tratados internacionales, también está estrechamente subordinado a la presencia de agua, en cantidad y calidad suficientes. La política hidráulica que se ha venido desarrollando en las últimas décadas está en estrecha relación con este sector. Sin embargo, hoy en día existe infraestructura hidráulica sub-utilizada por haber sido construida en ambientes donde no hay agua disponible. Ésta constituye la hipótesis de partida del estudio de Enrique Palacios y Carlos López, quienes trabajando en la cuenca del río de la Laja (Guanajuato) y utilizando información estadística de casi 30 años y de percepción remota, concluyen que la superficie regada en la parte alta de la cuenca se ha triplicado debido a la construcción de infraestructura hídrica ocasionando una disminución de escurrimiento cuenca abajo y por ende, afectando a los agricultores de esta zona y el abastecimiento del lago de Chapala.

Los artículos reunidos bajo el tema de La Gestión y Política en Cuencas se pueden subdividir a su vez en dos aspectos. En el primero se discuten los obstáculos institucionales y organizacionales más comunes que se presen-

tan durante la gestión en cuencas, de donde se desprenden nuevas formas para asegurar la gobernabilidad del agua en las cuencas. En el segundo tópico se presentan dos enfoques gubernamentales actuales para realizar la gestión en cuencas.

Fiel a su estilo provocador, Axel Dourojeanni, nos induce a cuestionarnos sobre los mecanismos de gestión del agua y de cuencas que se han venido desarrollando en varios países de América Latina. A partir de los obstáculos más comunes que se presentan durante la gestión en cuencas, Dourojeanni nos lleva a reflexionar sobre las características que deben contemplar las organizaciones responsables de su manejo. Esta disertación adquiere gran vigencia en nuestro país ante la pronta reglamentación de la Ley de Aguas Nacionales reformada este año en México.

Siguiendo la misma preocupación, Guillermo Chávez argumenta las diferencias que existen entre estudiar los componentes y procesos que ocurren en una cuenca y gestionarla. Esta falta de claridad podría dificultar, según el autor, la elaboración e implementación de políticas públicas. En el marco de la nueva legislación, Chávez propone la necesidad de diseñar nuevos sistemas de gobernabilidad sin dejar de señalar los riesgos de mantener el "concepto tradicional del gobierno centralizado y autoritario".

El análisis del marco institucional y organizacional en la cuenca Lerma Chapala es abordado por Georgina Caire quien hace hincapié en los incentivos y los obstáculos para lograr una dinámica de cooperación y de coordinación entre los actores involucrados. Asimismo, expone la insuficiencia de la coordinación intrasectorial propuesta por el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001-2006) para la instrumentación exitosa del manejo integrado de cuencas (MIC), toda vez que éste exige la participación tanto de los diferentes niveles de gobierno como de los sectores agrícola e industrial, así como de la sociedad en general.

A pesar de los nuevos aires descentralizadores, en México es el Estado quien ha tenido y aún mantiene un rol preponderante en la gestión de los recursos naturales. Los siguientes dos artículos reflejan la visión de dos instituciones gubernamentales comprometidas con el manejo de cuencas, desde enfoques distintos,

En el primero, Juan Valencia, Juan Díaz y Héctor Ibarrola presentan, desde la óptica de la Comisión Nacional del Agua, un recuento de la evolución del manejo del agua en México como premisa para explicar los cam-

bios ocurridos a partir de 1996, donde el tradicional desarrollo hidráulico ha ido evolucionando hacia una gestión integrada de los recursos hídricos.

La intensa erosión de suelos y sus implicaciones en el deterioro y pérdida de productividad fueron el detonante para que la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a través del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) estableciera el Plan Nacional de Microcuencas en 2002. En ese contexto, Juan Antonio Casillas nos presenta los objetivos y estrategias de este Plan, en los cuales se encuentran inmersos los Planes Rectores de Producción y Conservación. Este programa abarca actualmente la rehabilitación y el desarrollo comunitario de 833 microcuencas.

Finalmente bajo el tema de Manejo integral de cuencas: algunos casos de estudio se exponen dos casos de manejo de cuencas, ambos en el Estado de Guanajuato, donde se aplicaron los Planes Rectores en conjunción con las presidencias Municipales. El primero tiene como marco la subcuenca La Purísima, Guanajuato donde un equipo interdisciplinario conformado por Raúl Medina, P. Rivera, W. Wruck, A. Gómez, G. Cortés, D. Viramontes, G. Palma, D. Olvera, A. Yáñez, A. Aguayo y C. Pérez enfatizan la aptitud y la vulnerabilidad del medio para el desarrollo de aspectos productivos y presentan una metodología para la determinación de microcuencas prioritarias.

El segundo caso, bajo el mismo marco conceptual, es presentado por Juan Carlos Pérez García, quien desde la óptica del Municipio narra la experiencia de seis años de trabajo. Durante este tiempo se aplicó el modelo de planeación participativa para involucrar a la población a través de proyectos productivos, ya que como bien indica el autor "el manejo integral de microcuencas no sólo es incidir en la conservación y rehabilitación de los recursos naturales (sino) que se debe considerar el medio humano como la parte más importante del desarrollo".

Consideramos que los catorce artículos que se presentan en este libro constituyen un aporte importante a la discusión sobre la integralidad de la política ambiental. Por un lado, expone el abanico de temas que implica el manejo integral de cuencas y, por el otro, presenta los lineamientos para introducir el manejo de cuencas como instrumento de política ambiental.

Finalmente, el Instituto Nacional de Ecología agradece a cada uno de los autores y coautores de los estudios aquí presentados, así como a aquellos ponentes del Seminario que por causas de fuerza mayor no pudieron

plasmar por escrito sus aportaciones a saber, Mario Martínez (Colegio de Posgraduados), Joel Carrillo (Instituto de Geografía. UNAM), Fernando Tudela (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), Juan Manuel Irigoyen (Consejo de Desarrollo del Papaloapan, Veracruz) y Sergio Graaf (Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente AC).

NOTAS

- 1 Sólo en el último Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas (Arequipa, Perú, 2003) el 30% de las ponencias presentadas versaban sobre el manejo integral de cuencas y el 50% sobre los instrumentos de gestión para el manejo de cuencas.

Primera parte

ESTUDIOS AMBIENTALES
EN CUENCAS

EL MANEJO DE CUENCAS EN CUBA:

ACTUALIDADES Y RETOS

Julio Iván González Piedra

INTRODUCCIÓN

En Cuba, el manejo de cuencas puede dividirse en dos grandes etapas: la primera que comprende el período 1960–1985 que se caracterizó por un Manejo Sectorial especialmente dirigido hacia los sectores de los recursos hídricos, los recursos agroforestales y a la agricultura extensiva. La segunda etapa, comprende el período 1986–2004, donde, sin abandonar el manejo sectorial, se hace notar con más fuerza el llamado Manejo Integral, teniendo en la dimensión medioambiental el principal acicate.

Durante la primera etapa (1960–1985), se desarrolló una gran actividad hidráulica en todo el país. De igual manera se desarrolló un amplio programa agroforestal que abarcaba todas las zonas montañosas y donde predominaban los procesos erosivos. En las zonas llanas fundamentalmente, se llevó a cabo un programa de desarrollo agrícola y pecuario, sobre todo en la provincia de La Habana, en zonas al sur de la capital, en las provincias centrales hasta el límite con la región oriental del país.

Durante la segunda etapa (1986–2004), sin abandonar el concepto de manejo sectorial, comenzó a desarrollarse y a generalizarse el enfoque de Manejo integral de las Cuencas debido, fundamentalmente, a las contradicciones que espontáneamente surgían de las insuficiencias lógicas del manejo sectorial que se manifestaban a través de un conjunto de contradicciones conceptuales y operativas como el orden de prioridad para el uso y distribución del agua, su relación con los problemas ambientales, el desarrollo regional, etc., todo ello agravado por la gran escasez de recursos que caracterizó la etapa en los años noventa.

En la actualidad se conoce cual debe ser la dirección del desarrollo y ya se trabaja para lograr los objetivos fundamentales, pero los retos no son pocos, sobre todo, en lo referente a hacer realidad el llamado Manejo Integral. El presente trabajo ofrece un acercamiento a la realidad cubana en esta temática, conscientes de que la información brindada es aún insuficiente para una valoración lo mas completa y precisa posible sobre estos aspectos.

CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN CUBA

Cuba se ubica en el área del Caribe, siendo la mayor de sus islas con 109,722 km² y con un clima que clasifica como tropical con influencia marítima y estacionalmente húmedo. Cuenta con 642 cuencas hidrográficas, de las cuales 632 drenan directamente al mar y 10 son de drenaje interno o endorreico (Cenhica, 2001). Existe una divisoria central que divide a la Isla de Cuba, la mayor del archipiélago cubano, en dos vertientes: norte y sur, ambas con un número prácticamente similar de cuencas (la diferencia es solo del 4 %). El área ocupada por cuencas es de aproximadamente 81,100 km², es decir, el 73 % del total del país.

Por las características de Cuba, larga y estrecha, la generalidad de sus cuencas son relativamente pequeñas, es decir entre 5 y 200 km², sólo unas pocas superan este valor límite superior. La red fluvial se caracteriza por tener ríos principales de longitudes promedios de unos 40-50 km, y una densidad promedio de 1,4 km/km² aproximadamente. La Isla de la Juventud, al sur de la Isla de Cuba, la segunda en área del archipiélago cubano, cuenta con unos 2,419 km² (CNNG, 2000) y tiene 6 cuencas principales que drenan de forma radial desde el centro hacia la periferia.

Para una mejor comprensión de la distribución espacial de las cuencas cubanas en su relación con el medio ambiente, el autor ha dividido el territorio en tres zonas: occidental, central y oriental.

La zona occidental (figura 1), con un área de unos 28,500 km² (26 % del país), se caracteriza por tener un desarrollo cárstico que condiciona en mayor o menor medida las características hidrológicas de éstas. En su extremo mas occidental, la cordillera de Guaniguanico, es punto de referencia obligado para caracterizar el relieve de las cuencas que en ésta tienen sus puntos mas altos (700 m.s.n.m.) haciendo que las pendientes promedios de

las cuencas generalmente excedan los 200 %, la morfometría de la mayoría de las cuencas hace que sean más alargadas, algo más anchas en su tercio superior.

Más al este, la existencia de llanuras y ondulaciones y el desarrollo cárstico, hacen que se puedan localizar sistemas de cuencas de drenaje interno o endorreico muy relacionados con las cuencas subterráneas mas importantes del país: Ariguanabo, Vento, Jaruco-Aguacate, Canímar-Camarioca y Cuenca Sur, por citar algunas (Cenhica, 2001). La lluvia promedio es de unos 1,450 mm. Los recursos hídricos anuales de esta zona occidental se calculan en unos 11,400.106 m³ (aproximadamente el 30 % del potencial del país).

Los principales problemas ambientales se pueden resumir en los siguientes: erosión de los suelos ferralíticos cuarcíticos amarillentos lixiviados en el cultivo del tabaco, compactación de los suelos ferralíticos rojos en la llanura Habana-Matanzas, erosión media del 47,1 % de los suelos de la cuenca del río Cuyaguaje (Minagri, 2001), fuerte contaminación en el río Almendares por constituir una cuenca de gran impacto antrópico (urbano e industrial), enclavada en el casco urbano de la capital del país.

La zona central (figura 2), con unos 54,800 km² (50 % del país), con la mayoría de sus cuencas de relieve ondulado y llano y que oscilan indistintamente entre 5 y 2,000 km², y con pendientes promedios inferiores a los 120 %.

FIGURA 1. ZONA OCCIDENTAL DE CUBA



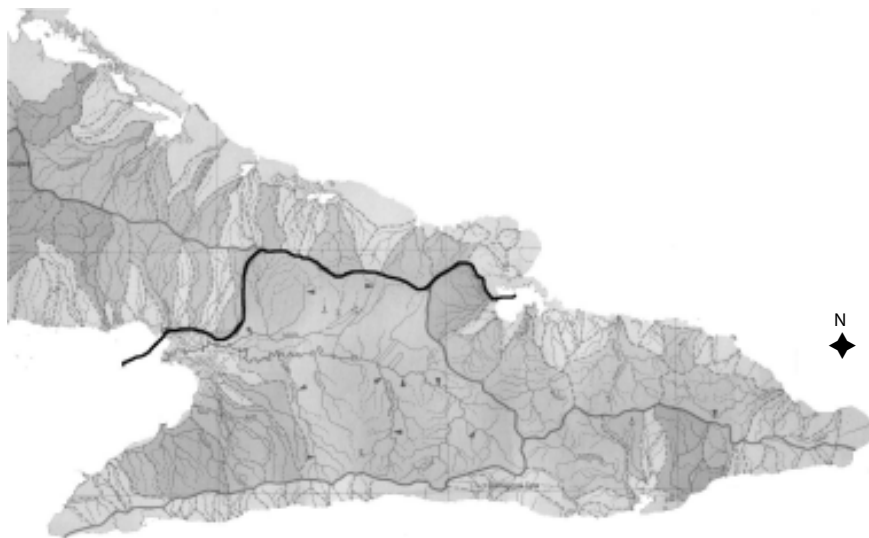
Sólo las que pertenecen al grupo montañoso de Guamuhaya y las Alturas de Maniabón pueden tener pendientes superiores a los 150 %. La mayoría de sus cuencas son tendientes a lo circular en sus tercios superior y medio y más estrechas en el inferior. Predominan los suelos pardos con carbonatos bien evolucionados. La lluvia media es de unos 1,350 mm y los recursos hídricos anuales se calculan en unos 12,500.106 m³ (aproximadamente el 33 % del potencial del país). Los principales problemas ambientales son: erosión media de los suelos en sus tercios superior y medio, compactación de los suelos, contaminación de algunas corrientes fluviales producto del vertimiento de residuales no tratados.

La zona oriental (figura 3), tiene un área de unos 26,700 km² (aproximadamente el 24 % del país) y con las cuencas de mayor contraste de relieve y clima del país. Tiene los macizos montañosos menos antropizados del país y donde se ubican las mayores alturas como el Pico Turquino con 1,972 m.s.n.m., en la Sierra Maestra. Existen otros macizos montañosos como la Sierra Cristal, La Gran Piedra, Cuchillas de Moa, entre otras, que agrupan cuencas de grandes pendientes (generalmente superiores a los 250 %) y de

FIGURA 2. ZONA CENTRAL DE CUBA



FIGURA 3. ZONA ORIENTAL DE CUBA



grandes recursos hídricos superficiales. Sus suelos son variados, predominando los esqueléticos poco evolucionados. En esta zona oriental se encuentra la cuenca del río Cauto, la mayor del país con casi 9,000 km² y unos 340 km. de longitud de su río principal. Por la diferenciación climática interna de la zona los valores de la lluvia media oscilan entre 1,000 y 1,200 mm, al suroeste y hasta los 3,000-4,000 mm en el noreste. Esta zona cuenta con recursos hídricos anuales de unos 14,100.106 m³ (37 % del potencial del país).

Los principales problemas ambientales se concentran fundamentalmente en la cuenca del río Cauto, la más antropizada de la zona, donde se evidencian problemas de erosión acelerada de los suelos, salinización en áreas del sector inferior y contaminación de las aguas superficiales por residuales sin tratamiento.

EVOLUCIÓN DEL MANEJO DE CUENCAS EN CUBA

PRIMERA ETAPA (1960–1985)

El manejo de cuencas se caracterizó en la primera etapa por el manejo sectorial, es decir, por la prioridad y avances en determinados sectores de la economía, y otros sectores como la salud y educación fundamentalmente. No se tenía conciencia aún de la necesidad del manejo integral con un enfoque holístico e integrador en el espacio geográfico de la cuenca hidrológica superficial. No se tenía la medida de la necesidad del enfoque medioambiental como parte del holístico. A nivel de cuencas hubo un intenso trabajo en la actividad agroforestal y específicamente en la repoblación forestal. Pero el salto cualitativo más importante se dio en la actividad hidráulica. Se puede afirmar que el país avanzó mucho en esta primera etapa en lo referente a los Recursos Hídricos, lográndose lo que se llamó la "Voluntad Hidráulica", que consistía en crear una infraestructura que soportara el desarrollo que se pretendía en aquellos momentos y que se manifestaba en la construcción de presas de derivación y presas de almacenaje (embalses), sistemas de riego y de drenaje, canales magistrales, acueductos, vías de comunicación, etc. Durante los primeros años, se cuantificaron los recursos hídricos del país y se hicieron los primeros mapas de los componentes del balance hídrico, que posteriormente se publicaron en diferentes Atlas de amplio uso nacional e internacional.

Los Recursos Hídricos de Cuba ascienden a 38,130 millones de metros cúbicos, de los cuales, realmente aprovechables son unos 23,880. A las aguas superficiales corresponden 17,886 millones de metros cúbicos, es decir el 74.9 %, mientras que a las aguas subterráneas unos 5,994 millones de metros cúbicos, para un 25.1 %. La explotación actual es de unos 13,285 millones de metros cúbicos (55.6 % del total aprovechable). La agricultura consume el 70 %, la población el 20 % y el resto en otros usos.

Cuba cuenta con 632 cuencas hidrológicas superficiales y los valores correspondientes a la hidrología del país se resumen en:

Lluvia media: 1,375 mm

Escorrentamiento medio: 400 mm

Coef. de Escurrimiento: 0.29
Coef. de Evapotranspiración: 0.71

Los recursos hídricos se cuantifican así:
2,152 m³/ hab. / año
0.218 .10⁶ m³ / km² / año
28.3.10⁶ m³ / cuenca /año (0.898 m³ /s / cuenca / año)

El desarrollo hidráulico

Las obras hidráulicas construidas se resumen en:

220 presas (> 3. 10⁶ m³)
798 micropresas (< = 3. 10⁶ m³)
60 derivadoras
781 km de canales magistrales de riego
1,277 km de diques de protección (contra inundaciones)
52 km de obras de recarga del acuífero
133 microhidroeléctricas
28 minihidroeléctricas

El riego en Cuba y las cuencas hidrográficas

La Agricultura cubana es atendida por dos ministerios: Ministerio de la Agricultura (MINAGRI) y Ministerio del Azúcar (MINAZ). Cada año se planifican las asignaciones a los usuarios a partir de los planes económicos de éstos y de las disponibilidades de agua. Se establecen las prioridades correspondientes. El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) es el dueño del agua, y el MINAGRI y MINAZ los principales usuarios. Existen 700 obras de control de entregas a los usuarios, donde se mide el 85 % del total de las entregas.

El proceso de planificación y control del uso del agua se realiza en las Unidades Económicas Básicas (UEB), estructura de base del INRH, que divide al territorio en 36 unidades o entidades territoriales. La UEB es la entidad que controla objetos de agua y estructuras tales como cuencas hidrológicas, obras hidráulicas de captación, conducción y de protección

contra inundaciones, de recarga del manto subterráneo y de redes de observación del ciclo hidrológico.

El total de agua disponible en riego para todo el país es de $18,249.5 \cdot 10^6$ m³ / año (76 % del potencial aprovechable). Si hoy se utilizan en el riego $92,99.5 \cdot 10^6$ m³, ello representa el 50.96 % de ese total y el 70 % del volumen total que se explota actualmente ($13,285 \cdot 10^6$ m³). La superficie regable de Cuba se estima en $2.7 \cdot 10^6$ ha (27,000 km²) a partir de considerar los siguientes factores: potencial hidráulico del país; requerimientos hídricos de los cultivos; nivel de eficiencia de las actuales técnicas de riego existentes en el país. Un aumento de la superficie regable sólo es posible con el incremento en la eficiencia del regadío mediante la reconstrucción y modernización de los sistemas de riego existentes y los nuevos por construir. Actualmente existen 84,2502 ha (8,425 km²) bajo riego, 22.80 % de la superficie cultivada y el 31.2 % del área total regable.

Las técnicas de riego mas generalizadas en Cuba son: riego por superficie; aspersión (incluye máquinas de riego) y localizado (micro jet y goteo).

LA SEGUNDA ETAPA DEL MANEJO DE CUENCAS (1986-2004)

Esta segunda etapa se caracteriza por dos elementos fundamentales:

- . Se comienza a generalizar la toma de conciencia del papel de las cuencas en el desarrollo socioeconómico del país y en el medio ambiente.
- . Se constituye la Comisión Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH) en 1997 con un enfoque ambiental

La CNCH selecciona las ocho cuencas de mayor prioridad en la atención medioambiental, y las denomina “De Interés Nacional”. Estas cuencas son las siguientes: Cuyaguanteje, Almendares-Vento, Ariguanabo, Hanabanilla, Zaza, Cauto, Guaso y Toa.

Las afectaciones más comunes en las Cuencas de Interés Nacional son: degradación de los suelos, contaminación de las aguas, deterioro de las condiciones sanitarias en los principales asentamientos, deforestación. La degradación de los suelos se manifiesta fundamentalmente por erosión, drenaje deficiente, compactación, salinidad, acidez y baja fertilidad.

La degradación de las aguas se manifiesta fundamentalmente de la siguiente manera: en todas las cuencas hidrográficas se han identificado fuentes contaminantes que afectan la calidad de las aguas, siendo la falta de tratamiento de las aguas residuales generadas en los sectores agropecuario, industrial y doméstico las principales causas.

Los principales esfuerzos se dirigen hacia: medidas de mejoramiento y conservación de los suelos, disminución de la carga contaminante (tratamiento y aprovechamiento de residuales), medidas de saneamiento ambiental en los asentamientos humanos (acueducto, alcantarillado y tratamiento), reforestación (es especial en la franja hidrorreguladora).

En términos de reducción de carga contaminante, en el año 2000, se alcanzó una disminución nacional de un 9,7 % (24,471 ton DBO/año). La reducción alcanzada en las cuencas de interés nacional fue de un 16.8 % (6,993 ton DBO/año). Un 11.9 % (8,307 ton DBO/año) de reducción correspondió a las cuencas de interés provincial.

ACTUALIDAD DEL MANEJO DE CUENCAS EN CUBA

EL MANEJO DE CONCEPTOS, TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Es muy diverso y complejo el uso de conceptos, términos y definiciones en esta temática del Manejo de cuencas a nivel mundial. Un mismo término es interpretado de diferentes maneras por diferentes especialistas. Se repiten conceptos y se dan nuevas definiciones a viejos objetos o componentes, en fin, que lejos de haber consenso, la impresión del autor es que una gran anarquía sobre todo en lo referente a interpretaciones. A continuación, el autor expone algunos de estos conceptos, términos y definiciones más usadas por especialistas en nuestra región.

Cuenca hidrológica superficial (hidrográfica)

La cuenca hidrológica superficial (CHS): "Es la superficie terrestre drenada por un sistema fluvial continuo y bien definido cuyas aguas vierten a otro sistema fluvial o a otros objetos de agua, y sus límites están generalmente determinados por la divisoria principal según relieve" (González 2000).

Cuenca hidrológica subterránea

La cuenca hidrológica subterránea (CHSt): "Es la superficie terrestre definida por límites naturales relacionados con la geología y geomorfología fundamentalmente, y donde tienen lugar procesos de flujo y de acumulación de masas de aguas subterráneas cuyas características dependen de las condiciones climáticas y geologo-geomorfológicas regionales y locales" (González 2000).

Tanto la cuenca hidrológica superficial (CHS) o hidrográfica como la cuenca hidrológica subterránea (CHSt), deben ser y de hecho funcionan como unidades de planificación donde se concretan las políticas de desarrollo socioeconómico y medioambiental.

La particularidad e importancia de la cuenca hidrológica superficial, como unidad de planificación y desarrollo, radica fundamentalmente en que la cuenca reúne condiciones de unidad geográfica natural muy específica y propia que solo ella posee. Entre estas características están: su carácter de independencia relativa, por sus límites naturales bien definidos; su dinámica funcional integrada, dado fundamentalmente por los intercambios de sustancia y energía que tienen en la dinámica de los componentes del clima y del agua, su principal fuente. Las cuencas hidrológicas subterráneas (CHSt) generalmente se consideran univocacionales (vocación hídrica). En la práctica tal vocación es ignorada por los usuarios y el régimen de explotación de sus suelos en superficie, en general, no es el más conveniente desde el punto de vista productivo y medioambiental. Por tal motivo el manejo de la CHS tiene sus especificidades en comparación con la CHSt. El uso de su superficie debe ser muy bien estudiado para que las interferencias o modificaciones en su ciclo hidrológico sean mínimas, sobre todo en lo referente al proceso de infiltración. *Tienen importancia estratégica específica desde el punto de vista medioambiental.*

El manejo de cuencas

"El manejo de cuencas es el proceso complejo que le da orden a un conjunto de acciones dentro de la Cuenca Hidrológica Superficial (Hidrográfica) o Cuenca Hidrológica Subterránea, encaminado a lograr un desarrollo social y económico sostenibles en el tiempo, además de la protección del medioambiente" (González 2000).

Para Dourojeanni (1992):

- “Es el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales de una cuenca, con el fin de controlar la descarga de agua de la misma en calidad, cantidad y tiempo de ocurrencia”
- “Es el conjunto de técnicas que se aplican para el análisis, protección, rehabilitación, conservación y uso de la tierra de las cuencas hidrográficas con fines de controlar y conservar el recurso agua que proviene de las mismas”
- “Es una acción de desarrollo integral para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de una cuenca, teniendo como fin la conservación y/o mejoramiento de la calidad medioambiental y los sistemas ecológicos”
- “Es la gestión con un sentido empresarial-social que el hombre realiza a nivel de cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenible”.

“Es la gestión que el hombre realiza a nivel de cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida.”(Min. Des. Sost., Bolivia, 1997)

OTROS CONCEPTOS ASOCIADOS AL MANEJO DE CUENCAS

En los últimos tiempos han proliferado los conceptos, términos y definiciones relacionadas con el medioambiente en general y con el manejo de cuencas en particular. En lo concerniente a los términos, no pocos autores denominan un mismo proceso o acción de manera diferente. A continuación, y con el propósito de ayudar a ganar consenso sobre dichos términos, se mencionan algunas definiciones y se reflexiona sobre otros de manera muy simple.

Sobre gestión: según Faustino (1998): “Es realizar actividades y crear medios para lograr un fin o negocio”. Si se aplica a cuencas sería algo así como....”realizar actividades y crear medios para lograr....la implementación de un plan de manejo....en la cuenca”. Es decir, que lo mas importante a destacar en este concepto es lo de conseguir los medios y recursos para....

Por otra parte se debe entender que toda gestión debe corresponderse con alguna política, ya sea de carácter ambiental, de ordenamiento u otra.

(Recordar que por “*política*” en un sector o nivel determinado debe entenderse “las directrices que definen o regulan mediante instrumentos legales, todo lo relacionado con ese sector”) (Faustino, 1998).

Sobre “*ordenar*”: significa poner en orden algo que no lo está. En el caso de cuencas quiere decir exactamente eso, poner en orden toda la cuenca o parte de ella según criterio prefijado. En la práctica, la es muy común que los que tienen la misión de ordenar cuencas, es elaborar simplemente una propuesta final de uso del territorio, pasando por las fases o etapas de inventarios y diagnósticos, teniendo en cuenta los aspectos medioambientales.

Existen diversas definiciones de “*ordenar*”. Para Dourojeanni (1992), significa que prácticamente todo lo que se enmarca dentro de lo que él denomina “etapa previa” en el proceso de Manejo de una Cuenca es ordenamiento, es decir, inventarios, evaluaciones, diagnósticos y formulación de proyectos de inversión. Parece estar claro que el término ordenar para la gran mayoría de los dedicados a esta temática, no toca la fase de ejecución o puesta en marcha del plan de obras estructurales (presas, terraceo, etc.) y no estructurales (cercas vivas, sembrado en contorno, resiembra y reforestación, etc.), y mucho menos la fase de manejo propiamente, que se considera como permanente.

Sobre “*manejo*”: significa manejar algo, conducir algo, maniobrar con algo. En el caso de la cuenca, se debe entender como que se maneja todo o parte de lo que está dentro de la misma, de modo tal que se obtenga un beneficio general previamente identificado: “calidad de vida de los usuarios de la cuenca”. Tal concepto como es evidente en orden, y según Dourojeanni (1992), se materializa después de las etapas o fases previas (ordenamiento) e intermedias (habilitación o ejecución). Dourojeanni denomina a estas fases de manejo como permanentes.

Para Dourojeanni, y siendo consecuente con lo anterior, no existen diferencias en cuanto a niveles jerárquicos de ejecución entre “*ordenar*” y “*manejar*”, son simplemente diferentes etapas o fases.

Cabe señalar y dejar claro que en el ámbito del manejo de cuencas, es muy común oír hablar de “*manejo integral*”, “*manejo integrado*” y “*manejo sectorial*”. Para el autor, son tres conceptos diferentes aunque muy relacionados permanentemente.

El “*manejo integral*”, de carácter estratégico, tiene su base en la “*visión integral*”, de conjunto (holística) de la cuenca para su uso óptimo. Surge

como una necesidad incuestionable ante las condiciones de la cuenca, es decir, se tiene la perspectiva de todos los sectores y factores: recursos naturales, recursos humanos, actividad socioeconómica, medioambiente, instituciones, etc. El manejo integral es de hecho la excepción, no la regla de lo que se hace hoy día. Puede constituir un objetivo de la gestión.

El “*manejo integrado*», de carácter táctico y operativo, tiene su base en los conceptos de “*relaciones*” y “*de balance adecuado*” entre los componentes del geosistema que es la cuenca. Puede ser aplicado a un área específica, a uno o varios recursos, por lo que es posible considerar un “*manejo integrado de la actividad agrícola y forestal*», así como un “*manejo integrado de los recursos hídricos*». Generalmente se asocia al concepto “*uso múltiple*” (Brooks et al. 1997). En todo caso, lo más importante es que el “*manejo integrado*” no se debe usar ambiguamente y de manera arbitraria, sino que debe lograrse cierta “*sinergia*” con la integración de los componentes (recursos, factores, etc.). No constituye un objetivo de gestión, sino una herramienta o instrumento de carácter técnico-operativo que siempre va a estar presente tanto en el manejo integral como en el sectorial.

El “*manejo sectorial*”, de carácter estratégico, tiene su base en un solo sector o dimensión, por lo que puede hablarse de “*manejo de los recursos hídricos*”, “*manejo de los suelos*”, “*manejo ambiental*”, “*manejo forestal*”, etc.. En la práctica es el tipo de manejo más común. Se debe tener en cuenta que el manejo sectorial para que sea efectivo, debe operar bajo una “*visión integral*” (no confundirse con manejo integral), es decir, tener en cuenta los otros componentes aunque no los trate al nivel de “*manejo*”.

Existen otros términos que aunque también son muy utilizados frecuente e indistintamente refiriéndose a lo mismo, son menos complicados que los anteriores, tales son los casos de: “*desarrollar*”, “*administrar*”, “*habilitar*”, “*preservar*”, “*aprovechar*”, “*mejorar*”, “*conservar*” y otros. Cualquier confusión de sus significados e implicaciones puede resolverse con un buen diccionario de la lengua española.

SOBRE LA COMISIÓN NACIONAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y ESTRUCTURAS INFERIORES

Como se señaló anteriormente, se creó la CNCH en 1997. Su principal función es coordinar los esfuerzos de todas las Instituciones del país rela-

cionadas con las cuencas hidrográficas para eliminar o reducir los factores de degradación ambiental de las mismas.

Existe un Comité Técnico Asesor que tiene la función de asesorar a la dirección de la CNCH para la toma de decisiones, en este Comité están representados los principales Ministerios e Instituciones del país.

En cada provincia existe una Comisión de Cuencas Hidrográficas que tiene como función velar por el cumplimiento de las directrices de trabajo de la CNCH y proteger las cuencas de su jurisdicción.

Generalmente el funcionario que dirige la actividad a este nivel es el vicepresidente de la Asamblea Provincial del Poder Popular, o sea del gobierno de la provincia.

La mayoría de las cuencas de Interés Nacional y Provincial tienen ya creados los Comités de Cuencas respectivos, con los correspondientes representantes de sus instituciones y de la sociedad civil.

ASPECTOS METODOLÓGICOS EN LAS ETAPAS DEL MANEJO DE CUENCAS

SOBRE LA DECISIÓN DE LA NECESIDAD DEL MANEJO DE UNA CUENCA

La primera interrogante obligada es conocer el interés por estudiar la cuenca seleccionada, que siempre es un aspecto definido por las autoridades e instituciones competentes. Sin embargo, la respuesta debe ser bien orientada, es decir, existe un motivo concreto bien definido, que explica la necesidad de llevar a cabo el estudio integral de la cuenca dada, ya sea por fenómenos negativos que degradan en alguna medida la cuenca; porque se desea planificar y desarrollar social y económicamente la misma o parte de ella o por la coexistencia de los dos motivos anteriores.

OBJETIVOS A ALCANZAR

Una vez definida la orientación de la investigación que de hecho es el objetivo principal y más general, se deben definir los objetivos específicos, los que nos deben guiar táctica y metodológicamente para lograr el objetivo principal.

En seguida, es necesario delimitar la ubicación geográfica de la cuenca, incluyendo un breve análisis geográfico de las cuencas circundantes, para

detectar posibles relaciones físicas, socioeconómicas y medioambientales que puedan ser de interés.

DEFINICIÓN DE LAS ETAPAS PARA EL DISEÑO DEL MANEJO DE LA CUENCA

Una vez establecidas las generalidades de la cuenca de estudio en esta primera etapa, que comprende los objetivos y ubicación geográfica, se pasa a realizar “*los estudios fisicogeográficos básicos (EFB) y estudios socioeconómicos básicos (ESEB)* (conocida generalmente como etapa de inventarios)», donde se debe responder a la pregunta “¿*Que se tiene?*”. Para ello es indispensable contar con toda la información básica de datos, publicaciones, mapas, fotos aéreas, imágenes de satélite, etc. necesarios para lograr con éxito esta importante etapa. Es en esta etapa donde el criterio de flexibilidad debe comenzar a tomarse en cuenta, pues los métodos a emplear en cada uno de los estudios básicos pueden variar, ya sea por su contenido como por la extensión de los mismos. Esta etapa de estudio básico es clave en la consecución de los objetivos principales. Si la misma es deficiente, las etapas que le suceden serán igualmente deficientes. El objetivo específico de la etapa de estudio básico es el de reflejar con la exactitud y precisión requeridos todos los aspectos, factores y procesos que tanto física como socioeconómicamente tienen lugar en la cuenca de estudio.

Posteriormente a esta etapa le sucede, la *Etapa de Diagnóstico*, no menos importante que la anterior y donde se debe responder a la pregunta “¿*CÓMO ESTÁ LO QUE SE TIENE?*”. Esta etapa tiene como objetivo específico, analizar y evaluar el estado actual del medio natural, por un lado, y el medio socioeconómico por el otro. Esta etapa se caracteriza por la necesidad de un análisis profundo de los aspectos positivos y negativos que se detectan en el suelo, agua, flora y fauna, como recursos naturales renovables, y en otros no renovables de interés específico, además de los aspectos sociales, económicos y tecnológicos, que conjuntamente manifiestan en buena medida el denominado factor antrópico.

Aunque en la etapa de diagnóstico se evidencia la interrelación entre el medio natural y el medio socioeconómico (factor antrópico), este aspecto debe analizarse y estudiarse de forma armónica en un paso posterior dentro de esta propia etapa que denominamos “*Diagnóstico Integral*», que tiene como objetivo específico conocer, integralmente, *el estado de la cuenca*,

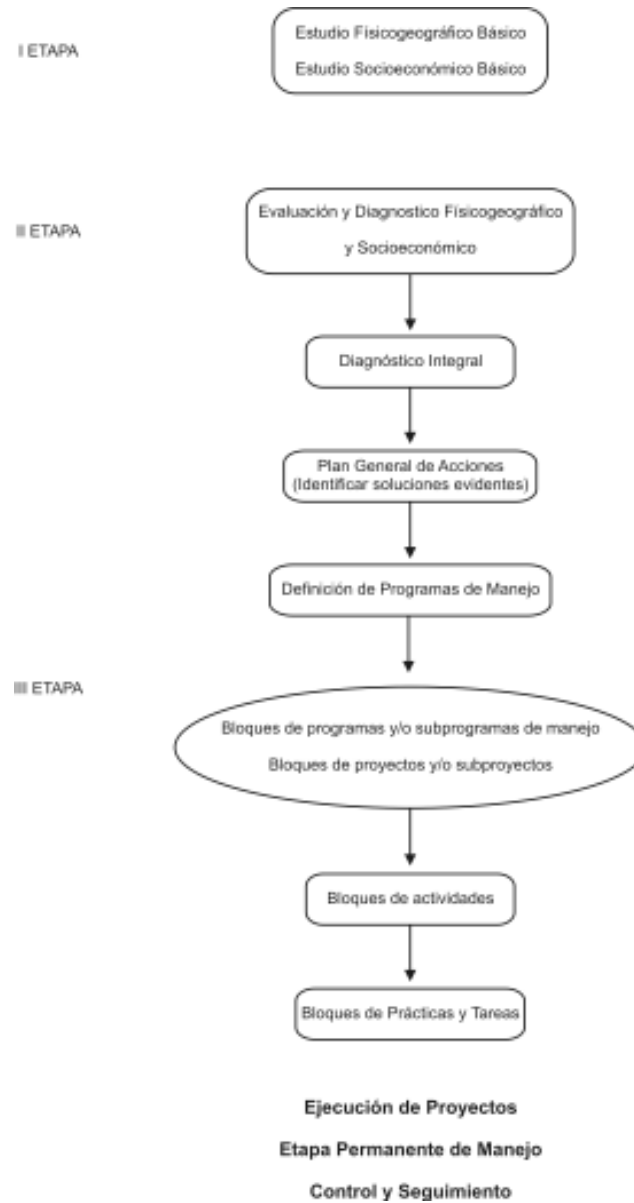
donde esta implícito el estado del medioambiente y que incide negativamente sobre la biota, incluyendo al hombre. Este Diagnóstico Integral debe precisarse con la mayor exactitud posible ya que es necesario en esta etapa tener una categorización rigurosa de los problemas que se detecten para priorizar su atención en la etapa posterior, es decir, en la tercera y última etapa, que es la de “*manejo*” propiamente.

En esta última etapa, conocida como “*Manejo Integral de Cuencas (MIC)*” es donde se debe plantear de modo organizado y bien estructurado, el *Plan de Medidas* que deben resolver o aliviar los problemas que de forma particular y/o integral afectan toda la cuenca. Esta es una etapa muy compleja, donde coinciden factores y elementos administrativos, institucionales y jurídicos, entre otros, que son los encargados de poner en práctica todo el “*Plan de Manejo Integral (PMI)*” para lograr el objetivo principal, supuestamente bien definido en la primera etapa. Hay que destacar que en esta etapa, debe contemplarse dentro de las principales medidas, el establecimiento de un *Plan de Seguimiento y Control* que de forma operativa tiene la responsabilidad de garantizar el cumplimiento del PMI. Este plan de Seguimiento y Control es el que generalmente deben controlar los Comités o Comisiones de Cuencas, recién creados en muchos países, como la Comisión del Río Cauto en Cuba (véase figura 4).

Hasta aquí se han mencionado las tres grandes etapas del Manejo integral de Cuencas y una breve descripción de los objetivos de cada una. Se debe llamar la atención al hecho de que también en el trabajo de estas grandes etapas cabe hablar de flexibilidad metodológica, porque indudablemente pueden y tienen que existir relaciones y dependencias específicas entre etapas que no obedecen esquemáticamente al orden y secuencia que se ha descrito, negar esto será negar la posibilidad de la retroalimentación y, por tanto, la posibilidad de lograr un trabajo final de la más alta calidad científica.

Es conveniente tener muy en cuenta dos aspectos fundamentales para concluir con éxito la tarea planteada. Primero, que ésta es tarea propia de un equipo multidisciplinario, donde su organización y disciplina de trabajo es indispensable para lograr el éxito final, y segundo, que el uso de las más modernas y eficientes técnicas es también indispensable, refiriéndose fundamentalmente a las técnicas de computación, técnicas cartográficas y SIG, percepción remota, métodos matemáticos o cuantitativos y modelos matemáticos específicos, entre otros.

FIGURA 4. PRINCIPALES ETAPAS DEL PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE UNA CUENCA
HIDROLÓGICA SUPERFICIAL



PRINCIPALES RETOS

Los principales retos relativos al Manejo de cuencas en Cuba son de carácter táctico y no estratégico. Se sabe lo que se quiere conforme al paradigma del Desarrollo Sostenible, es decir, se requiere lograr un desarrollo socioeconómico satisfactorio en armonía con el medioambiente a nivel de las 632 cuencas hidrológicas superficiales y las 10 endorreicas del país. El reto es cómo hacerlo y hacerlo bien.

El autor considera que los principales problemas a resolver para acercarnos a este paradigma son los siguientes:

- lograr una conciencia colectiva a todos los niveles, de la importancia del Manejo de las Cuencas con un enfoque Integral. Fundamentalmente para los tomadores de decisiones y la población en general.
- tener dominio de los principales problemas ambientales a nivel de Cuenca, principalmente los concernientes a la dimensión social.
- lograr que la comunidad se sienta parte importante de la problemática de su cuenca, sobre todo en lo referente al medioambiente.
- desarrollo de capacidades, fundamentalmente a nivel profesional y técnico medio.
- tener un especial cuidado con el deterioro de los recursos hídricos, de los suelos y de la biodiversidad.

LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA Y EL MANEJO DE CUENCAS

La participación comunitaria en el contexto del manejo de cuencas en Cuba aún dista de ser satisfactoria. Han existido avances de participación que se manifiestan a través de las asociaciones campesinas: Unidades Básicas de Producción Agropecuaria (UBPC), Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) y las Cooperativas de Crédito y Servicios (CCS). Los principales logros de la Participación Comunitaria son los siguientes: estar representados legalmente en todas las estructuras organizativas que tienen nivel de decisión en la región donde habitan, ser miembros efectivos de los Consejos de Cuencas, tanto a nivel provincial como municipal ser beneficiarios de los adelantos tecnológicos, inversiones de carácter social y económico en la región donde habitan.

A nivel de cuencas se han desarrollado actividades y tareas relacionadas con la Comunidad que expresan cierto grado de conciencia colectiva por el Medioambiente. Ejemplo de ello es el Proyecto de reforestación de la franja hidrorreguladora de la cuenca del río Cauto (Premio en Johannesburgo, África, 2002).

En la cuenca del río Cauto, existen fincas demostrativas las cuales constituyen una experiencia ejemplar en la educación ambiental de los escolares de la enseñanza primaria. En ellas colabora de manera muy activa toda la comunidad de la zona. Actualmente se confronta un problema serio con el abasto de agua para el riego, sobre todo en el sector privado de los campesinos: se necesita combustible para bombear el agua, lo cual gravita sobre los costos (a pesar de que el agua es muy barata para tales fines), la infraestructura de riego necesita mantenimiento sistemático, el cual las comunidades muchas veces no pueden pagarlo y el estado tiene que subsidiarlos.

LA FORMACIÓN DE CAPACIDADES

Los profesionales y técnicos que en estos momentos se relacionan directa o indirectamente con el Manejo de Cuencas, no han sido especializados en dicha temática como graduados universitarios ni como técnicos medios, al menos en su gran mayoría, puesto que los que hoy se dedican a estos quehaceres son geógrafos, ingenieros forestales y agrónomos, biólogos, entre otros, ya que apenas, hace cinco años, comenzó en la Facultad de Geografía de La Universidad de La Habana, una maestría en Hidroclimatología y manejo de cuenca de perfil amplio y que solo ha graduado unos 20 alumnos en sus tres ediciones.

Las necesidades son muchas en el país y cada vez más las técnicas y métodos que se utilizan son más específicos y su dominio requiere de una mejor preparación profesional, tal es el caso de los Modelos Matemáticos y los Sistemas de Información Geográficos, por solo citar dos.

BIBLIOGRAFIA

- Academia de Ciencias de Cuba. 1970. *Atlas Nacional de Cuba*, Editora No. 2 de la URSS, URSS.
- Asamblea Nacional del Poder Popular. 1991. *El Programa Alimentario*. Editorial José Martí, La Habana, Cuba.

- Brooks, K.N., Ffolliott, P.F., Greger, H.M., DeBano, L.F. 1997. *Hydrology and the Management of Watersheds*, Iowa State University Press/Ames, United States of America.
- Cenhica. 2001. Regionalización Hidrológica y del Balance Hídrico para las Condiciones de Cuba (inédito). La Habana, Cuba.
- CEPAL. 1994. Políticas Públicas para el Desarrollo Sustentable: La gestión integrada de cuencas. Santiago de Chile, Chile.
- Dourojeanni, A. 1997. Procedimientos de Gestión para un Desarrollo Sustentable (aplicables a municipios, microregiones y cuencas). CEPAL, Santiago de Chile, Chile.
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A., Chavez, G. 2002. Gestión del Agua a Nivel de Cuencas: Teoría y Práctica. CEPAL. Santiago de Chile, Chile.
- Faustino, Jorge. 1998. *Estrategias Modernas para la Gestión Ambiental de Manejo de Cuencas*. CATIE, Costa Rica.
- González Piedra, J.I. 2000. Guía Metodológica para el Estudio de Cuencas Hidrológicas Superficiales con Proyección de Manejo Universidad de La Habana, Cuba (inédito).
- Ministerio de Desarrollo Sostenible. 1997. Manual de Cuencas Hidrográficas. MDS, La Paz, Bolivia.

CARTOGRAFÍA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS

Gerardo Bocco

INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales, tales como el agua y sus cuencas, se distribuyen sobre espacios concretos; por tanto, son susceptibles de ser representados en mapas, una vez inventariados y clasificados. El inventario y clasificación de cuencas se basa en dos tipos de datos. Los obtenidos en el campo (estaciones hidro-meteorológicas de aforos, determinación de variables para estimar el balance hídrico, consumo de agua), y los derivados de la percepción remota (fundamentalmente cobertura del terreno, relieve y suelos, acuíferos), también verificados en campo. En la actualidad, la forma más conveniente de almacenar y analizar este conjunto de datos es mediante los sistemas de información geográfica (SIG), que además permiten la elaboración y manipulación de mapas. Entonces, es posible relacionar en forma coherente y sistemática los datos de localización de los recursos hídricos, con sus características descriptivas cuantitativas y cualitativas. Este hecho ofrece una visión integral y territorial del dato (en su localización geográfica, y en sus características temáticas), lo cual permite mejorar las técnicas analíticas, incluyendo las estadísticas y las geo-estadísticas.

En este artículo se analiza la relevancia de la perspectiva territorial, geográfica, en el manejo integrado de cuencas (MIC). Para ello se revisan las herramientas para la adquisición y análisis de datos geográficos en el MIC, y se evalúan los requerimientos versus disponibilidad de datos geográficos en México para estos fines. El supuesto es que la evaluación y manejo del recurso agua en una cuenca requiere de un enfoque integral que considere la cuestión geográfica, territorial, como uno de sus componentes clave.

LA CUENCA COMO UNIDAD TERRITORIAL

En términos estrictos, una cuenca es el área drenada por una corriente fluvial y sus tributarios. Sus componentes están definidos por el relieve, es decir, por la altitud y cambios en la altitud: canales o cursos principales y tributarios, laderas, divisoria de aguas, y nivel de base. Las cuencas y sus canales se organizan a nivel jerárquico: subcuencas y órdenes de cauces. Sin embargo, la cuenca no encierra la idea de homogeneidad a ninguno de los niveles subordinados. La delimitación de subcuencas está dada por la organización de los cauces, no así por las demás características del terreno. En tanto unidad territorial, y a efectos de poder manejar o gestionar el recurso agua en forma eficiente, es preciso considerar aspectos tales como pisos altitudinales (por los cambios en precipitación y temperatura), formas del relieve y suelos (por los cambios en las rocas y materiales superficiales), uso del suelo y cambio de uso de suelo, cambios en la riqueza y abundancia en la biota, sistemas productivos y aptitud para los mismos, y organización social y política para el manejo de recursos. Todos estos componentes pueden ser inventariados, analizados y cartografiados utilizando SIG y otras técnicas complementarias.

CARTOGRAFÍA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La cartografía, en tanto disciplina técnica ligada a la geografía, es capaz de representar en mapas la distribución espacial de los recursos naturales en territorios y tiempos específicos. La cartografía de los recursos naturales ha estado estrechamente ligada al desarrollo de las tecnologías de prospección e inventario mediante la percepción remota (o teledetección) y de posicionamiento global satelital. Ambas permiten a los especialistas detectar, localizar y representar de manera eficiente y con alto grado de exactitud los recursos naturales en sentido amplio.

La interpretación de los datos con propósitos clasificatorios también ha evolucionado con la tecnología de obtención y almacenamiento de los mismos. Los sistemas de almacenamiento de datos, asimismo, se han desarrollado en forma vertiginosa. Anteriormente, sólo existían mapas impresos, de tal manera que el medio de representación y almacenamiento era uno solo. Actualmente, los mapas existen en formato digital, y esto ha permiti-

do almacenar y representar los datos en forma separada. De igual modo, la tecnología de manejo de bases datos se estableció en forma eficaz en el medio de la producción cartográfica de los recursos naturales en general y de las cuencas hídricas en particular.

La cartografía relevante en el tema es de dos tipos. La plani-altimétrica describe la altitud del terreno (mediante curvas de nivel), así como la red de drenaje, las localidades y la infraestructura. La temática describe diferentes variables tanto del medio natural (como los suelos, la vegetación y uso del suelo), como del medio social y económico (como la distribución de la población, el ingreso, la marginalidad, etc.).

Los SIG están constituidos por subsistemas que permiten ingresar, almacenar, editar, y analizar datos geográficos. El propósito es convertir datos en información apta para la toma de decisiones. Una vez alcanzado este objetivo, los SIG permiten presentar la información obtenida en forma de mapas y otras bases de datos. El elemento esencial de un SIG es su capacidad analítica. En el caso de las cuencas, los SIG se han utilizado en forma sistemática desde hace por lo menos 20 años. Las aplicaciones más frecuentes han sido en temas tales como modelamiento hidrológico (predicción del gasto, cálculo de probabilidad de avenidas), estimación del balance hídrico, análisis integrado y planes de manejo de cuencas, y definición de zonas prioritarias para la conservación del recurso.

EL PAPEL DE LAS TÉCNICAS

Para cumplir con los objetivos de generación de información geográfica para el manejo de cuencas, los SIG ofrecen un conjunto de técnicas analíticas. Todas ellas suponen la conformación de bases de datos coherentes, validadas, y sujetas a la edición y actualización.

MODELOS DIGITALES DE TERRENO Y MORFOMETRÍA DE CUENCAS

Los modelos digitales de terreno (MDT) son bases de datos geográficos que describen las diferencias en el relieve de una cuenca. Los MDT se elaboran en un SIG mediante interpolación de un conjunto de datos de altitud, de tal manera que, con una cierta resolución, cada porción de la cuenca recibe un cierto valor de altitud. De un MDT de una cuenca se puede derivar el traza-

do de cauces y parteaguas, procedimiento que comúnmente se realizaba en forma manual sobre mapas topográficos. Mediante procedimientos matemáticos relativamente sencillos, un MDT permite la construcción de mapas de pisos altitudinales, y mapas de inclinación, orientación y forma de la pendiente de las laderas, que son importantes en los modelos de escorrentía y erosión. Asimismo se calculan indicadores cuantitativos de forma de las cuencas, tales como la relación entre perímetro y área, o entre ancho y longitud máximos, mismos que sirven para determinar probabilidad de concentración rápida de escorrentía en un punto.

PERCEPCIÓN REMOTA

La percepción remota o teledetección consiste en un conjunto de técnicas que permiten obtener información de los objetos a partir del análisis de su respuesta espectral. En general, los sistemas de captura de datos están constituidos por sensores transportados por aeronaves o satélites, que son capaces de recibir y almacenar la respuesta espectral de los objetos en varias bandas del espectro electromagnético. La información así obtenida es plasmada bien en material fotográfico, bien en archivos digitales que pueden ser analizados mediante algoritmos de clasificación numérica o mediante análisis visual.

Independientemente del método de interpretación que se utilice, las imágenes aerosatelitales, incluidas las fotografías, ofrecen la posibilidad de derivar mapas de cobertura del terreno, distribución de las formas del relieve (mismas que permiten diferenciar tipos de roca y de suelos), así como cartografiar fielmente cauces, cuerpos de agua y otros elementos culturales del territorio (localidades, infraestructura).

Los mapas y bases de datos derivados de la percepción remota pueden alimentar procesos de modelamiento hidrológico y análisis del paisaje en SIG. A partir de la información secuencial de cobertura se puede establecer el cambio en el uso del suelo, el crecimiento de localidades urbanas, la pérdida de vegetación natural, así como el progreso de otros procesos de transformación o degradación que tienen impacto en el balance hidrológico. En síntesis, esta información, convenientemente procesada en los SIG aporta elementos para determinar la oferta y la demanda del recurso hídrico.

DISPONIBILIDAD DE DATOS CLAVE A NIVEL PAÍS Y CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO

Concebir y analizar una cuenca como unidad territorial y derivar información para el manejo y la gestión de cuencas, requiere de la existencia de bases de datos a las escalas espacial y temporal adecuadas, estandarizadas a nivel nacional, para ser procesadas en SIG. En México, la institución más importante en la oferta de datos para desarrollar los tratamientos descritos en este trabajo es el INEGI.

A nivel de datos geográficos, el único nivel de datos completo a nivel país y a una escala apta para el trabajo a nivel municipal en el manejo de cuencas es la cartografía plani-altimétrica, 1:50,000. La cartografía temática, en variables fundamentales del medio biofísico, también está completa, pero a escala 1:250,000. INEGI ofrece asimismo la fotografía aérea completa a varias escalas, entre el 1:25,000 y 1:75,000, así como imágenes de diversos sensores satelitales, de diferentes fechas, a varias resoluciones espaciales. A nivel de datos demográficos y económicos, INEGI proporciona los censos, a nivel localidad, y encuestas, de fechas diversas. Otro nivel de datos relevante es el aportado por la red nacional de observaciones hidro-meteorológicas (aforos de corrientes y estaciones que miden, principalmente, precipitación y temperatura), gestionada por la Comisión Nacional de Agua.

En el Instituto Nacional de Ecología están disponibles vía Internet las siguientes bases de datos, a nivel país, a escala 1:250,000: tipos de relieve; vegetación y uso del suelo (1976, 1993 y 2000); ángulo de la pendiente del terreno; cuencas hidrográficas; indicadores socio-económicos derivados de censos de INEGI.

En lo que respecta a la capacidad de procesamiento de datos y generación de información, son múltiples los centros, tanto de investigación como de la administración pública, que disponen de estaciones de procesamiento de datos de la percepción remota, bases de datos diversas, y de producción de cartografía. La tecnología que se utiliza es la más avanzada, y buena parte de la información de producción está disponible en la internet. En este sentido destacan los portales de INEGI, CONABIO, SEMARNAT y órganos desconcentrados de la misma (CNA, IMTA, INE).

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TOMA DE DECISIONES

Si bien existe un acervo importante de datos y equipo para desarrollar las tareas descritas en este trabajo, aún faltan datos básicos a la resolución regional y local, y no siempre existen todos los especialistas que se requieren para aportar información oportuna a los tomadores de decisiones.

Es importante estimular los procesos de fortalecimiento de las capacidades regionales y locales, particularmente a nivel de los consejos de cuenca, y otros organismos municipales y comunales que operen con una visión de cuenca. En esta tarea debe existir una coordinación efectiva entre las instancias gubernamentales, las académicas y las organizaciones sociales y de productores.

BIBLIOGRAFÍA

- Gonzalez, R. 2003. Joint learning with GIS: multi-actor resource management. *Agricultural Systems* 73 (1) 99-111.
- Kauffman, K. 2002. What if... the United States of America were based on watersheds? *Water Policy* 4(1):57-68.
- Krishna Pahari, Jean-Pierre Delsol y Shunji Murai 1996. Remote sensing and GIS for sustainable watershed management a study from Nepal. Paper presented at the 4th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, Karlstad-Kiruna-Tromsø, August 19-29, 1996. Se puede consultar en: www.nature.kau.se/nhc/hmrsc4/papers/PaEA_hm4.PDF.
- McCall, M. 2003. Seeking good governance in participatory-GIS: a review of processes and governance dimensions in applying GIS to participatory spatial planning. *Habitat International* (4): 549-573.
- Miller, R., P. Heilman y D. Guertin, 2004. Information Technology in Watershed Management Decision Making. *Journal of The American Water Resources Association*
- Socioeconomic Assessment and Land Degradation Modeling for Watershed Management by Using Remote Sensing and GIS. Se puede consultar en: www.virtualref.com/uncrd/196.htm.
- Swallow, B., N. Johnson y R. Meinzen-Dick Working with people in watershed management. *Water Policy*, 3(6): 449-455.
- Using GIS in Watershed Management. April 23, 2002. Princeton University, First Center Princeton, New Jersey Se puede consultar en: www.thewatershedinstitute.org/gisworkshop.html.

Algunos sitios vinculados al tema en México: www.semarnat.gob.mx, www.cna.gob.mx,
www.imta.gob.mx, www.inegi.gob.mx.

LA INVESTIGACIÓN DE PROCESOS ECOLÓGICOS Y EL MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS: UN ANÁLISIS DEL PROBLEMA DE ESCALA

José Manuel Maass

INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico y social depende, en gran medida, de sistemas productivos basados en la apropiación de los recursos y servicios que ofrecen los sistemas naturales. Uno de los objetivos centrales en el manejo integrado de cuencas hidrográficas es lograr esquemas de desarrollo basados en sistemas productivos económica, social y ecológicamente sustentables. La sustentabilidad ecológica de los sistemas productivos debe medirse utilizando criterios y referencias ecológicas (Maass 1999). El entendimiento de los procesos que estructuran y controlan la dinámica ecológica de los ecosistemas es crucial para definir estos criterios y referencias de sustentabilidad ecológica. Un aspecto generalmente ignorado que caracteriza a los procesos ecológicos es su naturaleza jerárquica. Ignorar dicho carácter de los ecosistemas, trae consigo serios problemas de manejo, limitando la sustentabilidad de los mismos. En este capítulo se discute la naturaleza jerárquica de los procesos que operan en los ecosistemas, así como las herramientas conceptuales y metodológicas para abordar los aspectos de escala en los esquemas de manejo integrado de cuencas hidrográficas.

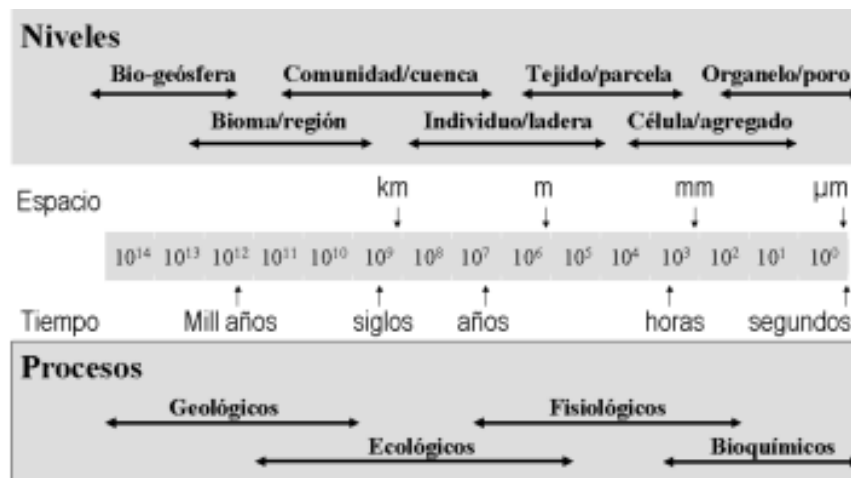
LA NATURALEZA JERÁRQUICA DE LOS PROCESOS ECOLÓGICOS

Un ecosistema es un conjunto de componentes bióticos y abióticos que interactúan utilizando y transformando la materia y la energía disponible en el ambiente (Maass y Martínez Yrizar, 1990). Los procesos que operan en los ecosistemas se dan de manera simultánea y anidada a diferentes esca-

las espaciales y temporales (ver figura 1). En un extremo tenemos procesos bioquímicos como la fotosíntesis o la respiración celular que operan a escalas de unas cuantas micras y toman segundos en ocurrir. En el otro extremo tenemos procesos geológicos como la formación de montañas y la deriva continental, que ocurren a escalas regionales y globales y operan en períodos de cientos de miles y millones de años. En medio tenemos procesos fisiológicos como la abscisión foliar o la digestión, que ocurren a una escala de cm^2 y en períodos de horas, y procesos ecológicos como la dispersión de semillas o el reciclaje de nutrientes, que operan a escalas espaciales de hectáreas y km^2 y que toman días o años en ocurrir.

Muchos de estos procesos están directa o indirectamente relacionados entre sí, operan de manera simultánea y de forma anidada (O'Neill *et al.* 1986). Por ejemplo, todos los años los árboles de los bosques tropicales secos tiran sus hojas durante la época de sequía como un mecanismo para evitar la pérdida de agua por transpiración. La falta de humedad en el ambiente durante la sequía inhibe los procesos de descomposición microbiana, dando

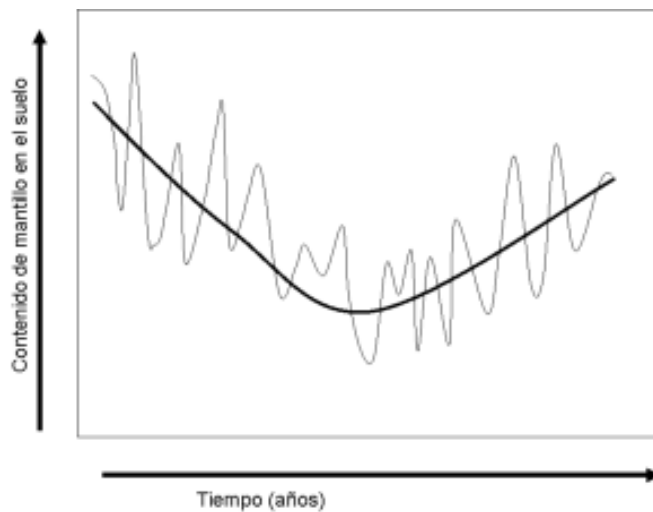
FIGURA 1. NATURALEZA JERÁRQUICA DE LOS PROCESOS QUE SE DAN EN EL ECOSISTEMA



Fuente: modificado de Osmond *et al.* 1980.

como resultado la acumulación de hojarasca sobre la superficie del suelo. Es común encontrar picos de acumulación de mantillo hacia finales de la época de sequía. Una vez ocurridas las primeras lluvias de la temporada húmeda, el proceso de descomposición se reestablece y los niveles de mantillo en el suelo disminuyen progresivamente hasta comienzos de la siguiente época de secas, cuando se reinicia el proceso de caída de hojarasca. Este ciclo de aumento y disminución de mantillo en el suelo ocurre anualmente. Sin embargo, no todos los años llueve lo mismo, por lo que los niveles máximos y mínimos de mantillo en el suelo varían año con año (figura 2). Las variaciones en el clima obedecen a fenómenos a escalas espaciales y temporales mucho mayores. Una secuencia de varios años secos seguidos de varios años húmedos generarán una dinámica en el mantillo en la que año con año el mantillo promedio en el suelo irá disminuyendo hasta un punto mínimo en la década, después del cual los niveles se irán recuperando paulatinamente. En este ejemplo claramente se observa un proceso que opera anualmente, anidado en otro que opera a escala de décadas.

FIGURA 2. OSCILACIÓN ANUAL EN EL CONTENIDO DE MANTILLO EN UN ECOSISTEMA



Los procesos ecológicos pueden estar anidados a más de dos escalas. Por ejemplo, unos instantes de luz solar penetrando el dosel de la vegetación puede estimular el proceso de fotosíntesis a nivel de unas cuantas células del tejido foliar de una planta del bosque. Este proceso fotosintético se repite en múltiples ocasiones a todo lo largo y ancho del dosel de un bosque, durante las horas del día en que el sol irradia al ecosistema. De manera cíclica la fotosíntesis ocurre principalmente durante el día y cesa durante la noche. Sin embargo estos ciclos no son constantes día con día ya que el número de horas que el sol irradia al día cambia con las estaciones del año, disminuyendo durante el invierno y aumentando durante el verano. Este efecto estacional en la irradiación solar y por tanto en el proceso fotosintético se acentúa conforme se aumenta en la latitud. La energía solar disponible para el proceso fotosintético es mayor y más constante a nivel del ecuador que en los polos. También hay que tomar en cuenta que las nubes disminuyen la cantidad de radiación solar que llega hasta la superficie terrestre, afectando con ello el proceso de fotosíntesis. Variaciones climáticas que operan a escalas temporales de décadas y a escalas espaciales continentales tales como el fenómeno de El Niño pueden aumentar o disminuir la nubosidad promedio en grandes extensiones de terreno, por ello, la cantidad de radiación solar que llega al ecosistema no es constante año con año. Como se puede apreciar, el proceso de fotosíntesis opera a múltiples escalas espaciales y temporales, y lo hace de manera anidada y jerárquica. Esto es, los procesos de menor escala operan embebidos y, en mayor o menor grado, controlados por los procesos que operan a mayor escala.

Un análisis similar se puede hacer con otros procesos ecológicos, tales como la erosión de los suelos, la humedad atmosférica, las tasas de descomposición de la hojarasca y la dinámica poblacional de bacterias, por sólo mencionar algunos ejemplos. Más aún, todos estos procesos no sólo están relacionados entre sí, sino además controlan y son controlados por una intrincada red de relaciones funcionales, que también opera de forma anidada y jerárquica a diferentes escalas espaciales y temporales.

LA INVESTIGACIÓN ECOLÓGICA SOBRE EL EFECTO DE ESCALAS

No obstante este carácter jerárquico de los procesos funcionales del ecosistema, su estudio rara vez se da de forma integrada. El fuerte sesgo

disciplinario de la investigación científica ha fomentado que los procesos ecológicos se estudien de manera separada y a escalas espaciales y temporales muy acotadas. De acuerdo con Tilman (1989), el 80 % de los estudios ecológicos reportados en las principales revistas científicas del área están basados en información obtenida en períodos menores a 3 años. Así mismo, más del 75 % de los estudios reportados sólo consideran 1 ó 2 especies. No es de extrañarse entonces que nuestro entendimiento de la dinámica funcional de los ecosistemas es aún muy limitado, particularmente en lo concerniente a los efectos de escala. Por ejemplo, poco se sabe sobre el impacto que tiene una perturbación humana sobre el ecosistema, cuando ésta se da a diferentes escalas espaciales y temporales. No es lo mismo tumar un solo árbol que talar 100 hectáreas de bosque. Tampoco tienen el mismo efecto quemar una parcela agrícola un par de años, que hacerlo año con año durante 3 décadas.

Los pocos estudios de procesos ecológicos realizados a diferentes escalas muestra la importancia de analizar este efecto de escala. Un ejemplo muy interesante lo constituye el trabajo de Wilcox y colaboradores (2003) en el que analizan, a largo plazo y en múltiples escalas espaciales la interacción entre la escorrentía, la erosión y la vegetación en un ecosistema semiárido de piñón-junípero en Nuevo México. En particular evaluaron tres supuestos muy comunes en estudios sobre erosión de suelo: 1) los datos de precipitación agregada pueden utilizarse para predecir escorrentía total en ambientes semiáridos; 2) la erosión y la escorrentía son independientes de la escala espacial y 3) los incrementos de escorrentía y erosión relacionados con el disturbio se mantienen constantes con el tiempo. Para ello, durante 8 años midieron la escorrentía superficial, así como la erosión generada por ésta en unidades experimentales de diferentes tamaños: micrositios ($1 \times 1 \text{ m}^2$); micrositios alargados ($1 \times 8 \text{ m}^2$); parcelas ($3 \times 10 \text{ m}^2$) y laderas ($30 \times 100 \text{ m}^2$). El estudio les permitió concluir que el volumen de precipitación por sí solo, sin importar cómo se agrega temporalmente, es un estimador pobre de escorrentía en paisajes semiáridos en los que los escurrimientos superficiales por limitaciones en la infiltración son los mecanismos dominantes de la generación de escorrentía. Así mismo, observaron que la escorrentía (por unidad de área) y la erosión decrecen en forma dramática y no lineal conforme aumentó la escala de análisis. Al parecer, la perturbación modifica el efecto de escala sobre la erosión y la escorrentía, tanto

directamente como por vía de la modificación de la vegetación. Finalmente demostraron que existe un umbral con respecto a los gradientes de pendiente, debajo del cual la erosión y la escorrentía regresarán eventualmente a los niveles predisturbio, y arriba del cual la erosión y la escorrentía se mantendrán a niveles acelerados.

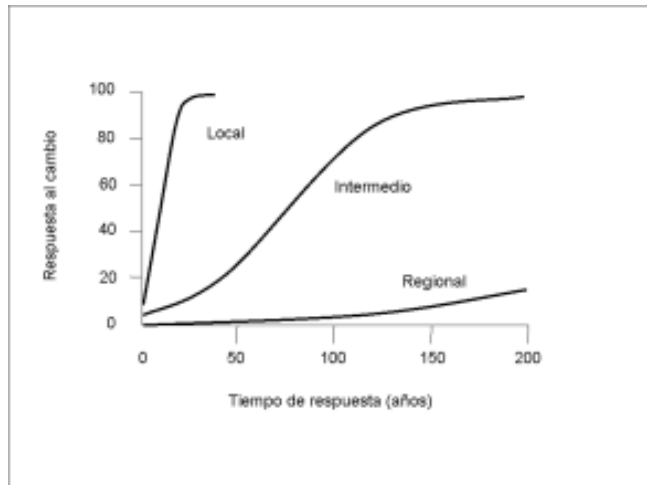
IMPLICACIONES EN EL MANEJO DEL FENÓMENO DE ESCALA

El estudio de Wilcox *et al.* (2003), claramente muestra la importancia que tiene entender el factor de escala a la hora de diseñar e implementar estrategias de manejo de ecosistemas, tanto naturales como transformados. En este caso el factor de escala analizado, en el contexto de un manejo, es de apenas una década y con variaciones espaciales entre m² y hectáreas. Sin embargo, el factor de escala también se presenta a escalas muy superiores, como es el caso del manejo de cuencas hidrográficas, que frecuentemente se da a escalas de cientos o miles de Km².

Como plantean Hatton *et al.* (2002), el tiempo que tarda un ecosistema en responder a los programas de manejo varía dependiendo de la escala en la que se da este manejo. Así por ejemplo, ante el impacto de la deforestación el régimen hidrológico de una cuenca puede observarse en unos cuantos años si se trata de una cuenca local (unas cuantas hectáreas). Sin embargo, tratándose de una cuenca regional (de cientos de miles de km²), los efectos de la deforestación pueden tomar cientos de años en manifestarse (figura 3).

El problema de salinización de áreas de cultivos en la parte baja de grandes cuencas hidrográficas en Australia, es un ejemplo muy interesante sobre respuestas, a gran escala, de los procesos de transformación del ecosistema. El problema de salinidad se manifestó cientos de años después de que comenzó el proceso de deforestación (Stirzaker, 2002). Para comprender la relación entre los problemas de salinidad en los suelos y los procesos de deforestación es necesario entender el balance hídrico de esta enorme cuenca hidrográfica. Silberstein *et al.* (2002) hacen una comparación del balance hídrico entre cuencas cubiertas con bosque de eucaliptos nativos y aquéllas en las que el bosque ha sido talado y remplazado por praderas para la cría de ovejas. En el caso de la cuenca con bosque de eucaliptos, calculan que de los 800 mm de lluvia que se incorporan anualmente, entre 700 y 800 mm salen de la cuenca en forma de agua evapotranspirada.

FIGURA 3. RETRASO EN LA RESPUESTA DEL ECOSISTEMA AL MANEJO
DEPENDIENDO DE LA ESCALA DE ANÁLISIS



Fuente: modificado de Hatton *et al.* 2002.

Esto es, prácticamente toda el agua que entra al ecosistema es utilizada por la vegetación y regresada a la atmósfera en forma de vapor. La poca agua que escapa al sistema radicular del bosque (menos de 100 mm) escurre a la parte baja de la cuenca. Cuando el ecosistema boscoso es transformado en praderas el balance hídrico cambia radicalmente, pues la capacidad que tienen los pastos de utilizar el agua que llega al suelo es menor que la de los árboles, por lo que de los 800 mm que entran por lluvia, las pérdidas por evapotranspiración se reducen a valores entre 500 y 650 mm. Esto es, con el proceso de transformación del ecosistema, los flujos de escorrentía hacia la parte baja de la cuenca se triplican (de 50 a 150 mm). La pendiente promedio en la parte baja de las cuencas es muy pequeña, por lo que el agua tarda mucho tiempo en drenar hacia afuera. Bajo esas condiciones, el aumento en los flujos de escorrentía genera un levantamiento de los mantos freáticos hasta niveles muy cercanos a la superficie del suelo. Al subir el nivel del agua, ésta disuelve sales acumuladas en los horizontes profundos y las aca-

reera hasta la superficie. El agua superficial se evapora y las sales se depositan sobre la superficie del suelo, que en casos extremos dan la apariencia de un pasaje nevado.

Una solución aparentemente obvia al problema de salinización de las tierras de cultivo, sería revertir la causa del mismo. Sin embargo, reforestar la parte alta de las cuencas puede no ser necesariamente la solución, inclusive puede llegar a ser contraproducente. Dada la escala regional a la que opera el proceso, el problema de salinidad se fue generando muy lentamente. Revertir dicho proceso mediante la reforestación tardará, igualmente, muchas décadas. En cambio, a una escala local, la reforestación tendrá efectos a corto plazo (de unos cuantos años). Conforme los árboles crecen, las tasas de evapotranspiración irán aumentando y, por tanto, el agua que llega hasta los ríos irá disminuyendo. Una disminución en la entrada de agua fresca en los ríos trae como consecuencia una disminución en su efecto de dilución, por lo que los ríos terminan aumentando su concentración de salinidad. Esto es, por resolver un problema generado por procesos que operan a escala regional (i.e. la salinización de los terrenos de cultivo), se exacerbará un problema generado por procesos que operan a escala local (i.e. salinización de los ríos y cuerpos de agua). Aquí claramente tenemos procesos a diferentes escalas, jerárquicos y anidados que de no entenderse y tomarse en cuenta, nos pueden llevar a soluciones que distan mucho de ser sustentables. Stirzaker *et al.* (2002) ven en la agroforestería como una posible solución al problema de salinización del paisaje australiano y analizan, con gran detalle, las causas, consecuencias y posibles soluciones de este fenómeno.

EL MANEJO DE ECOSISTEMAS COMO RESPUESTA METODOLÓGICA AL PROBLEMA DE ESCALA

En general, los problemas ambientales no están aislados. Otros fenómenos ecológicos, que también operan a diferentes escalas espaciales y temporales, generan situaciones igualmente preocupantes a la salinización en los terrenos de cultivo. Tal es el caso del cambio climático, la invasión de especies exóticas, la modificación del albedo regional, la pérdida de biodiversidad, etc. Todos estos problemas están, directa o indirectamente, relacionados entre sí, y si además a esto le agregamos los factores

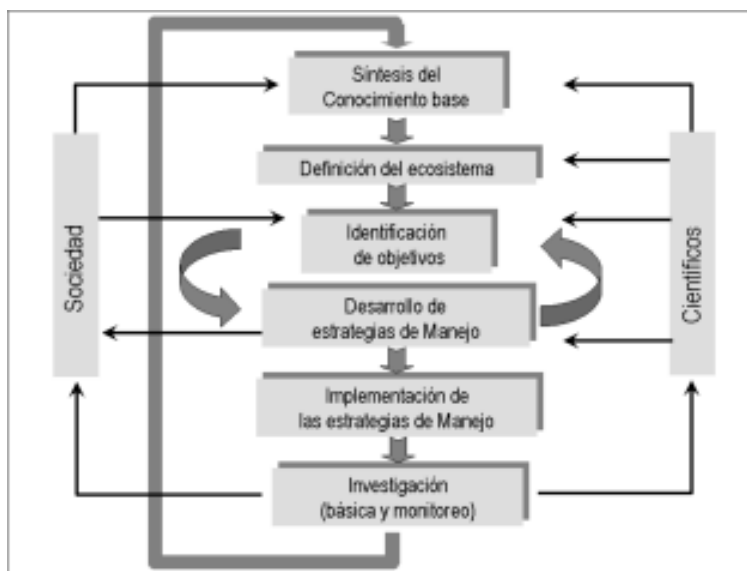
involucrados de corte social y económico, el problema ambiental se torna sumamente complejo. Ante la búsqueda de soluciones a estos grandes problemas ambientales, la pregunta que surge es: cómo se puede lidiar con tal complejidad sin caer, por un lado, en las propuesta simplistas condenadas al fracaso ante la imposibilidad de considerar tantos factores involucrados, o por el otro lado, al inmovilismo consecuencia del miedo a tomar decisiones ante la abrumadora incertidumbre que genera tal complejidad.

Ciertamente el predicamento es inquietante, y la solución incluye la búsqueda de nuevos paradigmas en muchas de las actividades que forman parte del quehacer humano, incluyendo aspectos tan importantes como la manera en que generamos conocimiento y la forma como nos apropiamos de los recursos y servicios que nos ofrece la naturaleza. En los últimos años, nuevos elementos conceptuales se han ido integrando para la conformación de lo que ahora se conoce como “manejo de ecosistemas” y que constituye un nuevo paradigma con respecto a la forma que ordenamos, usamos, conservamos o restauramos a la naturaleza. Entre los elementos conceptuales se destacan: el enfoque ecosistémico (e.g. Golley 1993), la resiliencia (e.g. Holling 1973), el manejo adaptativo (e.g. Holling 1978), la acción participativa (e.g. Kothari *et al.* 2000), las cuencas hidrográficas como unidades de manejo (e.g. Pringle 2001) y los servicios ambientales (e.g. Daily 1997).

Christensen *et al.* (1996) definieron el manejo de ecosistemas como “el manejo guiado por metas explícitas, ejecutado mediante políticas, protocolos y prácticas específicas, y adaptable mediante un monitoreo e investigación científica basada en nuestro mejor entendimiento de las interacciones y procesos ecológicos necesarios para mantener la composición, estructura y funcionamiento del ecosistema”.

Stanford y Pool (1996) en una versión gráfica del concepto de manejo de ecosistemas (figura 4), proponen que el programa de manejo comienza con una evaluación y síntesis del conocimiento de base sobre los procesos que estructuran y mantienen funcionando al ecosistema. Esta evaluación no se restringe a los estudios de corte científico, sino que también incorpora el conocimiento tradicional que los pobladores tienen sobre el mismo. Esta primera fase permite definir el ecosistema; se identifican claramente qué procesos ecológicos y qué componentes del ecosistema son los más relevantes en el control y/o mantenimiento de la integridad estructural y funcional del

FIGURA 4. PASOS A SEGUIR EN EL MANEJO DE ECOSISTEMAS



Fuente: traducido de Stanford y Pool 1996.

mismo y, por tanto, deben ser incorporados al esquema de manejo. Asimismo, permite establecer las escalas espaciales y temporales en las que se dan estos procesos funcionales. El manejo de ecosistemas puede tener varios propósitos: la conservación, la apropiación de los recursos naturales, el mantenimiento de servicios ecosistémicos, la restauración, etc. Así, es preciso identificar claramente el objetivo de manejo. Para ello, es de suma importancia incorporar a los diferentes sectores sociales en el proceso de identificación de objetivos. No sólo aquellos que participen directamente en el programa de manejo, sino también aquellos que tienen ingerencia o que se ven afectados indirectamente por el proceso. La definición de objetivos permite desarrollar una estrategia de manejo para alcanzarlos. En un inicio, los objetivos son muy generales, ambiciosos y hasta excluyentes (e.g. se persigue explotar un recurso sin alterar la estructura del sistema). Es por ello que el manejo requiere un proceso de iteración en el que, tanto objetivos como estrategias, se

afinan hasta lograr un esquema factible y consensuado entre los diferentes sectores sociales involucrados. Los pasos anteriores, determinarán la facilidad con la que se implemente el programa de manejo de ecosistemas. Sin embargo, aún cuando éste se ponga en marcha el proceso no terminará allí. El impacto del programa de manejo en el corto, mediano y largo plazos debe ser continuamente evaluado, a fin de corregir cualquier desviación generada, ya sea por una mala implementación o por la aparición de efectos no previstos. Es por ello que se entra en una etapa de investigación y monitoreo que retroalimenta el proceso en su fase inicial. Este mecanismo de adaptar el esquema de manejo a las nuevas condiciones, se conoce como «*manejo adaptativo*» (Holling 1973, 1978; Walters 1986).

Existen dos etapas en el modelo de manejo de ecosistemas, que nos permite abordar el problema de escala aquí discutido. Un primer tiempo, es durante la etapa de definición del ecosistema de estudio, durante el cual se identifica la escala espacial y temporal idónea para abordar un programa de manejo. Considerar las escalas inmediatamente por encima y por debajo de la escala a la que se pretende llevar a cabo el manejo, ayudará a identificar estos efectos inesperados. Así por ejemplo, si nos interesa diseñar un programa de manejo de una parcela agrícola de unas cuantas hectáreas por los próximos 10 años, será necesario incluir en nuestro análisis aquellos procesos que operan a escalas de km^2 y de 50 a 100 años (e.g. la dinámica hidrológica de la micro cuenca que surte de agua al predio; las variaciones climáticas de la últimas décadas; etc.). Un segundo tiempo, es durante la etapa de monitoreo, pues al evaluar el impacto que tiene la implementación de un esquema de manejo en la estructura y funcionamiento del ecosistema, nos permite detectar estos efectos inesperados que frecuentemente surgen al no considerar todos procesos relevantes. Esto es, ante la incertidumbre que genera tal complejidad de procesos ecológicos operando de manera simultánea y anidada a diferentes escalas espaciales y temporales en el ecosistema, un monitoreo continuo de la respuesta del ecosistema al manejo permitirá ir sintonizando el esquema de manejo.

CONCLUSIONES

Los procesos ecológicos operan de manera simultánea y anidada a diferentes escalas espaciales y temporales. El no reconocer este carácter jerárquico

de los procesos ecológicos trae como consecuencias limitaciones en el entendimiento del funcionamiento de los ecosistemas, así como problemas a la hora de implementar esquemas de manejo integrado de cuencas hidrográficas. Tradicionalmente los estudios ecológicos se realizan a escalas espaciales y temporales muy pequeñas (en unos cuantos m² y durante 2 o 3 años), mientras que el manejo de cuencas hidrográficas generalmente opera a escalas mucho mayores (por décadas y cientos de km²). No siempre es fácil extrapolar a gran escala datos obtenidos a pequeña escala. Es por ello importante realizar investigación ecológica a largo plazo y a gran escala. Existen experiencias exitosas a ese respecto, al igual que iniciativas nacionales e internacionales que estimulan este tipo de investigación ecológica. El protocolo de manejo de ecosistemas, el cual incluye un análisis de la escala óptima de abordaje al problema, así como un monitoreo constante del impacto del manejo en el ecosistema, está aportando herramientas conceptuales y metodológicas para abordar la complejidad que genera este carácter jerárquicos de los procesos que operan en la naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Se agradecen los comentarios al manuscrito por parte de Helena Cotler y de Martha Torres Torija, así como el apoyo técnico de Raúl Ahedo, Heberto Ferreira y Salvador Araiza en la preparación de este manuscrito. Esta es una contribución del Grupo “Cuencas” del Centro de Investigación en Ecosistemas de la UNAM, el cual ha recibido apoyo financiero por parte de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA, UNAM) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

BIBLIOGRAFÍA

- Christensen, N.L., A.N. Bartuska, J.H. Brown, S. Carpenter, C. D'Antonio, R. Francis, J.F. Franklin, J.A. MacMahon, R.F. Noss, D.J. Parsons, C.H. Peterson, M.G. Turner y R.G. Woodmansee 1996. The Report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. *Ecological Applications* 6(3): 665-691.
- Daily, G. C. (Ed.) 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, EE.UU.

- Golley, F.B. 1993. *A History of the Ecosystem Concept in Ecology*. Yale University Press, New Haven. Holling, C.S. 1973. *Resilience and Stability of Ecological Systems*. Annual Review of Ecology and Systematics. 4:1-23.
- Hatton, T., P. Reggiani y G. Hodgson 2002. The role of trees in the water salt balances of catchments. Stirzaker, R., R. Vertessy y A. Sarre (eds). *Trees, Water and Salt: an Australian Guide to Using Trees for Healthy Catchments and Productive Farms*. Joint Venture Agroforestry Program and CSIRO, Australia. Pp 28-42.
- Holling, C.S. (ed) 1978. *Adaptive Environmental Assessment and Management*. Wiley, Londres.
- Kothari, A., N. Pathak y F. Vania. 2000. Where Communities Care: Community-based wildlife and ecosystem management in South Asia. Evaluating Eden Series No. 3 Kalpavriksh and International Institute of Environment and Development. Pune, India.
- Maass, J. M. 1999. Criterios ecológicos en el manejo sustentable de los suelos. En *Conservación y Restauración de Suelos*. C. Sibe, H. Rodarte, G. Toledo, J. Echevers y C. Oleschko (eds.). PUMA/UNAM. Pp. 337-360
- Maass, J.M. y A. Martínez-Yrizar 1990. Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. *Ciencias* (Núm. Esp.) 4: 10-20.
- O'Neill, R. V., D. L. DeAngelis, J. B. Waide y T.F. H. Allen 1986. *A Hierarchical Concept of Ecosystems*. Monogr. Population Biol. 23. Princeton Univ. Press, Princeton.
- Osmond C.B., O Björkman y D.J. Anderson 1980. *Physiological Processes in Plant Ecology*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Pringle, C.M. 2001. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: A global perspective. *Ecological Applications* 11(4): 981-998.
- Stanford, J.A. y G.C. Poole 1996. A protocol for ecosystem management. *Ecological Applications* 6(3): 741-744.
- Silverstain, R, R. Vertessy y R. Stirzaker 2002. The basics of catchment hydrology. Stirzaker, R., R. Vertessy and A. Sarre (Eds). 2002. *Trees, Water and Salt: An Australian Guide to Using Trees for Healthy Catchments and Productive Farms*. Joint Venture Agroforestry Program and CSIRO, Australia. Pp: 11 a 25.
- Stirzaker, R., R. Vertessy y A. Sarre (eds) 2002. *Trees, Water and Salt: An Australian Guide to Using Trees for Healthy Catchments and Productive Farms*. Joint Venture Agroforestry Program and CSIRO, Australia.
- Tilman, D. 1989. Ecological experimentation: strengths and conceptual problems. En Likens, G.E. (ed). *Long-Term Studies in Ecology*. Springer-Verlag, Nueva York. Pp. 136-157.

- Walters, C.J. 1986. *Adaptive Management of Renewable Resources*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Wilcox, B.P., D.D. Breshears y C.D. Allen 2003. Ecohydrology of a Resource-Conserving semiarid woodland: effects of scale and disturbance. *Ecological Monographs* 73(2): 223-239.

EL ANÁLISIS DEL PAISAJE COMO BASE PARA EL MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS: EL CASO DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA

Helena Cotler y Angel Priego

INTRODUCCIÓN

El análisis ambiental en un contexto de cuencas permite entender las interrelaciones entre los recursos y condiciones naturales (relieve-suelo-clima-vegetación), así como las formas en las cuales la población se organiza para apropiarse de los mismos y su impacto en la cantidad, calidad y temporalidad del agua. El enfoque de cuencas nos da la posibilidad de evaluar y de explicar las externalidades resultantes de los diferentes usos del suelo. Por esta razón se considera que las cuencas hídricas constituyen un marco apropiado para el análisis de los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos suelo, agua y vegetación. Sin embargo, para llevar a cabo estos estudios se requiere que la investigación se realice utilizando herramientas integradoras de conceptos.

Como entidad espacial, la cuenca funciona como un sistema complejo, dinámico y abierto, sin embargo, esta unidad no encierra la idea de homogeneidad, por lo que el gran reto para la caracterización del medio biofísico consiste en delimitar unidades ambientales homogéneas donde se pueda realizar una caracterización integral de los componentes naturales que permita aprehender su integralidad sin perder de vista la heterogeneidad espacial. Para ello, el análisis de paisajes físico-geográficos es de gran utilidad, pues permite obtener el inventario de los ecosistemas a nivel geográfico.

La importancia del enfoque físico-geográfico radica en que ofrece una visión integradora de la naturaleza en la superficie terrestre, incluyendo las modificaciones antrópicas. Tal integración se basa en los principios estructuro-

genéticos e histórico-evolutivos de la geosfera, lo que garantiza esclarecer la estructura espacial de un territorio dado, con propósitos de ordenamiento ecológico, manejo de áreas protegidas, entre otros (Priego *et al.* 2004a).

Este enfoque contrasta con el uso de las clasificaciones parciales por componentes naturales (suelos, vegetación, clima, relieve, geología, hidrología, etc.) que no permiten obtener una visión holística de la naturaleza, pues se basan en las peculiaridades de un geocomponente dado, mientras que el enfoque paisajístico otorga igual peso específico a todos los componentes y los integra en una perspectiva espacial que facilita esclarecer las propiedades inherentes al geosistema como un todo (Priego *et al.* 2004a). Otra característica esencial del levantamiento, clasificación y cartografía de los paisajes es su estructura taxonómica, en base a factores de diferenciación que inciden a distintos niveles espaciales.

Por otro lado, la cartografía de los paisajes hidrológicos permite obtener una caracterización adecuada de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas (cabecera, captación-transporte y emisión), lo cual es esencial para comprender la dinámica del uso del suelo en las cuencas hidrográficas.

Tomando en consideración lo anterior, el objetivo del presente estudio es abordar algunas peculiaridades del análisis de los paisajes físico-geográficos e hidrológicos de la cuenca Lerma-Chapala como marco espacial para explicar las repercusiones de los cambios de los usos del suelo sobre el funcionamiento hidro-ecológico de la cuenca.

EL ANÁLISIS DE LOS PAISAJES EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA

La cuenca Lerma-Chapala se localiza en la parte central de México (19°03' a 21°34'N y 99°16' a 103°31' W), donde se extiende desde el nacimiento del Río Lerma (a 4,600 msnm) hasta su desembocadura en el Lago de Chapala (a 1600 msnm), abarcando una extensión de 53,591.3 km², lo que representa el 2.73 % del territorio nacional. Asentada principalmente en un medio de origen volcánico extrusivo, el amplio gradiente altitudinal (3,000 metros) explica la presencia de más de 15 comunidades vegetales dispuestas en tipos de suelo contrastantes, dando lugar a unidades de tierra con diferente uso, aptitud y vulnerabilidad.

La estratificación básica de las unidades de paisaje se realizó a través de las formas del relieve, las cuales al constituir los componentes más estables

del paisaje, en comparación con los más dinámicos tales como la cobertura vegetal, pueden ser aprehendidas desde el punto de vista de su geometría o morfometría (altitud, altura relativa, inclinación, orientación de la pendiente). Los índices diagnósticos, las definiciones de las unidades taxonómicas de los paisajes, el análisis de los factores de diferenciación y la estructura detallada de la leyenda se pueden consultar en Priego et al. 2004a.

Además del relieve, el papel preponderante en la diferenciación geocológica está dada por el clima que condiciona la división de la cuenca en dos grandes zonas hidroclimáticas (climas húmedos y secos), lo que da lugar a cuatro tipos de climas: templados semifríos húmedos localizados en la parte alta de la cuenca, los climas templados húmedos y áridos templados secos ubicados en la cuenca media y los templados semicálidos subhúmedos en la parte baja de la cuenca. Por su parte, la morfogénesis del relieve de la cuenca Lerma-Chapala, favorece el predominio de morfoestructuras de tipo tectónico-erosivas, volcánico-erosivas y volcánico-denudativas en su mayor parte (Priego *et al.* 2004a)

El análisis de paisaje en la cuenca Lerma Chapala se estableció a dos niveles jerárquicos. El primer nivel está compuesto por características del basamento geológico, el complejo de mesoformas del relieve y el tipo de clima, mientras que la distribución de las comunidades vegetales y de los suelos se subordinan a regularidades similares. El segundo nivel está caracterizado por una mesoforma completa o parte de una mesoforma del relieve, con el predominio de un tipo de roca madre y de un complejo de suelos. La escala regional de trabajo permitió la cartografía de estas dos unidades taxonómicas a escala 1:250 000 (Priego *et al.* 2004a), los mapas también pueden ser desplegados en <http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/mapas.html>. En conjunto se obtuvieron 70 unidades superiores de paisaje y 478 unidades inferiores, reflejo de la vasta diversidad de los componentes naturales (geólogo-geomorfológico, hidro-climático y edafo-biógeno) presentes en la cuenca Lerma-Chapala.

EL PAPEL DE LAS UNIDADES DE PAISAJE EN EL FUNCIONAMIENTO HIDRO-ECOLÓGICO DE LA CUENCA

La distribución de las unidades de paisaje en las zonas funcionales de la cuenca nos permite inferir la importancia de cada una de ellas para la ob-

tención de servicios ambientales (tales como la recarga de agua), así como su fragilidad intrínseca y su vulnerabilidad ante la presión antrópica.

La forma irregular de la cuenca Lerma-Chapala determina que el área de captación-transporte sea la más extensa de la cuenca abarcando el 59.76 % de su área total, mientras que la cabecera ocupa 23.84 % y la zona de emisión el 16.4 % del área total. Cada una de estas zonas funcionales juega un papel particular en el funcionamiento hidro-ecológico de la cuenca y presenta un grado de fragilidad diferente. La zona de cabecera constituye el área donde inician los cursos de agua. Esta función se logra cuando los suelos, generalmente bajo cubierta forestal, se saturan de agua fomentando la infiltración ante el escurrimiento. No está de más decir que la función de esta zona es vital para el funcionamiento de toda la cuenca y que dada las condiciones que requiere su funcionamiento, su fragilidad es elevada. La zona de captación-transporte, la más extensa, se caracteriza por ser la zona donde concurren los cursos de agua, transportando materiales, sedimentos y nutrientes. Finalmente, la zona de emisión, es la zona de recepción de los cursos de agua, que se encuentran en su estado más caudaloso y dado el relieve, con menor energía.

En la cuenca Lerma-Chapala, la mayoría de las subcuencas abarcan las zonas de cabecera y captación-transporte, siendo sólo 5 subcuencas las que comprenden las zonas de cabecera y de emisión. Sólo la cuenca de Cuitzeo comprende las tres zonas funcionales, mientras que la subcuenca del Lago de Chapala incluye sólo la zona de emisión (PLADEYRA, 2003).

En la zona de cabecera, se ubican principalmente siete unidades de paisaje cuya característica principal es la de pertenecer a montañas de origen volcánico con suelos dominantes de tipo Faeozem y Leptosoles que mantienen una vegetación en forma de bosque primario, secundario y pastos, con un alto a muy alto grado de biodiversidad.

En la zona de captación-transporte se presentan 26 unidades de paisaje con formas de relieve que varían entre piedemontes, colinas y llanuras, con suelos dominantes de tipo Andosoles y Vertisoles que son utilizados principalmente para la instalación de cultivos y pastos, como vegetación natural domina el matorral secundario y el bosque secundario, con un grado de biodiversidad medio a muy alto. En la zona de emisión, las formas de relieve son principalmente llanuras aunque también se encuentran lomeríos, piedemontes y colinas, con suelos de tipo Vertisol quienes mantienen una

vegetación antrópica de cultivos y pastos, y un matorral con un grado de biodiversidad medio a muy alto (http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/download/diag_lerma_chapala.pdf Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas -INE, 2003). Un resumen de las principales unidades de paisaje y sus usos prioritarios se encuentran en el cuadro 1.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

El grado de deterioro de la cuenca Lerma-Chapala se expresa claramente en el cambio de uso de la tierra donde se evidencia una pérdida de la vegetación natural. Durante el período 1976-2000, se registró una disminución de 817.2 km² de selvas y 1,562.2 km² de bosques, a favor de la expansión de áreas de cultivo (+107.86 km²) de pastizales cultivados e inducidos (+758.7 km²) y, de matorrales y bosques secundarios (+263.5 y +975.37 km² respectivamente http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/download/diag_lerma_chapala.pdf Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas INE, 2003). La dinámica espacio-temporal de la cubierta vegetal no es homogénea en la cuenca. Durante los últimos 25 años (1976-2000) la disminución de bosques y selvas afectó principalmente la zona de cabecera, dando lugar a bosques secundarios y pastos cultivados o inducidos, afectando la función de recarga de esta zona. Por otro lado, las condiciones ambientales de la zona de captación-transporte favorecieron la instalación de asentamientos humanos y del corredor industrial, mientras que los cultivos aumentaron su extensión en la zona de emisión (Esquivel y Fregoso, 2003, a escala 1:250 000 puede ser consultado en www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/mapa_cambio.html).

El crecimiento del área cultivada en la cuenca impacta sobre el funcionamiento hidro-ecológico de toda la cuenca. La producción agrícola en la cuenca Lerma-Chapala no se ha caracterizado por su diversificación, entre el 80 al 90 % del área cultivada está dominada sólo por siete cultivos: maíz grano, frijol, alfalfa, avena, cebada, trigo, sorgo. Entre ellos, la agricultura de temporal sigue siendo dominante, especialmente en la zona de captación-transporte. Sin embargo, es también en esta zona así como en la zona de cabecera donde se observa un incremento de la superficie de riego (25.8 y 2.1 %, respectivamente). Parte del abastecimiento de agua para esta actividad está asegurada por las aproximadas 328 presas y bordos construidos

en la cuenca, cuya distribución se encuentra concentrada principalmente en la zona de captación y transporte (70 %), mientras que tanto en la cabecera como en la zona de emisión se encuentran el 15 % de las presas respectivamente. La captura de los ríos kilómetros abajo de su formación ocasiona importantes impactos ecológicos en toda la cuenca. Así, las presas fragmentan la conectividad de los ecosistemas fluviales e interrumpen el flujo y los pulsos que mantienen a los hábitats riparios, los cuales renuevan y enriquecen las planicies, deltas y suelos de la cuenca baja y, controlan y regulan las fluctuaciones hídricas extremas. La introducción de estos cambios sobre el flujo natural del agua provoca el aislamiento de poblaciones e interrumpe las migraciones de otras especies, modificando la calidad del agua “presa abajo” en relación a los cambios de temperatura, cantidad de nutrientes, turbidez, gases disueltos, concentración de metales pesados y minerales. Entre otros impactos, también es relevante el cambio de la morfología del sistema hidrológico en cuanto a la variabilidad total de los flujos y del cambio estacional, sus fluctuaciones y extremos, a los que se han adaptado y dependen una miríada de fauna y flora (Mc Cully, 2001), aspectos que aún faltan por analizar para el caso de la cuenca Lerma-Chapala.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS

Dada la interconexión intrínseca entre los recursos naturales en una cuenca, el cambio del uso de la tierra repercute directamente en la estabilidad y la calidad de los suelos. Como respuesta al cambio de la vegetación natural a sistemas de producción agrícolas y pecuarios, en zonas poco adecuadas para ello, el 73.7% de la cuenca presenta algún grado de degradación de suelos (Semarnat, Colegio de Posgraduados, 2002).

La degradación de los suelos, entendida como los procesos inducidos por el hombre que disminuyen la capacidad actual y/o futura del suelo para sostener la vida humana (Oldeman, 1998), está relacionada con el régimen climático, las condiciones geomorfológicas y las características intrínsecas de los suelos pero sobre todo con la deforestación, el establecimiento de sistemas agropecuarios inapropiados y el impacto que causan las políticas públicas en el medio ambiente.

La distribución de estos procesos de degradación (figura 1) responde claramente a sus principales factores desencadenadores. Así los procesos de

CUADRO 1. RESUMEN DE LAS PRINCIPALES UNIDADES DE PAISAJE POR ZONA FUNCIONAL Y SUS USOS PRIORITARIOS

ZONA FUNCIONAL	PRINCIPALES UNIDADES DE PAISAJE	USO AGRÍCOLA		TASA DE CAMBIO DE USO DEL SUELO ¹ (1976-2000)	DEGRADACIÓN DE SUELOS
		RIEGO (%)	TEMPORAL (%)		
Cabecera	Montañas y lomeríos volcánicos-erosivos, con cultivos, bosques primarios y secundarios, pastizales inducidos y cultivados sobre Faeozem y Leptosoles	2.14	30.45	Bosque: -0.013 Bosque secundario: 0.021 Matorral secundario: 0.027 Pastizales inducidos y cultivados: 0.008	Erosión hídrica superficial y declinación de la fertilidad
	Piedemontes volcánicos-denudativos, Colinas volcánicas-erosivas y fluvio-estructurales, llanuras volcánicas-denudativas con cultivos, pastizales inducidos y cultivados, pastizales naturales y selvas secundarias sobre Andosoles y Vertisoles..	25.83	33.75	Selvas: -0.019 Bosque: -0.019 Bosque secundario: 0.008 Matorral secundario: 0.018 Pastizales inducidos y cultivados: 0.005	Declinación de la fertilidad y erosión hídrica superficial
Emisión	Llanuras tectónicas-erosivas, lomeríos volcánicos-erosivos, colinas volcánicas-erosivas con cultivos, selvas secundarias y pastizales inducidos y cultivados sobre Vertisoles.	28.51	24.88	Selvas: -0.022 Bosque: -0.022 Bosque secundario: 0.027 Matorral secundario: -0.004 Pastizales inducidos y cultivados: 0.001 Selvas: -0.011 Cuerpos de agua: -0.007	Declinación de la fertilidad y erosión hídrica superficial y salinización

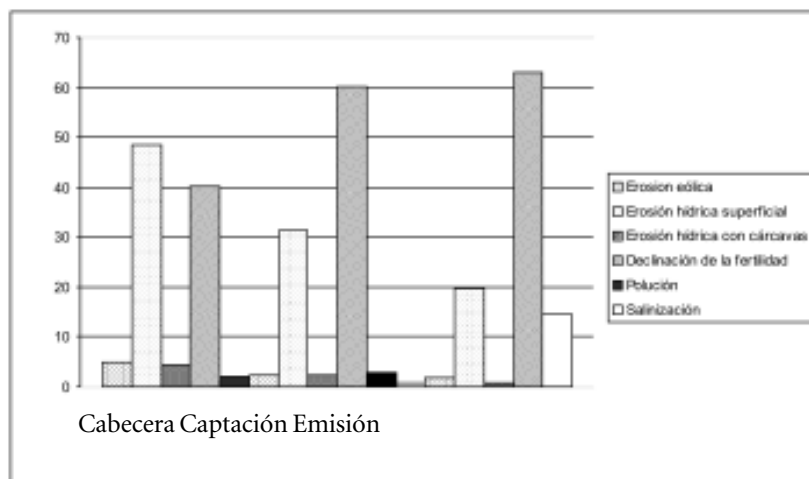
1. Tasa de cambio evaluada según FAO (1995).

erosión hídrica superficial son dominantes en la zona de cabecera, donde el cambio del uso del suelo en fuertes pendientes, aumentan la susceptibilidad del suelo ante el impacto de las gotas de lluvia. A medida que el ángulo de las pendientes va disminuyendo, hacia la zona de emisión, el proceso de erosión hídrica superficial también disminuye. Inversamente, la declinación de la fertilidad aumenta de la zona de cabecera hacia la zona de emisión. Este último proceso se encuentra estrechamente ligado con aquellos sistemas de producción altamente mecanizados, los cuales se dan principalmente en laderas y llanuras de pendiente menores a 5°. Los procesos de salinización se encuentran en aquellas zonas de menor precipitación, mayor insolación y donde la acumulación de sales provenientes, entre otras fuentes, de los fertilizantes utilizados en las áreas agrícolas se acumulan. En ese sentido, la zona de emisión presenta una mayor extensión afectada por este proceso de degradación.

¿HACIA DÓNDE VA LA VULNERABILIDAD DE LA CUENCA?

El manejo de los recursos naturales en la cuenca no siempre ha sido dictado por la aptitud de los paisajes físico-geográficos; las políticas públicas, la demanda del mercado y varios modelos de desarrollo han marcado también los tipos de aprovechamiento en el tiempo. En este contexto, la conjunción del cambio de uso del suelo, el desarrollo hidráulico marcado por la retención del agua en presas y bordos, la práctica de sistemas de producción inadecuados que fomentan procesos de degradación de suelos y la instalación de asentamientos humanos en zonas de riesgo originan un aumento de la vulnerabilidad de la cuenca. Como ejemplo, podemos mencionar los efectos causados por las lluvias durante el año 2003. En ese año, ante un aumento de hasta 40% de la precipitación total se reportaron daños por pérdida de cultivos, principalmente maíz, sorgo, trigo, cebada, fresas y hortalizas en general. Sólo en Michoacán se reportaron hasta 20 mil hectáreas afectadas en perjuicio de 5 mil 300 productores y de cerca de 30 mil jornaleros. En Guanajuato se estimaron pérdidas de 500 millones de pesos por cultivos inundados, mientras que la Secretaría de Desarrollo Agropecuario reportó daño en 70 mil hectáreas y 10 mil productores afectados. Según esta misma fuente sólo la pérdida de cultivos ocasionó un costo de 500 millones de pesos. Asimismo, los delegados estatales que inte-

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE SUELO EN LAS ZONAS FUNCIONALES DE LA CUENCA LERMA CHAPALA



gran la cuenca informaron que 127 mil hectáreas de cultivo resultaron afectadas por las inundaciones en esos cinco estados (*La Jornada*, 27 de Septiembre).

Paralelamente, la destrucción de carreteras e infraestructura urbana provocó un costo aproximado de 50 millones de pesos. El encauzamiento del río Lerma, el azolvamiento de las presas originado, en gran parte, por el intenso cambio de uso del suelo y los procesos de erosión hídrica en la cabecera y en la zona de captación de la cuenca coadyuvaron a los desbordamientos de varios ríos en la cuenca. El mismo río Lerma se desbordó en los municipios ribereños desde la presa Tepuxtepec hasta la desembocadura en el lago de Chapala, mientras que el desbordamiento del río Laja afectó muchos asentamientos humanos. Asimismo se reportaron hasta 6 presas saturadas. La presa Solís desalojó hasta 180 metros cúbicos por segundo, provocando inundaciones en el municipio de Acámbaro, por otro lado, la presa Allende desfogó hasta 270 metros cúbicos por segundo.

Como consecuencia, unas 100 mil personas resultaron damnificadas a consecuencia de las lluvias, según la Secretaría de Gobernación. El costo total aproximado de los daños se encuentran alrededor de 600 millones de pesos. Sin embargo, estos costos pueden considerarse tímidos ya que no incorporan el daño ecológico que las inundaciones acarrearán. Estos daños pueden definirse, entre otros, por el cambio de propiedades en los suelos al verse inundados y sepultados por materiales extraños y perjudiciales, por la destrucción de las riberas y de los escasos ecosistemas ribereños o por la extracción de árboles y aumento de la mortandad de fauna acuática por la contaminación de los cuerpos de agua, entre otros.. Este tipo de eventos expone el comportamiento de la cuenca ante las diferentes manifestaciones de la presión antrópica, en el uso de los recursos naturales. Además es necesario considerar que esta vulnerabilidad podría ir en aumento ante la recurrencia de eventos hidroclimáticos extremos como producto del cambio climático.

Ante este evento, el Consejo de la Cuenca Lerma Chapala mantuvo el mismo enfoque, que en parte acentuó los daños, es decir solicitar al gobierno federal incluir una partida especial en el presupuesto del 2004 para infraestructura hidráulica, presas y bordos para los cinco estados (La Jornada 27 de Septiembre 2003).

CONCLUSIONES

El análisis de una cuenca conlleva a comprender la estructura, el funcionamiento y la distribución de los ecosistemas que la conforman. Para ello, el enfoque físico-geográfico permite una visión integradora de todos los componentes naturales. La ubicación de estos paisajes en el marco de las zonas de funcionamiento de la cuenca incorpora la idea de su fragilidad y vulnerabilidad ambiental y sobretodo posibilita el entendimiento de la cantidad, calidad y temporalidad del agua, como eje integrador, desde un punto de vista ecosistémico.

En la cuenca Lerma-Chapala, la zona de cabecera aún mantiene una cobertura vegetal natural con un alto grado de diversidad, sin embargo en los últimos 25 años la presión antrópica, a través del cambio de uso del suelo ha ocasionado una intensa fragmentación, a tal punto que se está perdiendo la conectividad entre las áreas de vegetación natural. La extensión de la vegetación secundaria influye en el aumento de procesos

de erosión hídricos. La repercusión de estos procesos afecta tanto la capacidad de recarga como el incremento de la carga de sedimentos, que disminuyen la calidad de los cuerpos de agua y el tiempo de vida de muchas presas.

En la zona de captación-transporte, el cambio de uso del suelo de los últimos 25 años determinaron el aumento de la presión por agua de uso doméstico e industrial, el incremento de residuos líquidos y sólidos provenientes de asentamientos humanos y de industrias; la reducción de agua libre en el ambiente por su captura en bordos y presas y, la contaminación del agua por los agroquímicos utilizados en las áreas agrícolas. Siendo la función principal de esta zona el transporte de materiales, nutrientes y sedimentos aguas abajo, el deterioro del recurso agua en esta zona implica también la exportación de condiciones ecológicas adversas que impactarán los ecosistemas de la zona de emisión.

Esto último puede constatararse con la reducción de más de 200 km² de superficie de agua, originada probablemente por la retención y el consumo de este elemento aguas arriba.

El uso inapropiado de los ecosistemas se manifiesta con un aumento de la vulnerabilidad de la cuenca en su conjunto. Actualmente es ampliamente aceptado que la cuenca Lerma Chapala se encuentra en un punto de quiebre, donde la continuidad de las políticas y programas actuales podrían ocasionar la pérdida total de viabilidad ambiental y social de esta región.

BIBLIOGRAFÍA

- Cotler H., G. Bocco, A. Velásquez. 2004. El análisis del paisaje como base para la restauración ecológica. En: Sánchez, O. *et al. Diplomado en restauración ecológica*. INE-SEMARNAT, United States Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A. C., Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM (en prensa).
- Cotler H., A. Priego, C. Rodríguez, Enriquez C. 2004. Determinación de zonas prioritarias para la eco-rehabilitación de la cuenca Lerma-Chapala. *Gaceta ecológica* 71: 79-92.
- Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas. 2003. Diagnóstico socio-ambiental de la cuenca Lerma-Chapala, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, 226p. www.ine.gob.mx.

- Esquivel, N. y A. Fregoso. 2003. Cambio del uso del suelo en la Cuenca Lerma-Chapala, México en el período 1976-2000 a escala 1:250 000. Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT. www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/mapa_cambio.html.
- FAO. 1995. *Forest resources assessment. Global synthesis*. Forestry Paper 124. FAO, Roma.
- Mc Cully, P. 2001. *Silenced rivers: The ecology and politics of large dams*. Zed Books.
- Oldeman, L.R. 1988. Guidelines for general assessment of the status of human-induced soil degradation. Working paper 88/4. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageningen.
- PLADEYRA S.C. (Planeación, Desarrollo y recuperación ambiental) 2003. Estudio de paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma Chapala. 83 pp.
- Priego, A. y H. Morales 2003. Paisajes físico-geográficos a escala 1:250 000, nivel jerárquico superior en la cuenca Lerma-Chapala, México. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México. http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/mapa_paisajefis.html.
- Priego, A., H. Morales y C. Enriquez. 2004a. Paisajes Físico-Geográficos de la Cuenca Lerma-Chapala, México. *Gaceta ecológica* 71: 11-22.
- Priego A., H. Cotler, A. Fregoso, N. Luna y Enríquez C. 2004b. La dinámica ambiental de la cuenca Lerma-Chapala. *Gaceta ecológica* 71: 23-38.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Colegio de Posgraduados de Chapingo (2002) Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República mexicana (1/250,000). SEMARNAT, México.

ALGUNAS RELACIONES ENTRE CAMBIOS NATURALES, EFECTOS ANTRÓPICOS Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO LERMA

Alain Winckell y Michel Le Page

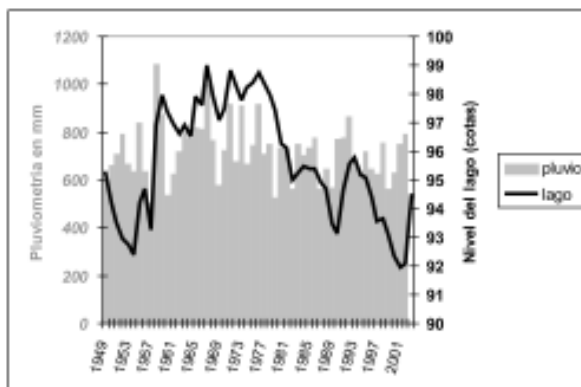
Este trabajo se ubica en el marco general de la investigación realizada en colaboración entre el Institut de Recherche pour le Développement (IRD) de Francia y la Universidad de Guadalajara, mediante un convenio de cooperación firmado en septiembre de 2001 cuya finalidad llegar a comprender tanto la evolución de la problemática ambiental y social en la cuenca Lerma de Río Lerma desde la década de los años 50, como sus consecuencias sobre el deterioro del balance del lago de Chapala y sus relaciones con el abastecimiento de agua a la conurbación de Guadalajara.

El objetivo particular de este trabajo es presentar algunos de los resultados preliminares acerca de los diversos ámbitos que se relacionan con esta evolución negativa del lago, así como aportar información con respecto a la importancia que tienen los factores tanto naturales como antrópicos en este proceso, y exponer algunos de los problemas inherentes al manejo de la información existente.

UNA DEGRADACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Una evaluación precisa del impacto eventual de una degradación de las condiciones naturales pluviométricas obliga a establecer una relación entre el agua aportada por los fenómenos meteorológicos, la lluvia, y el agua que se registra en los ríos aguas abajo de la cuenca, el escurrimiento hídrico. Se procedió a la realización de este balance mediante una regionalización de las cuencas unitarias agrupando éstas en cuatro regiones o "grandes subcuencas":

FIGURA 1. 50 AÑOS DE PLUVIOMETRÍA EN LA CUENCA DEL RÍO LERMA VERSUS LA EVOLUCIÓN DEL LAGO DE CHAPALA



- " la cuenca alta, hasta la estación hidrométrica de El Tambor (5,654 km²), área de mayor concentración de aguas en la cuenca;
- " una parte transicional hasta la estación de Salvatierra (9,317 km²) a partir de la cual se reparte con fines agrícolas, el agua almacenada en las presas;
- " la parte intermedia donde se localiza la mayoría de las actividades agrícolas, incluyendo los grandes distritos de riego 011 y 085, que la estación de Salamanca (24,270 km²) permite monitorear;
- " y la parte baja que se termina en Yurécuaro (38,775 km²), última estación con datos hidrométricos confiables y sobre un período largo y representativo.

ACERCAMIENTO A LA DINÁMICA PLUVIOMÉTRICA

Como la finalidad de esta parte del estudio es estudiar las reparticiones espaciales como temporales al nivel más fino de desagregación espacial, el de la subcuenca, fue necesario regresar a los datos básicos lo más precisos y exhaustivos.

Se utilizaron así las bases de datos existentes sobre el tema, como las del Sistema ERIC publicado por la CNA y el IMTA, y los datos climatológicos

FIGURA 2a. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL RÍO LERMA

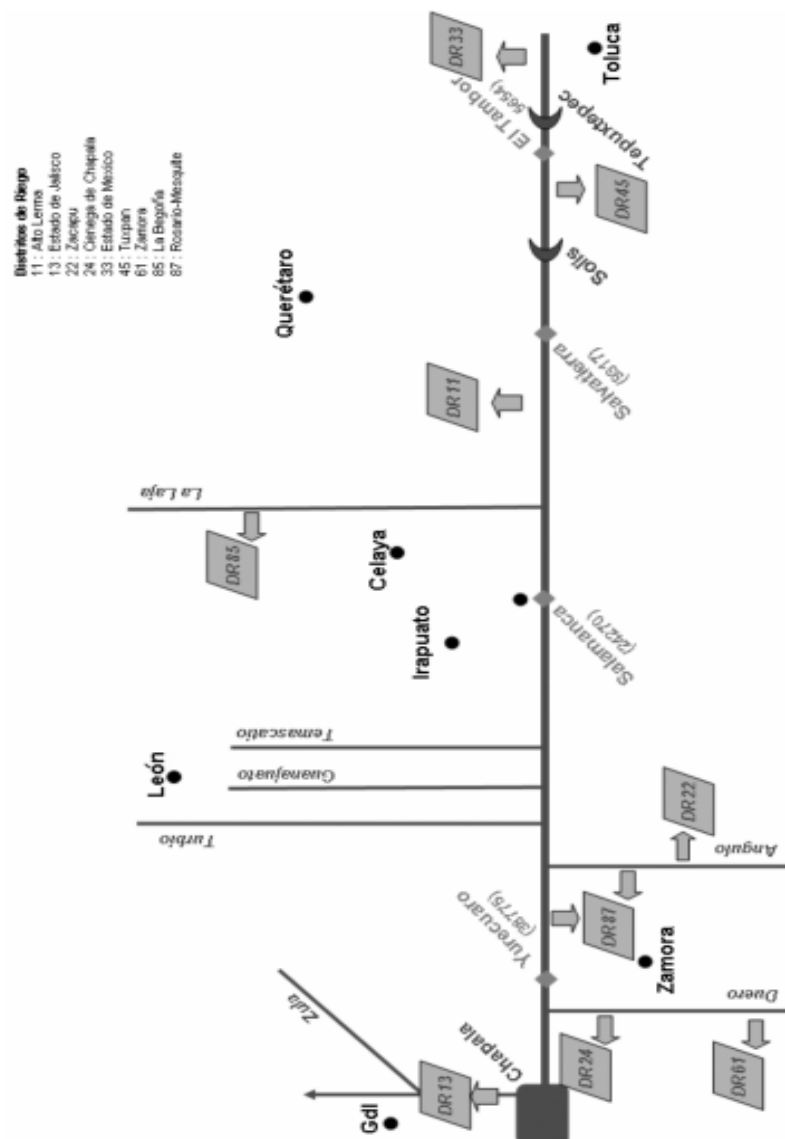
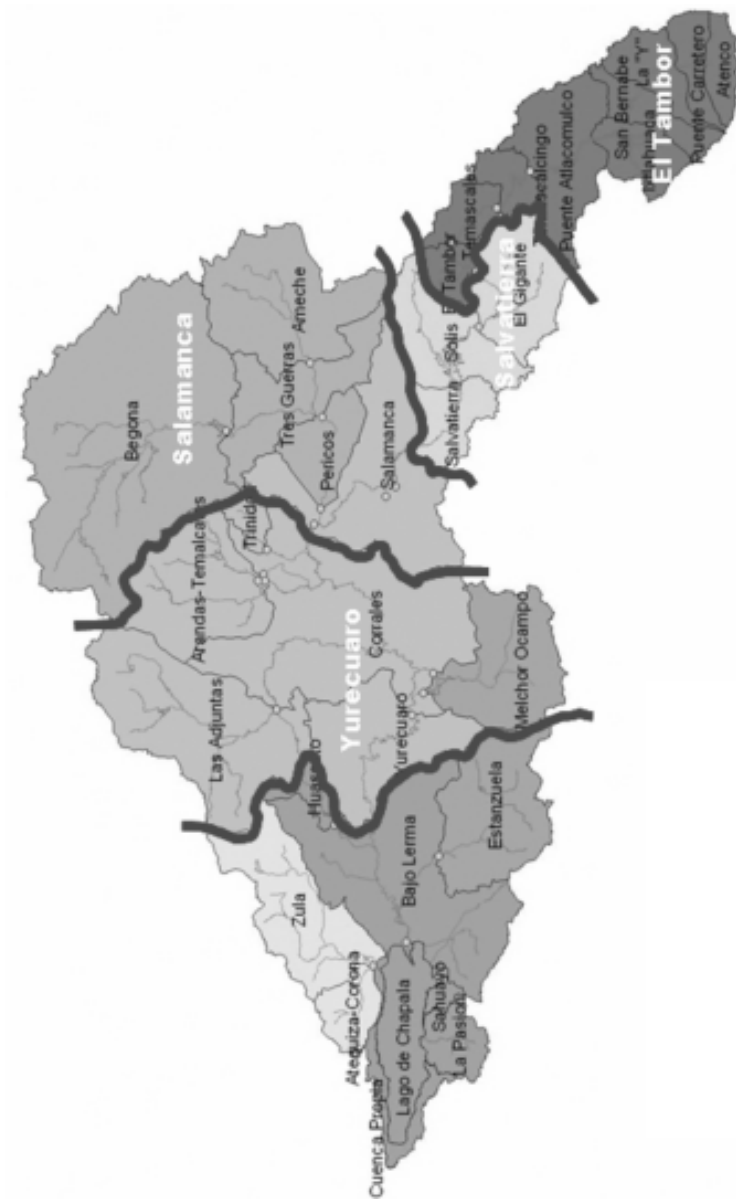


FIGURA 2B. ENSAYO DE UNE REGIONALIZACIÓN FUNCIONAL EN EL RÍO LERMA



Fuentes: Datos CNA-IMTA (Sistema SIAS), bases de datos del GRLSP y delegaciones estatales de la CNA.

estatales del Servicio Meteorológico Nacional. Se actualizaron estos datos con la información registrada por las delegaciones estatales de la CNA en los Estados de México (Metepéc), de Guanajuato (Celaya), Michoacán (Morelia) y Jalisco (Guadalajara).

En seguida, se escogieron más de 500 estaciones pluviométricas para realizar un estudio crítico de la calidad de las series diarias de precipitación, eliminando, mediante procesos estadísticos, los datos dudosos. Aunque los períodos de funcionamiento de las estaciones variaban según los diferentes estados, fue posible elaborar mediante un proceso de interpolación de tipo Kriging, mapas de repartición mensual de la precipitación para el período 1950-2002 (los datos completos validados de 2003 no estaban disponibles a la fecha).

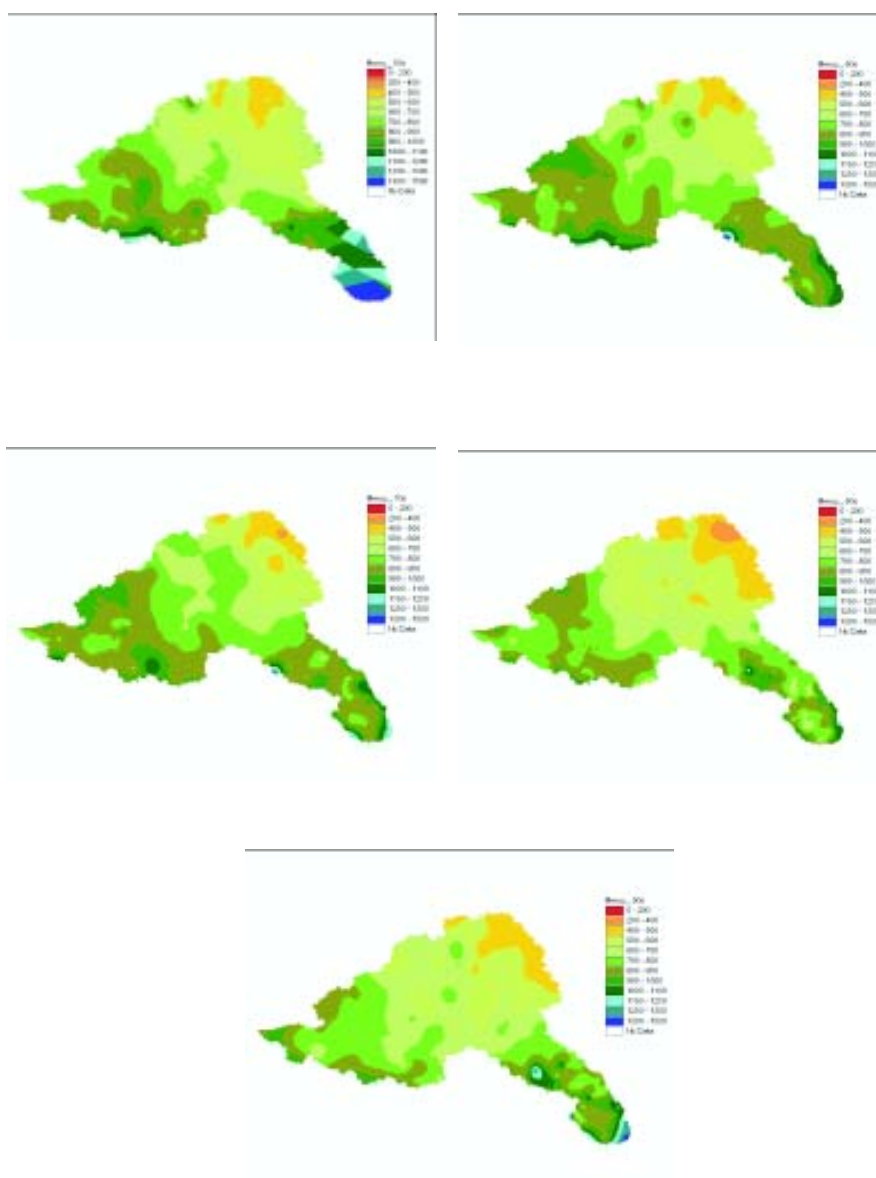
Con esta información se elaboraron cinco mapas de precipitación acumulada por década, que muestran un contraste muy claro entre zonas de fuertes precipitaciones superiores a los 700 mm en la sección suroriental alta de la cuenca y toda la parte inferior de la misma en los estados de Jalisco y Michoacán, donde algunas áreas montañosas llegan a recibir entre 1,300-1,500 mm.

Al contrario, en toda la parte central cubierta por el estado de Guanajuato, se verifica una degradación rápida de la precipitación con extensas áreas entre 500 y 700 mm llegando hasta los 200 mm en su extremo nororiental.

Un simple examen visual de la evolución temporal permite definir tres grandes períodos:

- " las décadas de los años 1960 y 1970 pueden ser calificadas de húmedas con una extensa cobertura de áreas con precipitaciones superiores a los 700 mm avanzando más al norte en la década de 1970, los más lluviosos años del período.
- " la década de 1950 presenta un patrón similar, pero con precipitaciones inferiores en toda la franja húmeda de la parte meridional de la cuenca
- " las décadas de los años 1980 y 1990 presentan una evolución opuesta, marcada, primero, por una baja significativa y una progresión espacial del área de precipitaciones bajas hacia la parte central-sur de la cuenca y segundo, por una baja muy marcada en los rangos de lluvia de toda la parte sureña.

FIGURA 3. EVOLUCIÓN DE LA PLUVIOMETRÍA EN LAS CINCO ÚLTIMAS DÉCADAS (DE ARRIBA HACIA ABAJO Y DE IZQUIERDA A DERECHA: AÑOS 1950, 1960, 1970, 1980 Y 1990)

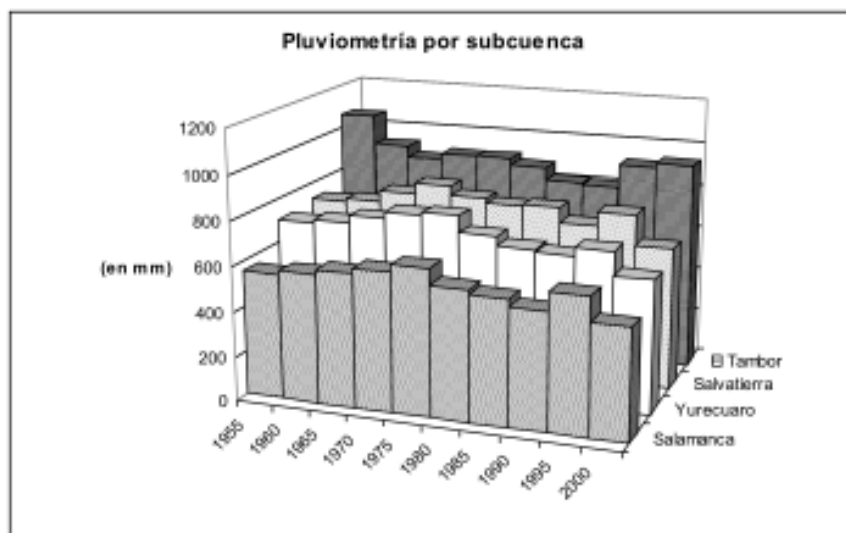


La agregación de los datos pluviométricos en estas cuatro regiones o "grandes subcuencas", mediante períodos quinquenales permite aproximarse más a la realidad.

Las diferencias espaciales que resaltan a primera vista con estos datos son los siguientes: la cuenca alta recibe la mayor precipitación, 904 mm en promedio. A la altura de Salvatierra el promedio baja alrededor de 755 mm, el descenso es todavía más significativo en Salamanca donde el promedio alcanza sólo 575 mm. El balance global en Yurécuaro resulta ser más favorable, con un promedio de 709 mm, lo que traduce la influencia de los relieves montañosos y más lluviosos del estado de Michoacán en la faja sur de la cuenca.

Otra característica importante es el evidente paralelismo de la evolución interanual entre las diferentes partes de la cuenca. Todas presentan un aumento gradual de las precipitaciones desde los años 1950 hasta un máximo situado en el quinquenio 1970-1975 y luego una baja casi inmediata para llegar en los años 1990 a niveles muy similares y hasta inferiores a los años 1950.

FIGURA 4. DIFERENCIACIONES ESPACIO-TEMPORALES DE LA PLUVIOMETRÍA
(PERÍODO 1950-2000)



El período 1991-1995 se caracteriza por un alza muy marcada con niveles de pluviometría muy cercanos a los del lapso 1971-1975, especialmente en la parte mediana y baja de la cuenca. El período siguiente, 1996-2000, vuelve a ser netamente deficitario, con excepción de la cuenca alta que registra su mayor precipitación promedio de los últimos cincuenta años.

Esta evolución homogénea en toda la cuenca pone en evidencia la existencia de ciclos pluviométricos, altos o deficitarios, cuyas repercusiones son visibles en la evolución del lago.

LA DEGRADACIÓN DE LA RELACIÓN LLUVIA-ESCURRIMIENTO

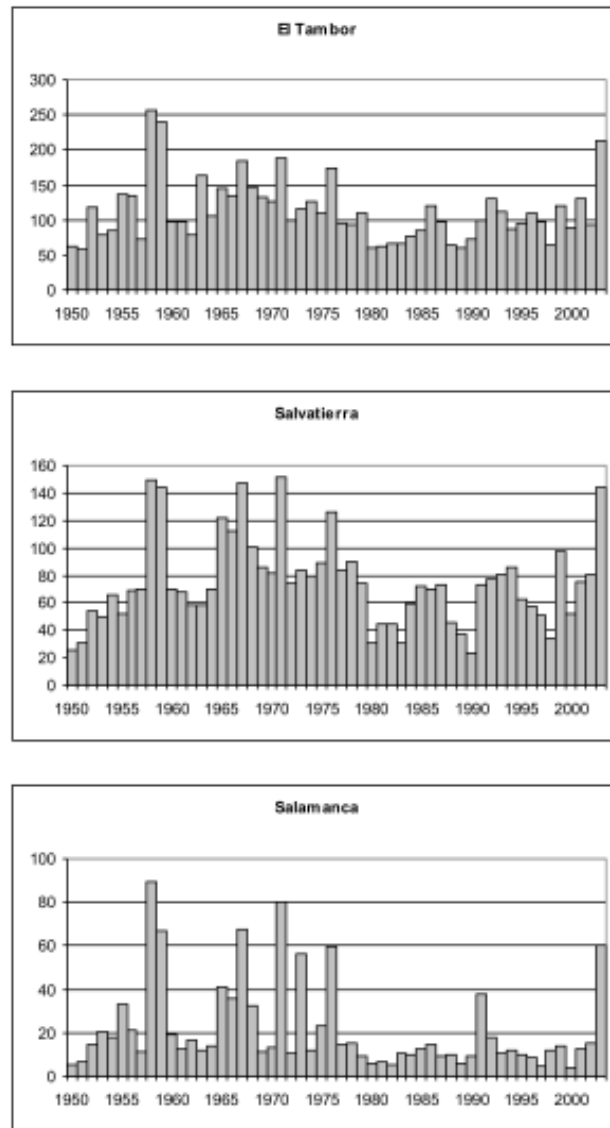
Otro parámetro importante para caracterizar el balance de la cuenca es conocer las características de su funcionamiento hidro-pluviométrico. Se recopiló de la misma manera 50 años de información mensual correspondiente a las cuatro estaciones hidrométricas mencionadas anteriormente, a partir de los datos del SIAS (IMTA-CNA) actualizadas con las hojas de levantamiento mensuales y diarias de las direcciones estatales de la CNA en Metepec (Estado de México), Celaya (Guanajuato), Morelia (Michoacán) y Guadalajara (Jalisco).

Después, para facilitar la comprensión y la comparación con datos de pluviometría, se transformó el volumen total anual medido en la estación por un indicador de producción de agua a nivel unitario expresado en litros / por metros cuadrado / por año.

Los resultados son muy expresivos. En la parte alta, el promedio anual para el período 1950-2003 alcanza 111.71 l/m²/año en El Tambor, 74.57 l/m²/año en Salvatierra. El nivel más bajo de escurrimiento se sitúa alrededor de 26 l/m²/año en Salamanca y se recupera ligeramente en Yurécuaro con un valor de 26.82 l/m²/año, especialmente durante los años húmedos.

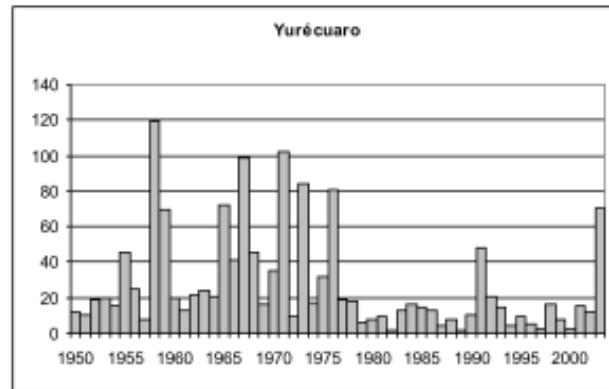
La relación temporal es muy similar al de la pluviometría, con niveles bajos de escurrimiento en los años 50, períodos continuos de escurrimientos altos hasta muy altos en la década de los 60 y 70. A partir de los años 1980, la evolución define dos conjuntos: una cuenca alta que guarda niveles satisfactorios en El Tambor con bajas ligeramente acentuadas en Salvatierra. La otra, en la cual la degradación es más perceptible se localiza en Salamanca o Yurécuaro donde los promedios son netamente inferiores y los años excepcionales muy escasos con excepción de 1991 y, evidentemente, 2003.

FIGURA 5. ESCURRIMIENTOS HÍDRICOS A LO LARGO DEL RÍO LERMA



(Continúa)

FIGURA 5. ESCURRIMIENTOS HÍDRICOS A LO LARGO DEL RÍO LERMA



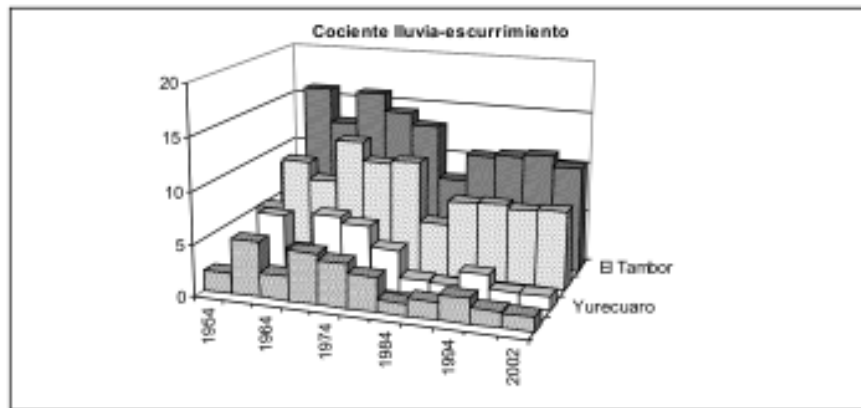
EL COCIENTE DE ESCURRIMIENTO

El último paso fue estudiar las relaciones entre lluvia y escurrimiento, mediante el cálculo de un segundo indicador. Escogimos simplemente un cociente en el cual se mide el porcentaje del agua escurrida medida en la estación hidrométrica con relación a la lluvia registrada en la cuenca de referencia.

A continuación, nos permitimos precisar algunas de las observaciones antes mencionadas, con la evidencia que las tablas y los gráficos nos muestran:

- Los índices de escurrimiento están muy superiores en la parte alta, con 13.53 % de la lluvia escurrida en el período húmedo entre 1960 y 1980, este porcentaje baja pero se mantiene estable alrededor de 10.26 % entre 1980 y 2002. En Salvatierra, las cifras son más bajas, respectivamente 9.61 % y 7.05 %. Esta característica puede estar relacionada con factores físicos; en períodos de mayor precipitación, el suelo se mantiene saturado, hay menos infiltración y el escurrimiento es consecuentemente mayor, como ocurrió durante el período 1960-1980. Después, con rangos de pluviometría menores entre 1980 y 2000, el escurrimiento se estabiliza a niveles inferiores.

FIGURA 6. VARIACIONES ESPACIO-TEMPORALES DEL COCIENTE DE ESCURRIMIENTO
(PERÍODO 1950-2000)



- En Salamanca y Yurécuaro, cambia totalmente el escenario. Los cocientes de escurrimiento más altos durante el período 1960-1980 se caracterizan por valores que alcanzan menos de la mitad de las estaciones antes mencionadas. Los promedios son de 3.67 % en Salamanca y suben hasta 4.7 % en Yurécuaro. En las dos últimas décadas, la evolución se vuelve casi "dramática", con valores de 3 a 5 veces inferiores a las del período anterior. Es realmente preocupante que en Salamanca y Yurécuaro, no se escurra mas que 1.64 % y 1.57 % respectivamente, del agua que la lluvia ha aportado en toda la cuenca de recepción aguas arriba.

Tales diferenciaciones regionales en las áreas hidrométricas indican que los cambios inducidos por los ciclos pluviométricos o la variación de las condiciones de la transformación lluvia-escorrentamiento, no son ni suficientes ni satisfactorias para explicar la evolución muy negativa del escurrimiento hídrico en la parte baja de la cuenca. Factores de otra índole, relacionados con los usos del agua debido a las actividades humanas y económicas, deben ser investigados.

USO DEL AGUA Y ANTROPIZACION

EVOLUCIÓN CUANTITATIVA DEL CONSUMO HUMANO

La demanda de agua por las ciudades se expresa por su dotación, la cual depende esencialmente del sistema de suministro de agua a los habitantes. El consumo es expresado sea por un volumen anual, sea por un consumo promedio per cápita por día (lhd), con la finalidad de realizar comparaciones entre ciudades. El propio consumo es obtenido por una serie de extrapolaciones. En primer lugar, se clasifica a los usuarios en dos grandes categorías: doméstico y no doméstico, y después para el segundo en industrial, comercial y público. Las categorías no domésticas representan en término medio un 10% del consumo total. Para cada categoría, se trata de considerar el número de consumidores y el consumo. En el caso de las categorías no domésticas, los usuarios son poco numerosos y están equipados con medidores. En cambio, los sistemas de medición domésticos no están al mismo nivel de desarrollo, lo que relativiza en algunos casos la veracidad de las evaluaciones de consumo.

Cuatro factores principales intervienen en el proceso de cuantificación del consumo humano: el aumento de la población, la cobertura del suministro de agua potable, el comportamiento de los consumidores y la calidad de las redes de distribución.

Según el censo nacional del 2000 la cuenca Lerma-Chapala estaba habitada por 9.5 mil habitantes. La conjunción del éxodo rural, que se traduce en los años 90 en un incremento de la población urbana, y de la expansión de la red de agua potable implica, a partir de los años 70, un aumento importante de la demanda. No obstante, la concentración de la población como no es uniforme, algunas regiones se utilizan antes que otras. En la cuenca del Lerma existen dos regiones urbanas de importancia notoria. La ciudad de Toluca, capital del Estado de México, aguas arriba en la cuenca, está rodeada, en un rayo de 25 km, por una red de pequeñas y medianas ciudades que, en el año 2000, sumaban cerca de 1.4 millones de habitantes. La segunda ciudad comprende una red de ciudades, conocida como corredor industrial, que abarca cerca de 200 km entre León y Querétaro. Este espacio concentraba alrededor de 3.3 millones de habitantes en el 2000, distribuidos en 5 ciudades mayores de 100,000 habitantes y 7 ciudades que

sobrepasaban 20,000 habitantes. Al contrario, la región del bajo Lerma y las cuencas de los ríos Duero y Zula, corresponde a una baja densidad poblacional, con ciudades pequeñas y medianas (Ocotlán, Sahuayo, La Barca, Chapala entre otras).

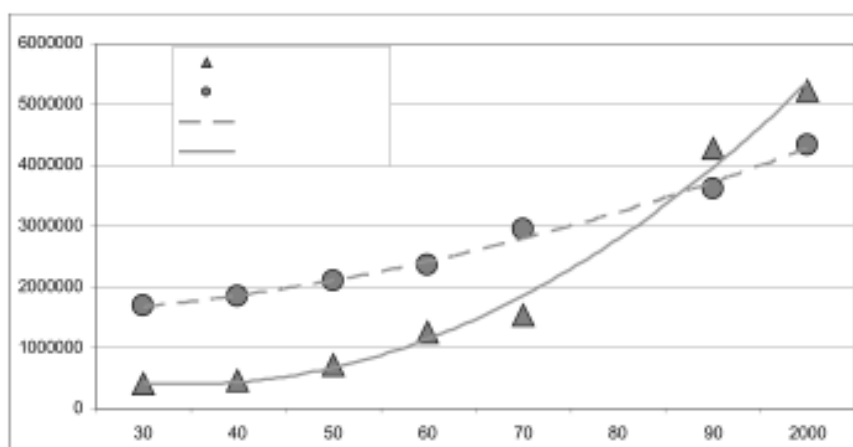
El crecimiento urbano también se diferencia según las regiones: Toluca y Querétaro tienen un crecimiento muy tardío, mientras que las ciudades del Bajío iniciaron un crecimiento sostenido desde los años 40 (tasas anuales de crecimiento superiores al 4 % de 1940 a 1980).

Si tomamos en cuenta el criterio de 10,000 habitantes o más para diferenciar las localidades urbanas de las rurales, entonces, la tasa de urbanización global en la cuenca es de 54 %.

En el país, la cobertura del suministro de agua potable se convirtió en una prioridad a partir de los años 60. En las tres décadas siguientes, las tasas de coberturas en agua potable de las ciudades van a pasar de muy bajas (alrededor del 30 % de los hogares) a un porcentaje medio del 85 % en el censo de 1990.

Cuando el hogar dispone de una toma de agua corriente conectada a la red urbana, se crean las condiciones para que el consumo aumente mediante la adopción de comportamientos gastadores.

FIGURA 7. POBLACIÓN URBANA Y RURAL DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA



Existen variaciones importantes de una ciudad a otra, que pueden ser atribuidas tanto a comportamientos diferentes como a errores de extrapolación. En el diagnóstico sectorial de agua potable y saneamiento 2000-2001 del estado de Guanajuato, los consumos más bajos se sitúan en aproximadamente 90 litros por habitante por día (lhd) mientras que los más elevados sobrepasan los 250 lhd. La dotación promedio es de 244 lhd. En este documento, el consumo medio urbano fue calculado en 159 lhd para el mismo período. Aparentemente, los promedios de consumo parecen poner de manifiesto que no todas las ciudades tienen el mismo nivel de desarrollo en su sistema de agua potable. Por otra parte, existen diferencias importantes dentro de las ciudades. Algunos estudios presentan una dicotomía entre usuarios de tipo "populares", expresión estadística de la marginalización y usuarios de tipo "residenciales", con consumos que van del mínimo al doble.

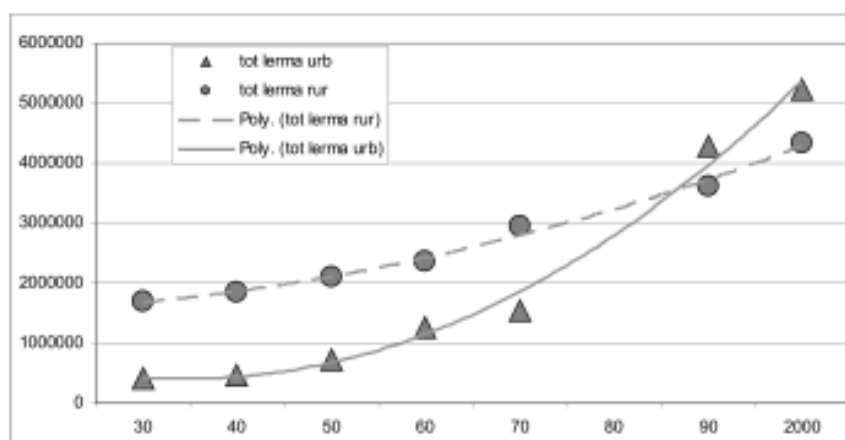
Por otra parte, las fallas de las redes de distribución es un problema recurrente en las ciudades. En general, las pérdidas, que se relacionan principalmente con la vetustez de la red o las tomas clandestinas, están mal identificadas, y los organismos operadores tienden a veces a minimizar esta diferencia entre el volumen producido y el volumen facturado. Las cifras de pérdidas varían en un margen del 25 al 50 %. Las tasas más bajas son consideradas como aceptables.

En la actualidad, es muy difícil tener una estimación de la evolución de las dos variables precedentes para todas las ciudades de la cuenca. La estimación de la dotación en agua se realizó entonces tomando en cuenta los siguientes parámetros para el período 1930-2000:

- " la evolución de la población rural y urbana según fuentes de INEGI, tomando el criterio de 10,000 habitantes ya mencionado.
- " un aumento lineal de la dotación de agua urbana de 100 lhd en 1930 hacia 310 lhd en 2000.
- " el crecimiento de la tasa de cobertura de las redes en distribución en agua urbana según la escala siguiente: 5 % en 1930, 1940: 10 %, 1950: 20 %, 1960: 30 %, 1970: 50 %, 1990: 85 % y 95 % en 2000.
- " una dotación de agua fija de 100 lhd para las poblaciones rurales o urbanas fuera de las redes de distribución.

Debido a las imprecisiones de los datos precedentes, cabe recalcar que las cantidades señaladas en esta gráfica de evolución de la dotación de agua, representan solamente cifras indicativas. Sin embargo, se aprecia que la demanda de agua urbana ha rebasado las demandas rurales desde el principio de los años 70s, y es probable que la presión urbana sobre el sector del agua se haya triplicado en los 20 últimos años.

FIGURA 8. EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN EN AGUA EN MILLONES DE M³



EVOLUCIÓN GLOBAL DE LA SUPERFICIE DE RIEGO

El riego constituye el mayor volumen de agua que se consume en la cuenca. Intentaremos cuantificar la evolución reciente de las superficies de riego en base a las fuentes de información cartográficas y estadísticas disponibles. Estas fuentes manejan las nociones de superficie irrigable, la cual corresponde al área equipada con sistema de riego, y la superficie irrigada, que corresponde al área realmente sembrada y bajo riego.

En México, la superficie irrigable puede ser calculada a partir de los documentos cartográficos, o del censo agropecuario de INEGI en 1991. En

la fuente espacial, la escala de mayor precisión es el 1:250.000, lo cual significa una importante generalización de los polígonos, incluyendo, por ejemplo, en un área representada como de riego, carreteras y caminos de accesos, taludes, pequeños asentamientos urbanos, ríos, y otras áreas menores de uso diferente. Es muy factible que las áreas calculadas como superficie irrigable a la escala 1:250,000 sean sobreestimadas en un rango del 15 al 30 % referente a la realidad del campo.

Las tres fuentes cartográficas que utilizaremos para evaluar el cambio territorial hacia la práctica del riego son las siguientes:

- 1. INEGI: Carta uso del suelo y vegetación, serie I, años 70
Escala 1:250,000, fotografías áreas entre 1968 y 1986, trabajos de campo.

Aguascalientes	Guanajuato	
1989	1991	
Guadalajara	Querétaro	
1992	1989	Pachuca
		1988
	Morelia	Cd. de México
	1984	1984

- 2. INEGI: Carta uso del suelo y vegetación, serie II, años 90
Escala 1:250000, Imágenes Landsat TM 1993, interpretación visual
- 3. INE-UNAM: Inventario Nacional Forestal, 2002

Escala 1:250,000, Imágenes landsat ETM, actualización por interpretación visual.

A pesar de la gran cantidad de trabajo invertido en la realización de cada uno de estos inventarios, se han detectado varias inconsistencias.

En el inventario original de INEGI, la primera dificultad proviene del hecho de que el trabajo se haya realizado sobre un período muy extenso. Así, no se tiene una idea exacta de la fecha que puede ser representada en cada una de las hojas a 1:250,000. Otro problema de esta cobertura proviene de errores de asignación de la nomenclatura en su digitalización posterior.

CUADRO 3. COMPARACIÓN DE DIFERENTES FUENTES, EJEMPLO DEL ESTADO DE GUANAJUATO

		RIEGO (HAS)	% INE 2002
Cartografía	INE 2002	644,500	100
	INEGI serie II	615,055	95
	INE 1976	572,043	89
Estadísticas	INEGI 1991	310,599	48
	SAGARPA promedio sembrado en dos ciclos (1981-2001)	416,932	65

Notas

Para INEGI serie II e INE 1976, se dispuso de una cobertura sensiblemente inferior para el estado de Guanajuato, pero el área no cubierta comprende muy pocas áreas de riego. El error de subevaluación es considerado inferior a 1 %

Para INEGI 1991, el dato se obtuvo añadiendo las dos variables siguientes:

1. Unidad de producción rural según disponibilidad de riego: Superficie de labor con disponibilidad de solo riego (HA) del año 1991.
2. Unidad de producción rural según disponibilidad de riego: Superficie con disponibilidad de riego perteneciente a superficie de labor con riego y temporal del año 1991.

Para SAGARPA, los datos provienen del SIACON al nivel estatal, con lo que se calculó un promedio de la superficie sembrada bajo la modalidad de riego entre 1981 y 2001 considerando los dos ciclos PV y OI, pero omitiendo los cultivos perennes bajo riego. Estos últimos representan un promedio de 50,000 ha.

La segunda fuente es el resultado de una actualización de la cobertura precedente en base a un mosaico de imágenes TM de 1993. Este proceso conllevó una serie de fallas, primero por las dificultades inherentes en la realización de una interpretación visual sobre espaciomapas impresos; segundo, por el bajo nivel de trabajos de verificación en campo.

La tercera capa es la más reciente. Se diseñó con un procesamiento parecido al precedente inventario forestal UNAM-SEMARNAP realizado a mediados de los años 90, pero con nuevos y mejorados insumos y equipos

informáticos. El principal fallo de esta cobertura reside en que no es integral de uso del suelo. El enfoque principal estuvo concentrado sobre las aéreas boscosas, y para las demás aéreas, se utilizaron mayormente los datos provenientes de la base INEGI.

El trabajo de comparación fue posible gracias a la unificación de leyendas realizada por el INE, pero la diferencia metodológica entre cada cobertura es drástica. Más que un verdadero comparativo de la evolución de superficies, sólo se permite sacar tendencias de evolución, impidiendo una interpretación confiable al nivel del municipio e incluso de la subcuenca.

COMPARACIÓN DE LAS ÁREAS CARTOGRAFIADAS CON LAS ESTADÍSTICAS

El nivel de desagregación de ciertas fuentes estadísticas obliga a trabajar a una escala muy general, la de la entidad federal. Utilizamos aquí el estado de Guanajuato, el cual, lo recordamos, se encuentra en sus tres cuartas partes dentro de la cuenca del Lerma. Se compararon las tres fuentes cartográficas anteriormente descritas con las dos únicas fuentes estadísticas: INEGI y SAGARPA.

El último censo agropecuario de 1991 del INEGI se realizó en un proceso completamente separado de la recolección periódica de datos de la Secretaría de Agricultura. Retomando la experiencia del censo demográfico de 1990, el INEGI puso en marcha este levantamiento durante el mes de Octubre de 1991. El operativo tuvo como meta entrevistar en detalle (un cuestionario de 15 páginas) a más de 4 millones de unidades de producción agropecuarias en el país.

El primer dato que compararemos con la cartografía es la "Superficie con disponibilidad de riego" del censo agropecuario 1991, que corresponde a la cuarta pregunta del cuestionario: "¿Cuántas hectáreas son de riego?". La superficie calculada en el censo representa solamente el 60% de la superficie cartografiada en 2002. La diferencia es muy notable, y se explica no tanto por los 10 años de diferencia, sino por la verosímil exageración de las áreas de riego en la cartografía, así como, por otro lado, una también verosímil sub-evaluación de la declaración de las áreas bajo riego por los agricultores censados.

Por su parte, la SAGARPA utiliza su estructura permanente en el campo, para la recolección de información de cultivos con fines de planeación y asig-

nación de presupuesto. La estructura organizacional es jerarquizada en Subdelegación estatal, luego en DDR (Distritos de Desarrollo Rural), que agrupan espacialmente un cierto número de municipios, y en su nivel inferior a los CADER. Actualmente, el proceso de obtención de la información consiste, primero, en recopilar las intenciones de cultivo a través del programa de subsidios del PROCAMPO, y luego, realizar un seguimiento en campo de los avances de los cultivos, para finalmente juntar los datos en una base única en cada centro estatal. Según entrevistas con algunos funcionarios de la Secretaría, la información existente, antes de la mitad de los noventa, no presentaba los criterios de calidad necesarios. Por otra parte, desde la disminución de la población ocupada posteriormente al año 2000, ha sido muy complicado proseguir con el seguimiento de los cultivos en el campo.

La información de libre acceso que proporciona la Secretaría de Agricultura no nos permite realizar una evaluación directa de la superficie regable, pero si cotejamos las áreas sembradas en la modalidad riego, podemos tener una idea de los márgenes de variación. Para este ejemplo se tomaron las superficies sembradas en los dos ciclos Primavera-Verano y Otoño-Invierno. Calculando el promedio anual entre 1981 y 2001, obtenemos una cifra de 416,932 ha. Como información complementaria, se puede también observar que la cifra más baja corresponde al año 1981 con 322,000

CUADRO 4. EVOLUCIÓN DE LAS SUPERFICIES SEMBRADAS EN LOS DOS CICLOS Y PERENNES, EJEMPLO DEL ESTADO DE GUANAJUATO

SAGARPA	PRIMAVERA-VERANO			OTOÑO-INVIerno		
	INEGI	DIFERENCIA	SAGARPA	INEGI	DIFERENCIA	
Avena	567	3697	-3,130	5,680	4,841	839
Cebada	12,054	16,433	-4,379	12,916	11,543	1373
Frijol	54,352	225,347	-170,995	3,742	14,347	-10,605
Maíz	388,550	470,712	-82,162	448	35,611	-35,163
Sorgo	263,124	215,278	47,846	30	17,445	-17,415
Trigo	17,723	21,319	-3,596	135,752	131,076	4,676
	736,370	952,786	-216,416	158,568	214,863	-56,295

ha, y la cifra más alta al año 1992, con 498,000 ha, el cual, cabe notar es uno de los años más abundantes en lluvia sobre las dos décadas. En lo que concierne a la mayor superficie en un solo ciclo, corresponde al de la primavera-verano de 1992, con un poco menos de 300,000 ha.

La información proveniente de SAGARPA nos corrobora que la superficie irrigada es bastante inferior a las superficies irrigables cartografiadas.

En efecto la superficie realmente irrigable podría estar mucho más cerca de las cifras del censo agrícola, o sea con una superficie inferior de alrededor de 30 a 40 % a lo que se cartografía en los mapas. Esta diferencia se calculó entre INEGI serie II y el Censo agrícola de 1991 para el estado de Guanajuato. Siguiendo la misma lógica, es también probable que el incremento de tierras irrigables en los últimos treinta años sea también muy inferior a lo que se haya publicado hasta la fecha, debido a que el incremento de la ocupación del espacio por las "facilidades modernas" relacionadas con las antropizaciones, zonas urbanizadas, utilidades diversas, etc., dentro de los polígonos de riego en la cartografía a escala 1:250,000 es mayor hoy en día.

CONFRONTACIÓN ENTRE LAS DOS FUENTES ESTADÍSTICAS

La información proveniente de INEGI 1991 y de los anuarios de SAGARPA no permite muchos puntos de encuentro. El mejor nivel de detalle que se pudo comparar es la superficie sembrada para cada ciclo, pero independientemente de la modalidad de cultivo, y sólo para 6 cultivos principales.

El cotejo es rápido. Arroja que los datos del censo agrícola de 1991 del INEGI son superiores en un 30 % a los de la SAGARPA. Es sumamente difícil proponer interpretaciones para estas diferencias.

Los datos recolectados por el INEGI están sistemáticamente sobrevaluados. Esta imprecisión debe provenir de la naturaleza misma del proceso de recolección de los datos mediante un cuestionario, sin verificación de campo. Pero, esto implica una exageración en las declaraciones de los agricultores, lo que no es una práctica usual.

De la misma manera, las cifras subvaluadas de las estadísticas de la SAGARPA, parecen también inusuales. Las verificaciones de campo efectuadas, mediante muestreo, en el proceso de recolección de la SAGARPA, aportan normalmente una mayor precisión, pero no es una práctica generalizada. Además, sabiendo que estos datos sirven de base para el cálculo de los diferentes subsidios que se

otorgan al sector agrícola en el marco del programa PROCAMPO, es poco probable que los agricultores aminoren sus declaraciones.

FIGURA 9. SUPERFICIES SEMBRADAS PARA LOS CICLOS CORRESPONDIENTES, INDEPENDIENTEMENTE DE LA MODALIDAD, DEL ESTADO DE GUANAJUATO EN 1991

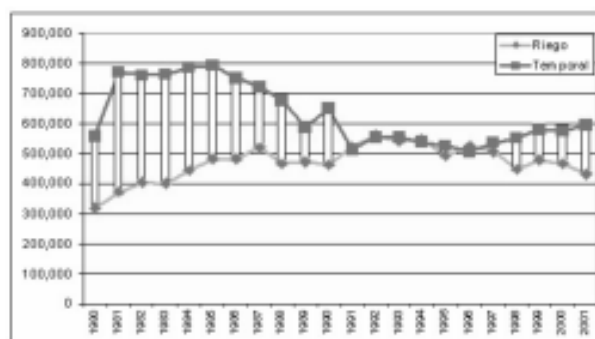
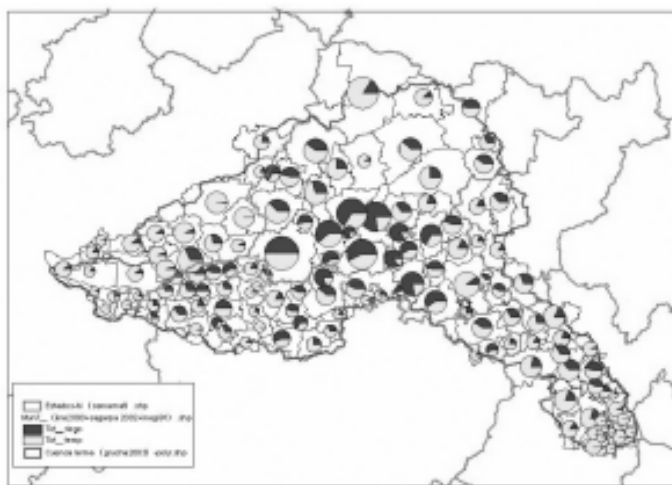
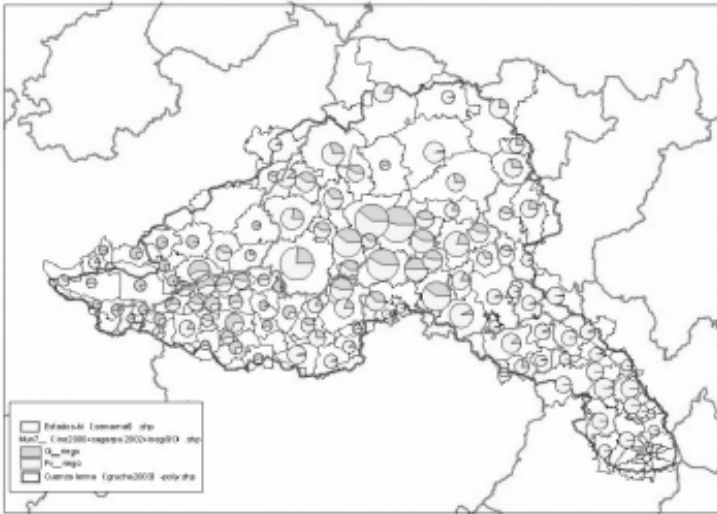


FIGURA 11. CULTIVOS DE RIEGO Y TEMPORAL



Fuente: SAGARPA, 2002.

FIGURA 12. CICLOS OTOÑO-INVIerno Y PRIMAVERA-VERANO EN RIEGO



Fuente: SAGARPA, 2002.

CONCLUSIÓN

Estos primeros resultados de una investigación en curso, permiten enunciar conclusiones preliminares y trazar varias pistas por explorar:

- las variaciones temporales, tanto de los aportes del río Lerma como de la baja significativa de los niveles del lago están relacionadas con la evolución cíclica de la pluviometría.
- sin embargo, la agravación de la situación en el período reciente por la degradación significativa de la relación lluvia-escorrentía, no puede explicarse satisfactoriamente sin hacer intervenir las consecuencias de la actividad antrópica.
- existe una relación evidente entre el aumento del consumo de agua y el crecimiento de la población en general, ligado a la vez al número creciente de habitantes en la cuenca, como también al aumento de la de-

manda por mejoras de las condiciones de vida. Pero esta relación no puede explorarse más allá que a un nivel teórico.

- realizar una evaluación precisa del papel del principal consumidor del agua, el riego agrícola, resulta muy difícil con los datos actuales, a causa de las deficiencias y/o incompatibilidades entre las diferentes fuentes de información.

Una nueva etapa está en curso, mediante el uso de varias coberturas satelitarias para tratar de cuantificar, con una mayor precisión, las evoluciones espaciales y temporales de las superficies efectivamente cultivadas bajo riego.

LA RELACIÓN AGUA-BOSQUE: DELIMITACIÓN DE ZONAS PRIORITARIAS PARA PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO GAVILANES, COATEPEC, VERACRUZ

I. García Coll, A. Martínez Otero, A. Ramírez Soto, A. Niño Cruz, A. Juan Rivas y L. Domínguez Barrada

INTRODUCCIÓN

Los beneficios que ofrecen los bosques a nivel local, regional y, en algunos casos, mundial, derivan de su valor como fuente de abastecimiento de agua, centros de diversidad biológica, origen de diversos productos madereros y no madereros, lugar de recreación y estabilizadores del suelo frente a los procesos erosivos. En general, los bosques se han asociado con diversos servicios ambientales al nivel de cuenca hidrológica, destacando entre otros los siguientes:

1. regulación de los flujos de agua
2. conservación de la calidad del agua
3. control de la erosión y sedimentación
4. reducción de la salinización del suelo/regulación del nivel freático
5. conservación de hábitats acuáticos

Por lo anterior, resulta importante desarrollar estudios que permitan demostrar esta relación bosques-agua como base para establecer programas de pago por servicios ambientales que promuevan la conservación de las zonas boscosas, particularmente de aquellas que se localizan en zonas montañosas caracterizadas por su fragilidad geoecológica y por los altos índices de marginación de sus habitantes.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DEL RÍO GAVILANES

La cuenca del río Gavilanes, principal fuente de abastecimiento de agua para la ciudad de Coatepec, tiene una superficie de 36.8 km² y se localiza al noroeste de los municipios de Coatepec y Xico, Veracruz. Su posición en la ladera veracruzana de barlovento del Cofre de Perote hace que esta cuenca esté expuesta a los vientos alisios, los que cargados de humedad chocan con la estructura volcánica y ascienden hasta condensarse. Una de las características relevantes desde el punto de vista ecológico es que presenta diversas condiciones climáticas, topográficas y biológicas en un espacio relativamente pequeño (15 kilómetros de longitud), lo que le confiere condiciones de ecotonía muy particulares:

- . la variación altitudinal es de 1,970 m con alturas mínima y máxima de 1,180m y 2,960m.
- . se presentan tres tipos climáticos: semicálido húmedo, templado húmedo y semifrío húmedo.
- . es una cuenca alta, caracterizada por una densa red de drenaje en la que predominan los escurrimientos temporales y efímeros de primer y segundo orden.
- . Los remanentes de bosques son de pino-encino, encino y bosque mesófilo de montaña.

La influencia monzónica, la altitud, y particularmente los tipos de bosque y de suelo, favorecen los procesos de almacenamiento de agua y precipitación, incluyendo la precipitación horizontal o captación de agua de niebla.

Por otra parte, las condiciones socioeconómicas de marginación que predominan en la zona han provocado prácticas de uso del suelo incompatibles con la conservación de los bosques y el recurso agua, por lo que en la actualidad la cuenca ha visto reducida su superficie forestal drásticamente debido a la tala de bosques para venta de madera, y la posterior introducción de procesos productivos –ganaderos y agrícolas de bajo rendimiento– en zonas inadecuadas para estas actividades.

La disminución apresurada de las masas forestales en la cuenca ha provocado una considerable pérdida de biodiversidad, así como el incremento

en la susceptibilidad erosiva del paisaje, la alteración de los procesos de formación del suelo y la disminución de la humedad atmosférica (Capalcera, 1978 en Hoffmann, 1993).

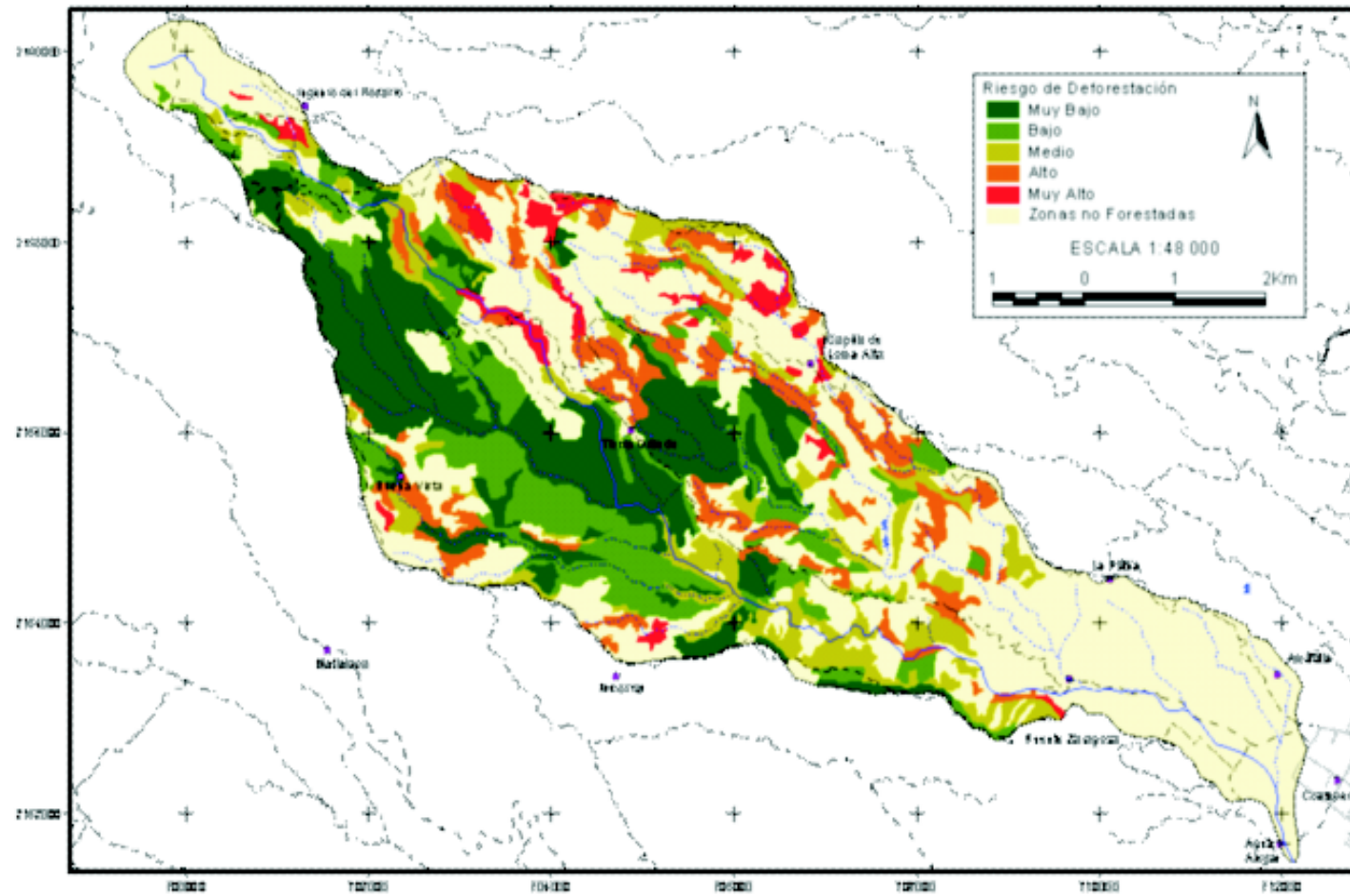
CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA CUENCA

En este territorio habitan 463 personas distribuidas en 10 localidades rurales. Se registran 89 viviendas, de las cuales sólo el 34% cuenta con agua entubada y el 16% tiene servicios de electricidad y drenaje. El 90% de las viviendas utiliza leña como combustible y la tasa de analfabetismo es del 0.70 %.

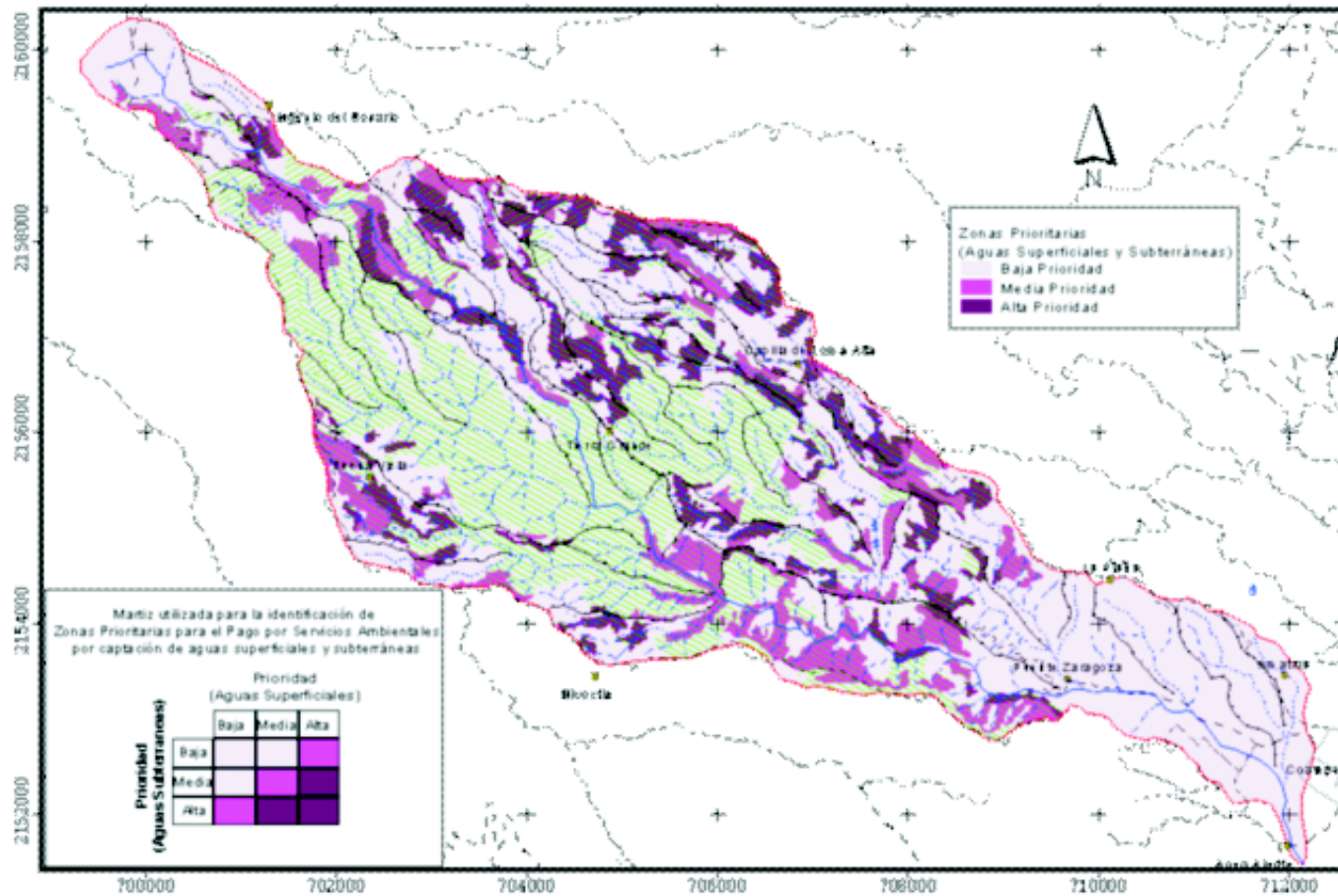
Las localidades rurales que conforman la cuenca se encuentran orientadas productivamente hacia las actividades primarias y por lo general con muy bajos niveles de incorporación tecnológica. De las 152 personas registradas como población ocupada según el último censo, 16 de ellos no reciben ningún ingreso por sus tareas; 65 reciben el equivalente a un salario mínimo (s.m.); 36 reciben entre uno y dos s.m.; 20 perciben como retribución de su labor un salario ubicado entre los dos y cinco s.m.; finalmente, sólo 2 trabajadores reciben como ingreso un salario superior a los cinco s.m.

Las estrategias de supervivencia que han desarrollado los pobladores de esta cuenca son variadas y se enfocan a la diversificación productiva, incorporando a la unidad familiar en las distintas tareas. Tales actividades pueden estar orientadas tanto a la satisfacción directa de las necesidades primarias –recolección de leña–, como a la obtención de ingresos monetarios. En este último caso destaca la tala de árboles para la elaboración de vigas y tablones de madera, la captura de aves de ornato y la extracción de maquique y orquídeas para su venta en las zonas urbanas circundantes. Desde luego, la variedad de actividades incluye la siembra de maíz y la práctica de una ganadería básicamente menor de cabras y borregos, ligada ésta última a la elaboración casera de quesos; complementan estas actividades la práctica de una economía de traspasío conformada por diversas aves y cerdos. Finalmente, dentro de las actividades no se excluye el hecho de que en ciertas épocas del año se emplean como asalariados.

RIESGO DE DEFORESTACIÓN



ZONAS PRIORITARIAS PARA EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES POR CAPTACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS
EN LA CUENCA DEL RÍO GAVILANES, COATEPEC, VERACRUZ



INTENSIDAD DE USO DEL SUELO O APROPIACIÓN TERRITORIAL

En este estudio la intensidad de apropiación territorial es un indicador cualitativo que refleja la suma de los impactos que un paisaje sufre debido al grado de artificialización del uso y a la cantidad de usos distintos que se dan en una unidad de paisaje. Por tanto, para poder construirlo y cartografiarlo fue necesario conocer la diversidad de usos del suelo, entendida como la cantidad de usos diferentes que se dan al interior de una unidad de paisaje, elaborándose mapas parciales para cada uso del suelo, a partir de un mapa de tipos de vegetación y usos del suelo elaborado mediante fotointerpretación de fotografías aéreas escala 1:20,000 (INEGI, 1993).

El grado de artificialización juega como un factor de ponderación que refleja la profundidad en que el uso transforma al paisaje. Se construyó un modelo geográfico de máxima probabilidad de aparición para cada uso del suelo, el cual se basa en la vegetación y la pendiente, como se ejemplifica en la siguiente Tabla para el uso ganadero bovino. Al igual que en el caso que se muestra en dicha Tabla, se elaboraron modelos para los usos de suelo ganadero ovino-caprino, agrícola temporal, agrícola cafetal, uso maderable, extracción de tierra, extracción de fauna y flora, extracción de leña y elaboración de carbón.

Una vez finalizado el análisis de cada uno de estos modelos para todas las unidades de paisaje de la cuenca, se seleccionaron aquellas unidades que más se acercaban al modelo teórico en cada uso del suelo. Una vez identificados, se codificaron en el SIG, de tal manera que hasta este momento ya se conocía el número total de usos del suelo que se realizan en cada unidad de paisaje (Diversidad de Usos del Suelo). Se revisaron los resultados, observando que en una unidad de paisaje pueden producirse múltiples usos del suelo y, aún así, el paisaje puede mantener cierta naturalidad en su estructura, mientras que en otros sucede que, por sus características excluyentes, se presenta solamente uno o dos usos del suelo (el ejemplo más claro es la ganadería extensiva).

La artificialización de los usos se refiere a la profundidad de la huella que cada uso del suelo deja en el paisaje. La idea de ponderar el uso del suelo según su grado de artificialización se extrajo de las investigaciones realizadas por Godron (1983) y Poissonet (1983) y en algunos casos fue necesario

MODELO DE MÁXIMA PROBABILIDAD DEL USO GANADERO BOVINO

CLAVE SIG	PENDIENTE	PONDE- RACIÓN	CLAVE SIG	VEGETACIÓN	PONDERACIÓN
2	2° - 5°	4	1	Bosque denso de pino-encino	3
3	5° - 10°	4	2	Bosque ralo de pino-encino	5
4	10° - 15°	4	3	Acahual denso de bosque de pino-encino	3
5	15° - 30°	4	4	Acahual ralo de bosque de pino-encino	5
6	30° - 45°	3	5	Pastizal con árboles dispersos	16
7	45° - 60	2	6	Pastizal desnudo	15
			7	Cultivos anuales	3
			8	Bosque mesófilo-encinar denso	3
			9	Bosque ralo de bosque mesófilo-encinar	5
			10	Pastizal con pesma	12
			11	Acahual denso de bosque mesófilo-encinar	3
			12	Acahual ralo de bosque mesófilo-encinar	4
			13	Cafetal de sombra	2

ARTIFICIALIZACIÓN DEL USO DEL SUELO	VALOR PONDERADO DE LA INTENSIDAD DE USO
Agricultura de temporal	20
Ganadería bovinos	15
Ganadería caprinos-ovinos	15
Agricultura cafetal	12
Forestal extracción de madera	7
Forestal leña	2
Forestal tierra	2
Forestal flora	3
Forestal fauna	3

ajustar la escala a las características propias del territorio. Este indicador nos indica la fuerza invertida en la transformación del paisaje, la rudeza del uso del suelo para la integridad natural, particularmente sobre la estructura vertical de la vegetación por lo que los sitios con mayor intensidad de uso del suelo son también los que presentan mayor deterioro ecológico. En la siguiente tabla se muestra el gradiente y los valores de ponderación utilizados en la fórmula.

Esta visión nos permite utilizar el concepto de Intensidad de Uso del Suelo (IUS), la que se puede expresar matemáticamente como la suma del factor ponderado de la artificialización para cada uso del suelo, sumado al número total de usos que en esa unidad se producen, de tal manera que la IUS puede estimarse de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$IUS = \sum n^1(x^1)n^2(x^2) \dots n^n(X^n) + N$$

Donde:

IUS = Intensidad de uso del suelo

n^1 = Uso del suelo del tipo uno

x^1 = Factor ponderado de la artificialización para el uso del suelo de tipo

uno N = Total de usos del suelo en la unidad

El resultado del índice en cada unidad de paisaje se clasificó en 5 categorías (desde muy baja hasta muy alta) por el método de ruptura natural, elaborándose la cartografía correspondiente.

BALANCE HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO GAVILANES

La evaluación de los recursos hídricos de una cuenca requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases: la forma en que el agua que se recibe por precipitación o neblina se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración. En el presente estudio, el balance hidrológico se realizó en cada uno de los paisajes hidrológicos previamente establecidos, de acuerdo a un criterio de clasificación geoecológica que permitió integrar los diferentes componentes que inciden en el ciclo del agua.

PRECIPITACIÓN HORIZONTAL

Este parámetro, considerado como el agua en forma de niebla que ingresa al sistema por condensación al entrar en contacto con la vegetación, adquiere importancia en aquellos paisajes cubiertos con masas boscosas y con frecuencia de días con neblina. Dada la ausencia de mediciones directas en campo de esta variable climática, para la estimación de la precipitación horizontal en el río Gavilanes, se consultaron diferentes bases bibliográficas y estudios realizados en territorios similares, a partir de lo cual se asumió que por cada día de neblina son captados un promedio de 11 mm de agua. Realizado el cálculo, y en el caso particular del área de estudio, esto corresponde aproximadamente al 17% de la precipitación vertical o pluviométrica total, lo que coincide con los estimados más recientes hechos para bosque mesófilo de montaña en latitudes tropicales y subtropicales (Bruijnzeel y Proctor, 1995).

Para este cálculo se analizaron todos los elementos climáticos disponibles, básicamente precipitación, temperatura, evaporación y días con neblina de las estaciones de Coatepec (cuenca media) y Tembladeras (cuenca alta). Con esta información se desarrolló un análisis donde se relacionan los días de neblina con la altitud y los diferentes tipos de vegetación.

CAPTACIÓN NETA

Se considera la captación neta como la suma de la precipitación vertical (PV) o pluviométrica, y la precipitación horizontal (PH) por unidad de área. Con la finalidad de conocer la captación vertical se utilizó el mapa climático del estado de Veracruz elaborado por Pladeyra en el 2001 (inédito) para el Ordenamiento Ecológico del Estado de Veracruz. Para generar la información sobre PV a nivel mensual fue necesario descubrir la distribución temporal (dinámica) de la PV, para lo cual se utilizaron los porcentajes promedio mensuales de la precipitación en la estación Coatepec que cuenta con 17 años de mediciones.

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

De los 17 índices de evapotranspiración consultados y probados, el que finalmente se aplicó a este balance hidrológico fue el de Blaney-Cridle, (1984;

en Shuttleworth, 1993) debido a las características de la información disponible, cuya ecuación se expresa así:

$$EVP = 2.54 KF$$

Donde:

EVP = Evapotranspiración potencial

K = Coeficiente que depende de la vegetación

F = suma $(Ph * Tf)/100$

Ph = Porcentaje de horas sol al día para cada mes

Tf = Temperatura promedio mensual en ° F.

INFILTRACIÓN

Para estimar la infiltración, en la presente investigación se construyó un modelo geográfico basado en los siguientes componentes y condiciones del paisaje: tipos de roca, suelos, vegetación, ángulo de inclinación de las pendientes y posición hidrodinámica del relieve, los cuales fueron integrados a nivel de paisaje mediante aplicaciones en SIG (ArcView).

Como resultado del balance hidrológico se estimaron los volúmenes acumulados de agua en cada uno de los procesos dentro de la cuenca del río Gavilanes, obteniéndose los siguientes valores:

Captación neta	80.4 millones de metros cúbicos
Evapotranspiración	7.13 millones de metros cúbicos
Infiltración	35.53 millones de metros cúbicos
Escurrimiento	37.74 millones de metros cúbicos

A partir de esta información se elaboraron los mapas de Acumulado Anual de Escurrimiento Superficial y de Infiltración.

DELIMITACIÓN DE ZONAS PRIORITARIAS PARA PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Para desarrollar este objetivo en primer lugar se estableció la premisa teórica del modelo, la cual asume que las zonas prioritarias para ser beneficia-

MODELO TEÓRICO DE MÍNIMA INFILTRACIÓN

TIPO DE VEGETACIÓN	ÁNGULO DE LA PENDIENTE
Pastizal desnudo	Precipicios (45°-60°)
Cultivos anuales	Pendientes abruptas (30°-45°)
Pastizales con árboles dispersos	Escarpes (15°-30°)
Pastizal con pesma	Pendientes fuertemente inclinadas (10°-15°)
Acahual ralo de pino-encino	Pendientes medianamente inclinadas (5°-10°)
Acahual de bosque mesófilo denso	Pendientes ligeramente inclinadas (2°-5°)
Acahual denso de pino-encino	
Bosque ralo de pino-encino	
Bosque mesófilo ralo	
Cafetal de sombra	
Bosque denso de pino-encino	
Bosque mesófilo denso	
	HIDRODINÁMICA DEL RELIEVE
	Valle y ladera de acumulación de flujo encauzado
	Ladera de flujo subsuperficial y superficial
	Filo y ladera de filtración
	TIPO DE ROCA
	Andesita
	Brecha volcánica intermedia
	Toba basáltica
	TIPO DE SUELO
	Andosol mólico
	Andosol ócrico
	Phaeozem háplico

das por este pago deben ofrecer altos o muy altos beneficios hídricos (ya sea por su aporte al escurrimiento superficial o a las aguas subterráneas), y además estar sujetas a un alto o muy alto riesgo de sufrir una modificación en el uso del suelo, es decir, una remoción de su cubierta forestal.

RIESGO DE DEFORESTACIÓN

Se concibe al riesgo de deforestación (RD) como la situación en la cual los paisajes hidrológicos están expuestos ante uno o más factores de perturbación, capaces de cambiar la estructura y composición de la vegetación debido a que existen condiciones ambientales favorables para ello, mismas que

estimulan el cambio en el uso del suelo, regularmente en la secuencia forestal–agrícola–ganadera, característica de los cambios de uso del suelo en esta región.

A partir de este concepto se seleccionaron dos criterios que a nuestro juicio pueden funcionar como indicadores de este riesgo: presión de uso circundante (PUC) y ángulo de inclinación de las pendientes (AIP). La presión de uso circundante (PUC) refleja la forma en que un parche de vegetación es empujado al cambio por las diferentes influencias que ejerce un medio circundante modificado que lo presiona y al que denominamos matriz. La matriz será más presionante entre mayor sea su grado de artificialización y la cantidad de usos del suelo que en ella se practiquen.

El indicador se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$PUC = \sum P \times Pu$$

Donde:

P = porcentaje del perímetro con vecindad X

Pu = factor de ponderación del uso del suelo

Los factores de ponderación se asignaron siguiendo la escala de artificialización de la vegetación contenida en la carta de Intensidad de uso del suelo. El Ángulo de Inclinación de la Pendiente (AIP) fue incorporado como otro factor de ponderación, el cual multiplica al valor resultante de la PUC, por tanto, el índice de Riesgo de Deforestación (RD) se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$RD = \text{valPUC} \times Fp$$

Donde:

ValPUC = Valor del índice de Presión de Uso Circundante

Fp = Factor de la pendiente

En este sentido, el modelo plantea que existe mayor riesgo de deforestación en aquellos lugares donde la pendiente es baja y la presión de uso circundante es alta. Finalmente, los resultados de este indicador fueron clasificados en 5 clases por el método de rompimiento natural.

Como se observa en el Mapa de Riesgo de Deforestación de la cuenca que se presenta a continuación, las zonas con cubierta forestal que presentan el menor riesgo de deforestación se localizan en paisajes de difícil acceso debido a lo abrupto del relieve, por lo que la presión del uso circundante es baja; se trata de unidades contiguas muy bien conservadas que cubren una superficie de 1,105 hectáreas equivalentes al 23% de la superficie de la cuenca. Por su parte, las zonas con alto y muy alto riesgo de deforestación abarcan un total de 440 hectáreas que constituyen el 12% del total y se trata de masas forestales en grave riesgo de ser sustituidas por otras formas de uso del suelo. Se caracterizan por una composición heterogénea donde predominan los acahuales densos y ralos de bosque mesófilo de montaña y proporciones significativas de bosque mesófilo denso, bosque de pino-encino y acahuales ralos de pino-encino.

Las unidades ecológicas que presionan a estos bosques son los pastizales desnudos, pastizales con pesma (helecho), pastizales con árboles dispersos y, en menor medida, los cafetales. Estas unidades en conjunto abarcan el 45% de la cuenca, lo que refleja el intenso proceso de apropiación territorial que ha sufrido esta zona. La distribución de estas unidades no sigue un patrón específico, aunque se observa que las limitaciones que impone la pendiente han dirigido de cierta manera la expansión de los potreros y cultivos, lo que resulta mucho más rentable económicamente, aunque provoque efectos negativos en las condiciones ecológicas de los paisajes.

RESULTADOS

ZONAS PRIORITARIAS PARA AGUAS SUPERFICIALES

Como su nombre lo indica, el mapa de Zonas Prioritarias para el Pago de Servicios Ambientales (Aguas Superficiales) se construyó con el objetivo de resaltar aquellas porciones territoriales, que por su alta contribución al escurrimiento superficial neto y por estar sujetas a un alto riesgo de deforestación, es preciso atender mediante el pago por servicios ambientales. La metodología se enfoca a estimar y ubicar los paisajes que contribuyen a la cosecha de agua vía escurrimiento superficial, de la cual se ve beneficiada gran parte de la población urbana de Coatepec, Ver. Para construir el mapa se hicieron interactuar en un sistema matricial de 5 x 5 clases las

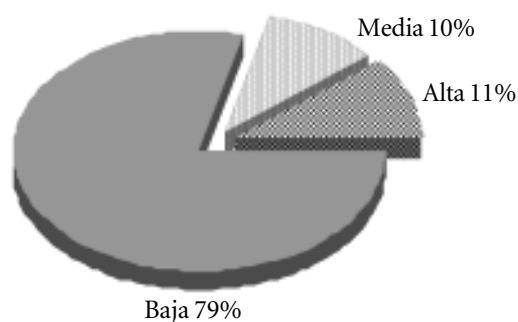
tipologías de los mapas de Riesgo de Deforestación (RD) y de Ecurrimiento Superficial (ES), agrupando las combinaciones resultantes en 3 clases: Baja, Media y Alta Prioridad.

MATRIZ PARA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS PRIORITARIAS

	RIESGO DE DEFORESTACIÓN				
	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
BENEFICIOS HIDRICOS SUPERFICIALES					
Muy bajo					
Bajo					
Alto					
Medio					
Muy alto					

Las zonas de alta prioridad para pago de servicios ambientales por su aporte a los escurrimientos superficiales ocupan el 11% del área de la cuenca, equivalente a 571 ha. Está integrada exclusivamente por paisajes cubiertos con vegetación primaria y secundaria y se localizan en la porción central de la cuenca.

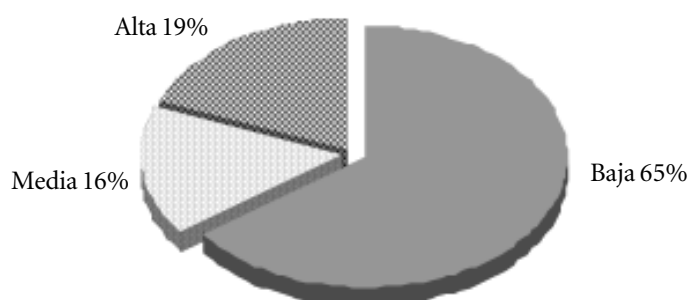
PROPORCIÓN TERRITORIAL POR CATEGORÍAS DE PRIORIDAD PARA PSA (AGUAS SUPERFICIALES)



ZONAS PRIORITARIAS PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS

El mapa de Zonas Prioritarias para el Pago de Servicios Ambientales (Aguas Subterráneas) pretende dar a conocer el gradiente de prioridad para el pago por servicios ambientales, en este caso por su importancia en el aporte a la recarga a manto freático y/o a los acuíferos. Para tal fin, se utilizó la tipología en 5 clases del mapa de infiltración (IN), así como el mapa de riesgo de deforestación (RD) dado también en 5 clases, los que se hicieron interactuar en un sistema matricial obteniéndose la tipología final que se agrupó en 3 clases: Baja, Media y Alta, similar a la matriz de aguas superficiales.

PROPORCIÓN TERRITORIAL POR CATEGORÍAS DE PRIORIDAD PARA PSA (AGUAS SUBTERRÁNEAS)



Las zonas de alta prioridad para pago de servicios ambientales por su aporte a la recarga del manto freático abarca una extensión aproximada de 19% de la cuenca (987 ha.) y la mayor parte de los remanentes de bosque se localizan en la parte central de la misma.

ZONAS PRIORITARIAS POR BENEFICIOS HÍDRICOS COMBINADOS

Una vez delimitadas las áreas prioritarias para pago por servicios ambientales por sus beneficios hídricos, tanto en la captación de aguas superficiales

como subterráneas, se elaboró un mapa basado en un sistema matricial que permitiera determinar aquellas zonas que resultan prioritarias para ambos procesos hidrológicos, de forma tal que se identifiquen espacialmente los predios que se consideran de alta prioridad por sus beneficios combinados.

El sistema matricial combina las diferentes categorías de prioridad por aporte de aguas superficiales con las de prioridad por recarga a aguas subterráneas de la siguiente manera:

		PRIORIDAD POR APOORTE DE AGUAS SUPERFICIALES		
		BAJO	MEDIO	ALTO
PRIORIDAD POR APOORTE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	Bajo			
	Alto			
	Medio			

El mapa correspondiente permite observar que la mayoría de las zonas establecidas como de alta prioridad por sus beneficios hídricos combinados se localizan en la porción nororiental y central de la cuenca del río Gavilanes y en todas ellas existe cubierta forestal (primaria o secundaria) de bosques de pino-encino y bosques mesófilos de montaña, principalmente localizados en la zona media de la cuenca.

Cabe resaltar que de acuerdo con estos resultados, el pago por servicios ambientales debe orientarse en primer lugar hacia los propietarios de las zonas calificadas como de alta prioridad, ya que son las áreas que brindan beneficios hídricos combinados, privilegiando a los pobladores que se encuentren viviendo bajo condiciones de alta marginación; no obstante, las zonas evaluadas como de prioridad media, deberán considerarse, también, principalmente, en su integración con proyectos que favorezcan la restauración ecológica.

CONCLUSIONES GENERALES

El Pago por Servicios Ambientales es un mecanismo estratégico del desarrollo sustentable ya que con su instrumentación se pretende asegurar la conservación de procesos naturales que benefician a los seres humanos.

Los criterios o premisas teóricas para realizar este tipo de investigaciones son claros: es necesario contar con bases de datos hidroclimáticos con más de 10 años de mediciones periódicas, bases cartográficas de geología superficial, geomorfología, edafología y cobertura vegetal reciente. Las bases de datos son el insumo principal de la evaluación, sin embargo no son suficientes para concretar el análisis, sino que se requieren desarrollar modelos geográficos con premisas teóricas sólidas que faciliten la deducción de una serie de fenómenos, para los cuales, por el momento, no existen datos, pero que es necesario estimarlos, como por ejemplo la precipitación horizontal y el flujo de aguas subterráneas.

Al respecto, consideramos que el enfoque de paisajes geoecológicos (Mateo, 1984 y 1991) e hidrológicos (PLADEYRA, 2001) desarrollados en este estudio, permitió la operación de modelos matemáticos y geográficos, pudiendo manipular e intercambiar bases de datos así como representarlas espacialmente en unidades geográficas integrales.

Las zonas de mayor prioridad para el pago por servicios ambientales se ubican en la parte central y alta de la cuenca, donde se concentran unidades ecológicamente conservadas, pero rodeadas por paisajes con intensos usos del suelo, situación que pone en riesgo la continuidad de los procesos hidrológicos y por tanto el abastecimiento de la ciudad. Sin embargo, también es importante mencionar el papel que juega la vegetación secundaria en el mantenimiento de la estabilidad de los procesos hidrológicos.

Como se resaltó en la fase inicial de este estudio, la característica fundamental de los poblados de esta cuenca es la pobreza, debido a su alto grado de marginación, lo cual se constituye en la principal amenaza hacia las masas forestales y por tanto hacia la sustentabilidad del recurso agua es la pobreza. La necesidad y la falta de perspectiva conducen a los pobladores hacia la deforestación y los usos extractivos de los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

Bruijnzeel, L.A. y Proctor, J. 1995. Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forests: what do we really know? En: *Tropical Montane Cloud Forests*. L.S. Hamilton, J.O. Juvik y F.N. Scatena (eds.). Ecological Studies 110. May, 1991; San Juan, Puerto Rico. Nueva York: Springer. p. 38-78

- Capalcera, F. 1978. El problema de abastecimiento de agua potable de Xalapa. Tesis profesional. Fac. Ingeniería, Universidad Veracruzana, Veracruz, Ver.
- Geissert, D, Dubroeuq D, Campos A, Meza E. 1994. Carta de Paisajes Geomorfoedafológicos de la región volcánica Cofre de Perote, Edo de Veracruz, México. INECOL, ORSTROM, CONACYT, Xalapa, Veracruz, México.
- Godron, M. 1983. *Le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. París, Francia.
- Herrador, J.L y García H. 1984. Análisis ecológico y económico del proceso productivo primario en una comunidad campesina del Cofre de Perote, Veracruz. Bases para el estudio, la planeación y el desarrollo comunitarios, Xalapa, Ver. 47 pp., inédito.
- Hoffmann, E. 1993. *Rumbos y Paisajes de Xico*. INECOL, ORSTROM, Xalapa, Veracruz, México.
- INEGI. 1984a. Carta de Vegetación y Uso del suelo. E14-3, Escala 1:250,000. Dirección General de Geografía, INEGI. Aguascalientes Ags, México.
- . 1984b. Carta Edafológica E14-3, Escala 1:250,000. Dirección General de Geografía, INEGI. Aguascalientes Ags, México.
- . 1984v. Carta Geológica E14-3, Escala 1:250,000. Dirección General de Geografía, INEGI. Aguascalientes Ags, México.
- . 1993a. Carta Topográfica E14-B36, Escala 1:50,000. Dirección General de Geografía, INEGI. Aguascalientes Ags, México.
- . 1993b. Carta Topográfica E14-B37, Escala 1:50,000. Dirección General de Geografía, INEGI. Aguascalientes Ags, México.
- Mateo, J. 1984. Apuntes de geografía de los paisajes. Empresa Nacional de Producción y Servicios del MES, La Habana, Cuba.
- . 1991. Curso de Postgrado de Geoecología del Paisaje. Material de Apoyo. Universidad Central de Venezuela. Maestría en Arquitectura del Paisaje, Postgrado en Ordenamiento Territorial, 222 pp.
- . 2002. *Geoecología de los Paisajes*. La Habana, Cuba.
- Muñiz-Castro M.A. Captura y retención de agua por el Bosque Mesófilo de Montaña, un servicio ambiental vital. Artículo del curso sobre manejo de recursos forestales. Postgrado en ecología y manejo de recursos naturales. Xalapa, Veracruz, México.
- PLADEYRA. 2000. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Río Bobos, Veracruz. Fases de Diagnóstico por Sistemas y Diagnostico Integrado. Gobierno del Estado de Veracruz Llave. Xalapa, Ver.

- . 2001. Ordenamiento Ecológico del Estado de Veracruz. Fase Descriptiva del Medio Físico. Inédito. Gobierno del Estado de Veracruz, México.
- Poissonet, J. 1983. Modes d'exploitation et pratiques culturales. En : Godron, M. *Le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, Francia.
- Shuttleworth, W. J. 1993. Evaporation. En: Haidment, D.R. (ed.). *Handbook of Hydrology*. McGraw-Hill, Inc. Nueva York.

LA SOBREEXPLOTACIÓN DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS: EL CASO DE LA CUENCA DEL RÍO DE LA LAJA, GUANAJUATO

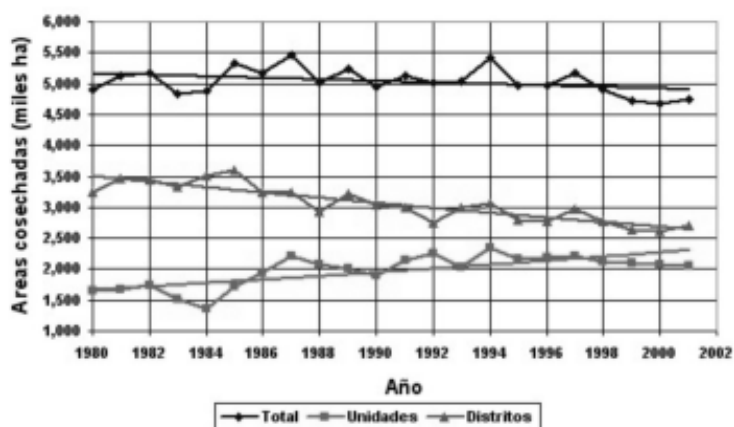
Enrique Palacios Vélez y Carlos López López

INTRODUCCIÓN

Según información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (CNA), también reportada por la FAO, la infraestructura de riego en México domina un área de más de 6.3 millones de hectáreas; sin embargo, según reporte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), la superficie promedio de riego cosechada en la agricultura en los últimos 22 años se ha cosechado en la agricultura de riego, apenas rebasa los 5 millones de hectáreas, incluyendo segundos cultivos, como puede constatarse en la figura 1. Esta figura se ha elaborado con la información reportada por el Centro de Estadística Agropecuaria, así como información proporcionada por la Gerencia de Distritos y Unidades de Riego de la CNA.

En esta figura se observa que el área cosechada en los distritos de riego ha venido disminuyendo en el lapso analizado a una tasa anual media de 1.32%. Por el contrario, y como compensación, el área regada fuera de los distritos, que denominaremos unidades de riego, ha aumentado a una tasa anual media de 1.55% anual y la superficie total cosechada de riego también ha disminuido un poco. Lo preocupante es el hecho de que año con año se ha reportado un aumento en las áreas con infraestructura de riego, como consecuencia de inversiones en la construcción de infraestructura, lo cual no se nota en las áreas cosechadas bajo riego. Una de las razones de esta falta de incremento en las áreas regadas, es que en muchos casos se construyen obras donde ya no hay agua disponible; como consecuencia, se afecta a usuarios con derechos establecidos, se aumenta la sobreexplotación de las

FIGURA 1. VARIACIÓN DE LAS ÁREAS REGADAS EN MÉXICO



cuencas y de los acuíferos y va quedando infraestructura de riego sin utilizar. Como prueba de esta hipótesis, se hace un análisis del caso de la cuenca del río de La Laja, en el estado de Guanajuato, fuente principal de abastecimiento del distrito de riego 085, la Begoña. El objetivo del trabajo será demostrar que hay una reducción de escurrimientos, como consecuencia de un aumento en el uso del agua en la cuenca alta del río de La Laja, con impacto económico negativo para los usuarios del distrito de riego.

LOCALIZACIÓN

La cuenca del río de La Laja se encuentra ubicada en el noroeste del estado de Guanajuato entre las coordenadas geográficas Latitud 21° 33' Norte, Longitud 101° 31' Oeste en el extremo noreste y 20° 46'; 100° 11' en el extremo suroeste. En la figura 2 se muestra la posición en el estado de Guanajuato.

Se obtuvo de la CNA, la información hidrológica del río de La Laja, con las aportaciones mensuales a la altura de la presa "Ignacio Allende" desde el año de 1940. Esta presa se terminó en agosto de 1968, con una capacidad total de 251 hm³, de los cuales se destinan para riego 115 hm³, y la diferencia en capacidad es para el control de avenidas.

FIGURA 2. CUENCA ALTA DEL RÍO DE LA LAJA, GUANAJUATO



Adicionalmente, se obtuvo toda la información sobre las extracciones para riego, tanto de la presa Allende como de las otras fuentes de abastecimiento del distrito de riego 085, la Begoña, como son la presa de Neutla y de los pozos oficiales y particulares, así como la información sobre las superficies regadas y cosechadas por cultivo, precios medios rurales, rendimientos medios y valor de la producción, para el período de 1975 a 1999. También, se obtuvo información hidrométrica del distrito de riego, que incluye las láminas de riego por cultivo para cada año y el número de riegos aplicados.

Para el año de 2002, se pudo obtener de la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Guanajuato, la información sobre la producción agrícola municipal, incluyendo superficie regada y cosechada.

Con objeto de estimar las superficies regadas dentro de la cuenca alta del río La Laja, debido a la falta de información, se obtuvieron imágenes de

los satélites Landsat 2 y 4 con el sensor MSS (Multispectral Scanner) y del Landsat 7 con el sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) de tres escenas que cubren el área de dicha cuenca, para cuatro épocas en este período analizado. Las escenas consideradas son las 27/45, 27/46 y 28/45 (ruta e hilera del recorrido del satélite), para los años de 1976, 1986, 1992 y 2000; las épocas de obtención de las imágenes fueron los meses de marzo hasta principio de mayo, época en que el riego es indispensable y pueden distinguirse claramente las áreas bajo riego.

El principal "software" utilizado para el análisis, fue el IDRISI 32 para Windows, de Clark Labs, el sistema de información Geográfica ArcView 3.1 del Environmental Systems Research Institute, así como el modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tools). Como complemento, se desarrolló un software adicional para el análisis de las imágenes de satélite, con fines de mejorar la clasificación del uso del suelo.

CLIMATOLOGÍA

En el área de la cuenca o en sus cercanías se ubican 7 estaciones meteorológicas, que son: Dr. Mora, Peñuelitas, San Diego de la Unión, San José Iturbe, San Juan de los Llanos, San Luis de la Paz y San Miguel Allende. Utilizando el método de los polígonos de Thiessen, se calculó la precipitación anual promedio para la región en 500 mm. Solamente en dos estaciones se tiene información sobre evaporación, en Peñuelitas y en San Juan de los Llanos, por lo que sus valores mensuales se promediaron y la información sobre la humedad relativa e insolación se obtuvo de la estación de Peñuelitas.

Los datos que se presentan en el cuadro 1 y en la figura 3, muestran un balance hídrico entre la evapotranspiración potencial, estimada con base en la evaporación, y la precipitación mensual.

Obsérvese que la evapotranspiración es siempre mayor que la precipitación, por lo que hay un déficit evapotranspirativo mensual cuyo acumulado anual llega a 824 mm, equivalentes a 8,240 m³/ha.

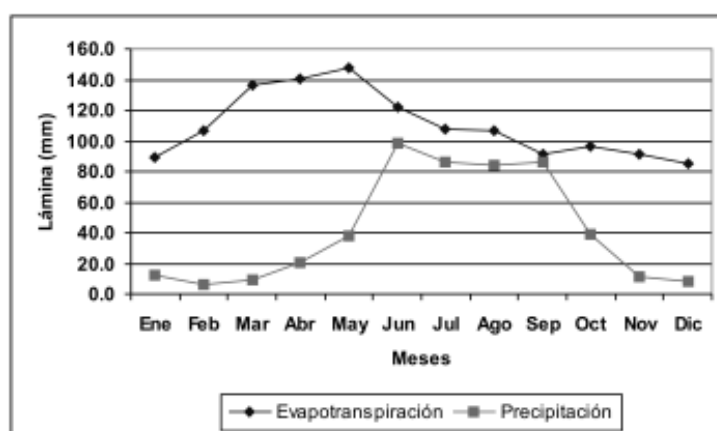
HIDROLOGÍA

La cuenca alta del río La Laja, tiene una superficie de 7,017 km², con una red de tributarios, entre los que pueden mencionarse como los más impor-

CUADRO 1. DATOS CLIMATOLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO DE LA LAJA

MES	LLUVIA (MM)	EVAPORACIÓN (MM)	HUMEDAD REL (%)	INSOLACIÓN (%)
Ene	12.0	118.6	44.4	65.6
Feb	5.9	142.0	36.3	72.5
Mar	8.9	182.3	32.5	67.8
Abr	20.5	188.0	38.1	63.5
May	37.5	196.8	36.9	57.6
Jun	98.3	163.3	50.1	50.4
Jul	85.7	143.4	56.3	49.7
Ago	84.2	141.6	52.6	54.7
Sep	86.0	122.2	55.7	51.5
Oct	38.9	128.9	50.1	62.7
Nov	11.8	121.7	47.6	67.7
Dic	8.4	114.0	46.3	62.5
Total/medias	497.9	1762.5	45.6	60.5

FIGURA 3. BALANCE HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO DE LA LAJA, GUANAJUATO



tantes, el Río Arrastres, el San Marcos, el Plan, el Carrizal y el Bocas. Este río de La Laja, es el principal contribuyente a la Presa Ignacio Allende, principal fuente de abastecimiento del distrito de riego 085, La Begoña, en el estado de Guanajuato.

La metodología utilizada para el análisis de la información, se ha dividido en tres etapas; la primera se refiere al análisis hidrológico, para conocer el comportamiento del río a través del tiempo, tratando de probar la hipótesis de una continua reducción de los escurrimientos hacia la presa Ignacio Allende; la segunda al análisis sobre el uso del suelo en la cuenca alta, con objeto de probar un aumento significativo del uso del agua debido al incremento de las áreas regadas y, finalmente, el análisis económico para probar el impacto negativo sobre los usuarios del distrito de riego de la Begoña.

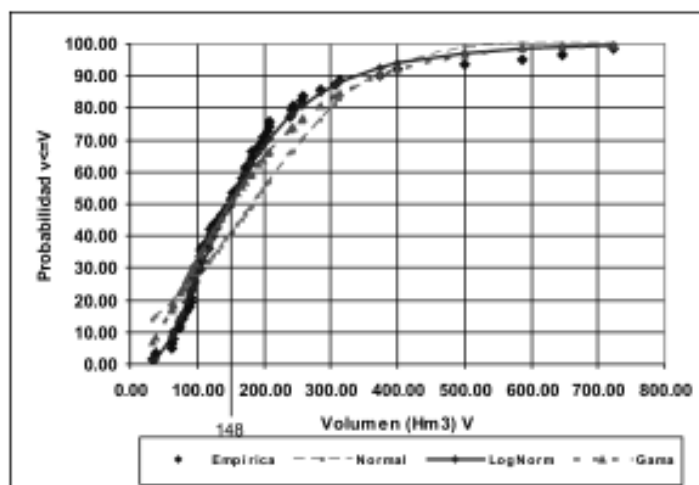
ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Se dispone de información sobre los escurrimientos del Río de La Laja, a la entrada de la presa Ignacio Allende, desde el año de 1940. Así, con objeto de definir un estimador de la tendencia central de la serie de datos, se ajustaron a tres funciones de probabilidad: la Normal, la Log Normal y la Gama incompleta. Además se llevó a cabo la prueba de χ^2 para evaluar el mejor ajuste. Los resultados indican un aceptable ajuste a la función Log Normal y la media geométrica coincide con la probabilidad al 50 %, estimada por esta función. En la figura 4 se muestra gráficamente los ajustes a las mencionadas funciones.

Los estimadores de tendencia central, fueron la media aritmética 183.982 hm³, la media geométrica 148.268 hm³ y la pendiente de la curva masa que vale 196.07 hm³. Dado que el mejor ajuste de las funciones de distribución, fue la Log Normal, la media geométrica es la que representa más adecuadamente la tendencia central; obsérvese que la media aritmética es cerca del 20 % mayor que la media geométrica, la cual coincide con la probabilidad de ocurrencia al 50 %. Por otra parte, también se hace notar la gran variabilidad en los escurrimientos anuales, ya que la desviación estándar es de 139.55 hm³, y el coeficiente de variación es del orden del 76 %.

Tomando en consideración que el distrito de riego La Begoña regularizó su operación en el ciclo agrícola 1969-1970, es importante analizar el comportamiento del río La Laja a partir del año de 1970, con objeto de

FIGURA 4. AJUSTE DE FUNCIONES DE PROBABILIDAD A ESCURRIMIENTOS DEL RÍO DE LA LAJA



comprobar si ha habido una disminución significativa en su escurrimiento. Debido a que en este período la variabilidad de los escurrimientos fue mayor, ya que el coeficiente de variación aumentó hasta el 89 %, se ha utilizado el método de los promedios móviles (de tres años) para suavizar dichas variaciones. Al calcular la tendencia en el período 1970-2000, se ha obtenido un valor de $-7.42 \text{ hm}^3/\text{año}$, como se observa en la figura 5.

Esta disminución podríamos dividirla en dos partes, la disminución de los caudales base y la que incluye los caudales en la época lluviosa. Una de las hipótesis a probar es que debido al aumento de la extracción de aguas del subsuelo, los caudales base disminuyen, además de la retención en nuevos almacenamientos, la cual es más evidente en los caudales totales.

Los escurrimientos del río de La Laja se concentran en el período lluvioso, de junio a octubre, con caudales mínimos en el resto del año, como se muestra en la figura 6.

Por tanto se hace un análisis de la tendencia, considerando solamente los 7 meses secos del año para el mismo período 1970-2000. Por otra parte, debido a que en 1992 se presentó una condición atípica, debido a un escurrimiento muy alto cercano a los 100 hm^3 , casi cinco veces la media, se

FIGURA 5. VARIACIÓN DE LOS ESCURRIMIENTOS DEL RÍO DE LA LAJA

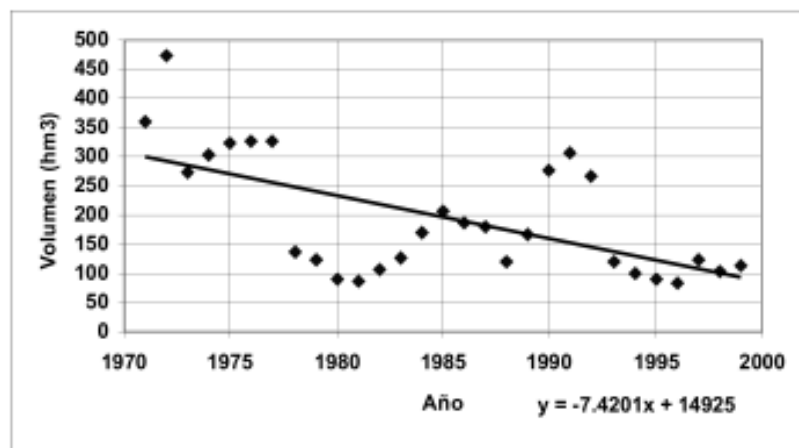


FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE ESCURRIMIENTOS

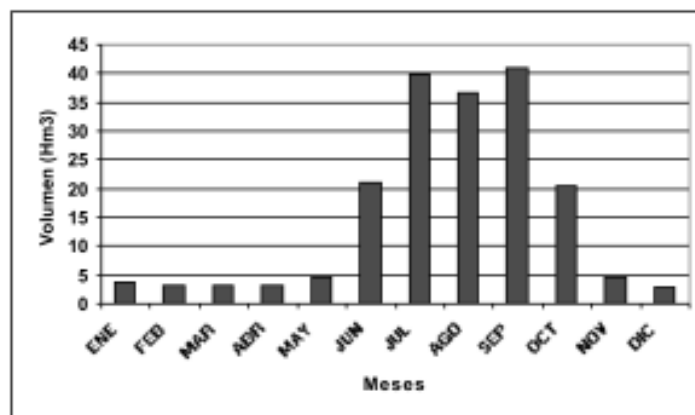
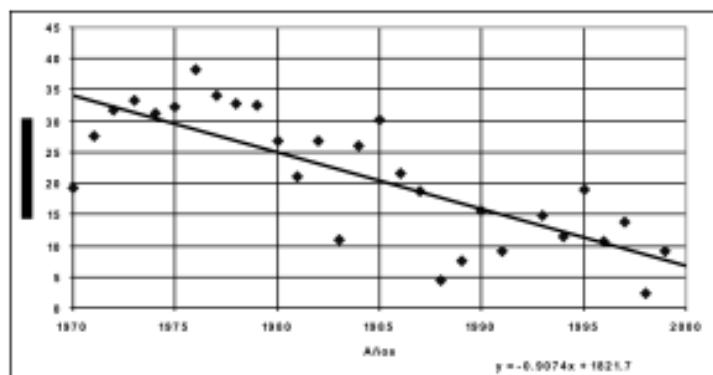


FIGURA 7. TENDENCIA DE LOS ESCURRIMIENTOS MÍNIMOS, RÍO DE LA LAJA



ha suprimido dicho año para evitar la distorsión que genera. La tendencia se muestra en la figura 7.

En general, se puede concluir que ha habido una disminución de las aportaciones del río de La Laja a partir de 1970. Poco más de 7 hm³/año, de los cuales 0.91 hm³/año, son debido a caudales base, que en parte podría considerarse como efecto del aumento de la explotación de los acuíferos que se encuentran dentro de la cuenca.

En efecto, de acuerdo con información obtenida de la base de datos de Ariel Consultores (2000), en el acuífero de “Laguna Seca”, que se encuentra casi en el centro de la cuenca estudiada y es el más importante de la zona, se estimó una extracción de agua del subsuelo de 100 hm³ para el año de 1976 y de acuerdo con la estimación más reciente de 1996, la extracción aumentó hasta 398 hm³, rebasando con mucho los 129 hm³, volumen estimado como la recarga. El otro acuífero dentro de la cuenca, es el de la Cuenca Alta del río de La Laja, el cual también se encuentra sobreexplotado, estimándose la extracción en 412 hm³, con una recarga de solamente 140 hm³.

Por otra parte, en este período de 1970 al 2000, se construyeron cuatro presas sobre el río o sobre sus afluentes. Estas presas son: Álvaro Obregón con capacidad de 12.5 hm³, operando a partir de 1977; San Juan de los Llanos con capacidad de 9 hm³, operando a partir de 1980; Los Reyes con

capacidad de 4.63 hm³, operando a partir de 1985 y Jesús María con capacidad de 26 hm³, que inició su operación en 1992. La capacidad total de las 4 presas es de 52.13 hm³, los cuales han dejado de escurrir hacia la presa Ignacio Allende; la superficie que pueden regar es de 4,137 hectáreas.

Es de interés señalar, que cuando se terminaron los estudios de la presa Los Reyes, existían los Comités Estatales y el Nacional de Planeación de la SARH, y en el Comité Nacional no se autorizó la construcción de la presa por el efecto negativo que tendría sobre el distrito de riego de La Begoña; sin embargo, ese mismo año desaparecieron los comités y la presa fue construida.

ANÁLISIS DEL USO DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO DE LA LAJA

Debido a que no se encontraron estadísticas confiables sobre las superficies regadas en las décadas de los setenta y de los ochenta en la cuenca alta del río de La Laja, se ha hecho uso de imágenes de satélite, para evaluar las superficies regadas en estos períodos.

Como se ha indicado anteriormente, para el estudio se consiguieron imágenes de los satélites Landsat 2, 4 y 7, con las escenas 27/45, 27/46 y 28/45 (ruta e hilera del recorrido del satélite), para los años de 1976, 1986, 1992 y 2000, en los períodos comprendidos de marzo a inicios de mayo, que son la época más seca del año, con el fin de estimar el área regada dentro del perímetro de la mencionada cuenca.

Para el procesamiento de las imágenes se ha hecho uso del “software” IDRISI 32, además del Sistema de Información Geográfica ArcView, utilizando las siete bandas, auxiliados de algoritmos que se han desarrollado para mejorar la interpretación. Un primer tratamiento que se les ha dado, es la corrección atmosférica, con el fin de reducir el efecto de bruma. Por otra parte, se desarrolló un algoritmo que permite una clasificación de las imágenes, mediante la interpretación de las firmas espectrales de la vegetación, el suelo y otros componentes que se detectan en el análisis de las imágenes.

Esta primera clasificación, ha requerido de varios ajustes; primero, se tuvo que utilizar una máscara, con el fin de considerar para la clasificación solamente lo que se encuentra dentro de la cuenca del río de La Laja; posteriormente, ha sido necesario eliminar los cerros con vegetación arbustiva. Para esta última corrección, se utilizó un modelo digital de elevación (DEM), de la región, a fin de eliminar las zonas con pendientes mayores del 5 %.

Como resultado de la clasificación final, se obtuvieron los datos que se muestran en el cuadro 3.

CUADRO 3. VARIACIÓN ÁREAS REGADAS

AÑO	ÁREA REGADA (HA)
1976	9,977
1986	12,858
1992	21,928
2000	30,590
2002	40,668

La tendencia muestra un incremento medio del 5.5 % por año en el lapso analizado. Por otra parte, se dispone la información de la Secretaría de Desarrollo Rural de Guanajuato, que para el año de 2002, indica que en los municipios incluidos dentro de la cuenca, que son: San Diego, Dolores, San José, Dr. Mora, Allende y parte de San Felipe, se regaron 40,668 hectáreas, incluyendo segundos cultivos. La superficie de cultivos perennes representa casi la mitad de esta área (19,204 hectáreas), con predominancia de alfalfa, con alta demanda de agua.

IMPACTO SOBRE EL DISTRITO DE RIEGO 085, LA BEGOÑA

La reducción de las aportaciones a la presa Ignacio Allende, empezó a afectar al distrito de riego desde fines de la década de los setenta, por lo que a partir de 1981 este distrito ha utilizado agua de pozos profundos. Efectivamente, se perforaron 21 pozos oficiales y adicionalmente hay otros 111 pozos particulares, que a partir de dicho año, han bombeado como promedio 36 hm³/año, que ha representado casi el 28 % del agua usada en el distrito. Estos pozos se ubican en el acuífero del Valle de Celaya, que está sobreexplotado.

No obstante que el distrito tiene esta otra fuente de abastecimiento, los volúmenes disponibles se han reducido ocasionando que los usuarios estén dando menos riegos, lo que los ha obligado a tener que cambiar su patrón de cultivos, reduciendo la productividad de la tierra.

Para hacer un análisis económico sobre los beneficios brutos en el distrito de riego, se ha calculado el valor anual de la cosecha en el período estudiado, utilizando los precios medios rurales de los cultivos para el año de 1993, a fin de hacerlos comparativos. Como puede observarse en la figura 8, el valor de la producción del distrito a precios de 1993, ha venido disminuyendo con una tendencia equivalente a 1.9 millones de pesos por año y esto se debe a que la productividad de la tierra ha bajado, como se nota en la figura 9.

Como se dijo anteriormente, la baja en la productividad de la tierra se debe a que ha habido un cambio en el patrón de cultivos, se han reducido a un mínimo los cultivos perennes de casi 5,000 hectáreas que se cultivaban en 1975 a solamente 520 hectáreas en 1999, aumentando los cultivos menos rentables. Esto se ha debido a que se dispone de menos agua para regar casi la misma área, por lo que el número de riegos se ha reducido, en promedio, de 7 a 3. Como se observa en la figura 9, la productividad por hectárea se ha reducido en un 45 % en el período analizado y el valor de la producción ha

FIGURA 8. VALOR DE LA PRODUCCIÓN EN EL DISTRITO DE RIEGO LA BEGOÑA

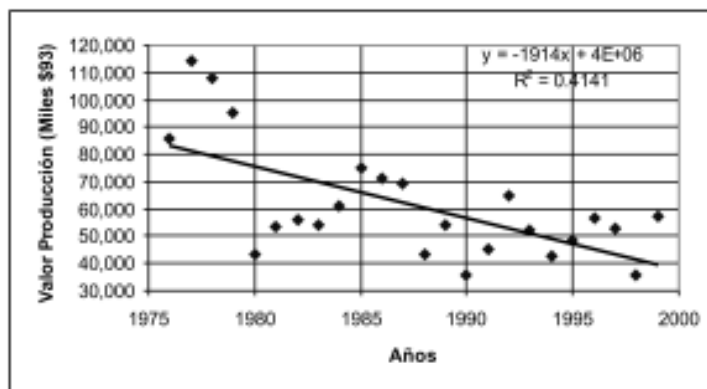
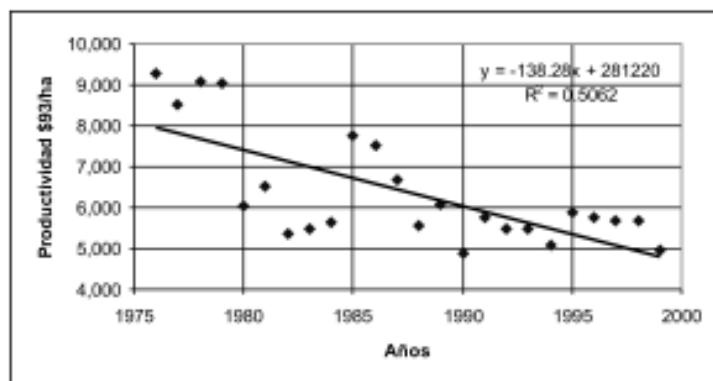


FIGURA 9. PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA EN EL DISTRITO DE RIEGO LA BEGOÑA



tenido una reducción del 55 % (de 110 millones de pesos del 93 a unos 50 millones de pesos del 93) en el mismo período.

Finalmente, se infiere que también la reducción de los caudales escurridos por el río de La Laja, han contribuido a la disminución de las aportaciones del río Lerma al Lago de Chapala.

CONCLUSIONES

El análisis que se ha llevado a cabo en esta cuenca, es un indicativo de lo que ha pasado en muchas otras. Se ha construido infraestructura para regar un área superior a lo que la disponibilidad del recurso agua en dichas cuencas permitiría. Ejemplos hay muchos; así se pueden citar los casos de la cuenca del río Atoyac-Zahuapan en Puebla y Tlaxcala, con afectación directa al distrito de riego de Valsequillo, y la cuenca del río Bravo, con afectación directa al distrito de riego del Bajo Bravo, a pesar de que estudios realizados por la Comisión del Plan Nacional Hidráulico lo previeron desde 1976 (Sancho, 1976).

El ejemplo que se ha presentado, explica una de las razones por las que la superficie regada en los distritos de riego se ha reducido y en cambio ha aumentado el área regada en unidades de riego. La política de construcción de obras, con el fin de beneficiar a nuevos usuarios del agua en el sector agrícola, no ha tomado en cuenta los costos que se generan en las zonas y

sobre los usuarios afectados, por lo que sería muy conveniente hacer una evaluación "ex-post", en muchos de los proyectos para riego, considerando estos costos, además de otros no señalados, como ha sido la sobreexplotación de acuíferos.

Pero es indispensable hacer notar que la sobreexplotación de cuencas y acuíferos, en muchos casos no es un problema técnico; hay varias razones que han contribuido a la sobreexplotación. Una muy importante ha sido la presión política que se ha ejercido sobre las agencias gubernamentales para incrementar las áreas regadas, donde ya no hay agua disponible, con el fin de "beneficiar" a más usuarios. Otra razón ha sido de carácter legal, ya que la Ley Federal de Aguas de 1971 y la Ley Federal de Reforma Agraria, no consideraban el aspecto cuantitativo en relación con los beneficios del riego, ya que solamente se hacía referencia a dotaciones de agua y a derechos de riego, sin definir qué era un derecho de riego (agua suficiente para el riego de cultivos, sin considerar qué cultivo). El hecho de que esta Ley Federal de Aguas nunca se haya reglamentado, agregó una indeterminación cuantitativa con relación a cuánta agua se requería para el riego.

Por otra parte, también debe hacerse mención de que en muchos casos no se han respetado las vedas establecidas por el Ejecutivo Federal. Otro aspecto que requiere atención, es que a diferencia de otros países donde el agua es un recurso restringido, en México la Ley de Aguas no tiene en consideración lo que debería ser un derecho de antigüedad en el uso del agua.

Dadas las condiciones actuales de disponibilidad de agua en zonas de desarrollo acelerado, donde este recurso es limitado, es evidente que debe tenerse mucho cuidado al considerar inversiones para nuevas obras, para no lesionar los derechos de usuarios con derechos establecidos. Actualmente, se están presentando muchos conflictos debido a la falta de respeto a dichos derechos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ariel Consultores. 2000. Base de datos de acuíferos de México.
- CNA. 2000. Bases de datos estadísticos e hidrométricos de los distritos de riego. Gerencia de Distrito y Unidades de riego.
- INEGI. 2001. Índice de Precios Implícitos por Gran División de Actividad Económica. En línea (www.inegi.gob.mx).

- López, L.C. 2001. Diagnóstico sobre el manejo del agua en la Cuenca del Río de La Laja y su impacto económico en el distrito de riego 085, La Begoña, Guanajuato. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Sancho, C. J. 1976. Río Bravo: Simulación Hidrológica. Documento 6 de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico. SARH.
- SAGARPA. 2000. Base de datos del Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON 1980-1999) en CD. Centro de Estadística Agropecuaria, México.

Segunda parte

GESTIÓN Y POLÍTICA
EN CUENCAS

SI SABEMOS TANTO SOBRE QUÉ HACER EN MATERIA DE GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA Y CUENCAS ¿POR QUÉ NO LO PODEMOS HACER?

Axel C. Dourojeanni

LOS OBSTÁCULOS NO SUPERADOS PARA LA GESTIÓN DEL AGUA Y EL MANEJO DE CUENCAS

Después de años de analizar la evolución de la aplicación de las políticas hídricas en los países de la región, asistir a muchas reuniones sobre el tema, participar en la elaboración y debates de una serie de anteproyectos de ley de aguas y dar recomendaciones sobre lo que se debe hacer a nivel nacional y de cuencas se tiene la sensación de que ya está todo dicho.

En lo ya vivido y escrito podemos encontrar todo lo que se precisa para establecer una sólida capacidad de gestión del agua y las cuencas y poner en práctica tantas recomendaciones. Sin embargo este hecho no se produce como lo podemos apreciar sin necesidad de hacer estudios demasiado profundos y ni siquiera ser experto en la materia. Basta con percatarse de la contaminación del agua de los cursos de agua o la degradación de las cuencas y franjas costeras donde acostumbramos ir o hablar con las personas mayores del lugar sobre sus vivencias no tan lejanas, si es que se es joven, para ver o escuchar cómo han cambiado las situaciones en el medio.

¿Por qué nos ganan las situaciones no deseadas en la gestión del agua y el ambiente en general si somos tan buenos en dar recomendaciones sobre lo que se debe hacer? Tenemos listas de obstáculos identificados, pero no los logramos superarlos (ver recuadro 1) e inclusive retrocedemos en muchas metas logradas. ¿Cuáles son las razones de que ello suceda? ¿Será que como especialistas o responsables de la gestión del agua, las cuencas y el ambiente no somos capaces de comunicarnos con los actores pertinentes como son los ministerios de hacienda, los inversionistas o los congresistas? ¿Será que,

como se menciona en la larga lista de obstáculos presentadas en el Recuadro 1, simplemente somos fatalistas y aceptamos las consecuencias de nuestro accionar sin quejarnos el tiempo suficiente para que se convierta en un punto de la agenda política?

Debemos partir por reconocer que las capacidades necesarias para lograr una buena gestión del agua forman parte de las propias de los gobiernos en todos los ámbitos. No hay, por tanto, opción de gobernabilidad sobre el agua y las cuencas si el sistema político institucional de un país no es lo suficientemente sólido y sus políticas macroeconómicas no son consecuentes con todas las tareas que debe realizar. Inclusive hoy esta estabilidad es necesaria que se extienda a nivel global o por lo menos mas allá de las fronteras con los países limítrofes en materia del agua, sea porque se llegan a acuerdos de libre comercio, sea porque se fomenta las inversiones externas o sea porque se han firmado tratados para la gestión de cuencas transfronterizas.

Así, mientras nos juntamos los comprometidos con la gestión del agua, las cuencas, las franjas costeras, la fauna y los bosques y el ambiente en general, por el otro lado hay grupos muy importantes que toman decisiones sobre temas que parecen ajenos al agua y el ambiente, pero que en la práctica afectan a estos elementos y recursos mucho más que las decisiones contenidas en el estrecho marco de las decisiones de los expertos del agua y el ambiente. Además están otros factores no controlables por los gestores del agua como son el crecimiento exponencial de zonas urbanas y de la población en general, el incremento de la pobreza y la carencia de acceso a la educación y a recursos económicos de gran parte de la misma.

Para enfrentar los obstáculos recurrimos frecuentemente a las grandes declaraciones de intención como son: alcanzar metas de desarrollo sustentable y sostenido, fomentar la participación y la democracia y alcanzar metas de gestión integrada de recursos hídricos; u optamos por soluciones como: privatizar servicios de agua potable y saneamiento, descentralizar acciones, fomentar la participación local, aplicar el principio de contaminador pagador, reformular las leyes y normas, crear capacidades, fiscalizar mejor las acciones y ejercer un sistema de vigilancia, registrar los usuarios y los derechos otorgados y, en general, contar con mejor información y así sucesivamente. Sin embargo, solo logramos hacer parte de ésto y con resultados muy variados, localizados y de corta duración. Repitiendo por tanto

la pregunta inicial ¿Por qué, si sabemos tanto sobre qué hacer en materia de gestión del agua, no lo podemos hacer?

Antes de responder cabe sin embargo hacer una advertencia: la respuesta no es fácil. Todos de alguna manera tendemos a responder casi de inmediato con una idea preestablecida, como por ejemplo: “Lo que falta es voluntad política...”. Si la respuesta fuera tan sencilla podríamos trabajar sobre eso y lograr impactos positivos. Todos tenemos soluciones en mente, pero es obvio que para que tengan efecto deberán ser aplicadas más de una a la vez siguiendo una estrategia de largo plazo, para ir superando uno a uno los obstáculos, siguiendo un orden de prioridades, prioridades que aún no hemos determinado.

RECUADRO 1. LOS OBSTÁCULOS NO SUPERADOS PARA LA GESTIÓN DEL AGUA
Y EL MANEJO DE CUENCAS

El primero, es la escasa accesibilidad e influencia que tienen los gestores del agua sobre las políticas macro-económicas, sobre las priorizaciones en la asignación de recursos por parte del estado, en la intromisión de las decisiones políticas en la designación de funcionarios a cargo de temas de gestión del agua. La incapacidad de tener mayor autonomía financiera y jurídica, la no consulta a los gestores del agua sobre las implicancias de las políticas de fomento de inversión extranjera y tratados internacionales de libre comercio sobre el agua.

El segundo es que la población de una cuenca a veces no reacciona con suficiente fuerza frente a situaciones conflictivas tanto de origen humano como natural o a veces reacciona, pero con mucho retardo, sobre todo cuando hay situaciones de contaminación. El fatalismo frente a desastres provocados por fenómenos naturales o algún daño o alteración causado por algún grupo de usuarios más poderosos que contamina las fuentes o sobreexplota el agua subterránea no genera o retarda el emprendimiento de acciones para crear mecanismos para “gobernar” sobre el agua y las cuencas.

(Continúa)

La tercera es la carencia, el desconocimiento o la negación que tienen los actores más afectados para encauzar sus legítimas quejas, reclamos o demandas originadas por conflictos por el uso del agua o desastres causados por fenómenos extremos. Los usuarios de menores posibilidades, usualmente aislados, renuncian a efectuar trámites interminables e inútiles para crear mecanismos de gobernabilidad o para utilizar los existentes que se encuentran fuera del alcance de sus posibilidades. Son los actores marginados de la gobernabilidad sea porque han perdido la fe en las autoridades sea porque éstas simplemente no existen o no se ejerce tal autoridad.

La cuarta dificultad, que retarda significativamente la puesta en marcha de programas de gestión integrada del agua, es la carencia de estrategias coherentes con los medios para ponerlas en práctica. En general es muy común que exista mucho voluntarismo en las declaraciones oficiales, inclusive en leyes que se aprueban con el fin de crear autoridades de cuencas, privatizar empresas de servicios de agua, transferir sistemas de riego y drenaje a los usuarios o descentralizar acciones hacia gobiernos regionales, pero no se crean los mecanismos necesarios para llevar a cabo las ideas. Estas iniciativas luego no funcionan por el apresuramiento y poca preparación con que fueron efectuadas.

Un quinto motivo, sobre todo en materia de deterioros en la calidad de agua, es el desconocimiento que tienen muchos usuarios de los derechos que tienen con relación a presentar reclamos por esta situación. Aceptan así, sin mayores quejas, que no se pueden bañar o pescar en un río porque hay un aviso que señala que el río está contaminado o que no pueden regar sus plantas por el mismo motivo. Es decir que el usuario se convierte en un ser “amaestrado” para soportar las injusticias en la gestión del agua. Así el culpable no es el contaminador sino el que usa el agua contaminada.

El sexto, es la existencia repetida de una “gobernabilidad transitoria”. La gobernabilidad transitoria es la respuesta política frente a una situación extrema que provoca críticas en los periódicos o manifestaciones públicas. Se crean entonces “comisiones de emergencia” que dan la impresión de que se hace algo, comisiones que luego se diluyen. Esto retarda la creación de sistemas estables de gobierno sobre el agua ya que apacigua los recla-

(Continúa)

mos de los afectados. Una vez pasada la situación de emergencia hay un olvido generalizado de la temática.

El séptimo, no menos serio, que atrasa la puesta en marcha de un sistema de gestión integrada del agua, es simplemente la oposición cerrada de algunos usuarios importantes del agua con poder, o en una posición de privilegio, a "someterse" a un sistema de gobierno al cual temen con razón o por desconocimiento los grupos de poder, muchas veces transitorios en los gobiernos, pero que pueden modificar y aprobar leyes que dan dominios sobre derechos de agua a perpetuidad o que permiten vender derechos sin la debida regulación o lo que es mas común, alterar la institucionalidad en forma drástica sin estudios adecuados.

El octavo, es que simplemente en muchas cuencas de la región aún hay suficiente disponibilidad de recursos hídricos para absorber las demandas de agua tanto en cantidad como en calidad y porque la población, relativamente escasa aún en algunas cuencas, ha aprendido a vivir con las fluctuaciones con que se presentan las descargas de agua de los ríos y quebradas del territorio donde habitan, fluctuaciones que en algunas regiones no llegan a extremos que alerten todavía a la población. Estas situaciones en general no hacen referencia a los estragos causados por la alteración y degradación de las cuencas de captación o del agua subterránea.

Finalmente puede decirse que el otro obstáculo es lo poco que utilizamos los resultados de las reuniones de especialistas. Así habría que responderse si en las reuniones: ¿Se repiten los mismos invitados a dichas reuniones sin agregar nuevos actores que influyen en la gestión del agua?, ¿Se elaboran documentos de base para ser debatidos en la reunión que reflejan lo ya avanzado en los temas?, ¿Se reproducen periódicamente las memorias de las reuniones?, ¿Las recomendaciones llegan a los actores que deciden?, ¿Se sistematiza la información proveniente de reuniones previas para no repetir las mismas recomendaciones y conclusiones?, ¿Hay algo nuevo en todo lo que se dice en una reunión sobre el tema?, ¿Cómo se capitalizan los nuevos aportes?, ¿Las conclusiones llegan al público objetivo?, ¿Los temas tratados son de interés para la prensa local o nacional?

(Continúa)

A la larga lista de obstáculos hay que agregar otra lista de lo que puede calificarse de “causas de mortalidad” de las iniciativas de gestión integrada del agua. Dentro de esta lista ocupa un lugar privilegiado el factor de intervención política en temas técnicos, cruce de funciones entre organismos, defensa cerrada de atribuciones en la gestión del agua y el ambiente que ciertos organismos tienen, pero no pueden cumplir, asignación de personas no calificadas en puestos técnicos claves, recortes presupuestarios efectuados en forma arbitraria, asignación de funciones de manejo ambiental, de agua y de cuencas, prevención de desastres y otras atribuciones a municipios o provincias (“descentralización por decreto”), sin darles los elementos para cumplir sus nuevos roles, y otra serie de situaciones que causan retrocesos significativos en los avances.

LAS COMPLEJIDADES ASOCIADAS A LA CREACIÓN Y CONDUCCIÓN DE PROGRAMAS DE MANEJO DE CUENCAS

Las cuencas sirven para muchos tipos de gestión de elementos y recursos naturales, sobre todo el agua, pero también sirven para la gestión de todos los elementos y recursos naturales presentes en la cuenca y sus zona de influencia. Los sistemas de gestión por cuencas posibilitan la toma de decisión por parte de la comunidad que la habita. De hecho, estando en conocimiento de los límites de usos que pueden ser exigidos a los recursos con información de especialistas del gobierno o de centros especializados de investigación y de los propios usuarios y su cooperación, al tomar decisiones con relación a la gestión de la cuenca se pueden integrar aspectos políticos, sociales, ambientales y económicos. La gestión integrada de cuencas debe incorporar el total de su territorio y las zonas costeras para obtener resultados efectivos dado que el equilibrio de toda la cuenca depende del equilibrio de sus cuencas menores. Se supone, por tanto, que las comunidades de la cuenca están más dispuestas a actuar si participan en las decisiones (consultados, informados, concertados, decididos en forma conjunta o transferida a ellos).

Las decisiones concernientes a la explotación de los recursos naturales (tierras, aguas y otros recursos ambientales) pueden integrarse por la conexión que tienen con el agua compartida en un sistema común e integrar las zonas de desembocadura de los cauces. Las responsabilidades de los actores participantes pueden estar mas claramente determinadas de acuerdo a las capacidades de uso de los recursos de la cuenca y de las capacidades y necesidades de sus usuarios. Las estrategias y planes de acción para los recursos naturales de la cuenca pueden ser desarrollados e implementados en sociedad entre los gobiernos y las comunidades.

Si bien la cuenca tiene todas estas aptitudes potenciales no siempre es fácil utilizarlas como base territorial para hacer gestión ambiental a no ser que este ligada a la gestión del agua. Los inconvenientes mas serios son, obviamente, la incompatibilidad entre las autoridades designadas o elegidas para gobernar sobre territorios delimitados por razones político administrativas con las designadas para gobernar sobre espacios delimitados por razones naturales como las cuencas hidrográficas. De allí la importancia de que cada cual tenga claro sus roles.

La gestión del agua por cuencas muchas veces se confunde con lo que se conoce como manejo de cuencas. Esta confusión es causa de muchos problemas, sobre todo de definición de roles de las autoridades públicas y por eso vale la pena diferenciarlos. La confusión se hace mas evidente cuando a las entidades de agua por cuencas se les denomina consejos “de cuenca” o agencias “de cuenca” en lugar de denominarlos consejos o agencias “de agua” por cuencas. Hay que evitar confusiones que no son banales en el momento de definir leyes, asignar recursos financieros y, sobre todo, discernir entre lo que compete a ser realizado con fines de gestión ambiental (tales como conservación de suelos) de los que competen a la gestión propia del agua. Por eso es mejor que los términos sean más precisos en las leyes de aguas.

El manejo de cuencas, en todas sus escalas de complejidad¹, requiere de una gestión fina, donde la participación de las personas que habitan cada cuenca es vital para tener éxito. Esto no es fácil si se piensa que se deben involucrar a los propios usuarios en la ejecución de las acciones, usuarios a veces ubicados en zonas de difícil acceso, muchos en situación precaria o marginal ubicados en laderas y sin organización claramente establecida. En estas circunstancias es muy difícil convencer al ministerio de hacienda y a los inversionistas de invertir en programas de manejo de cuencas (en la

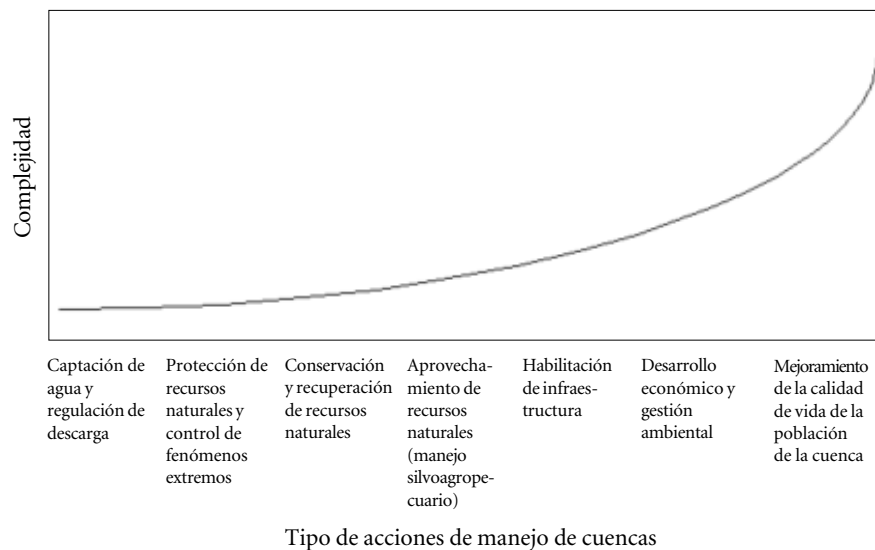
práctica, no hay “un” proyecto de manejo de cuencas sino, un conjunto de proyectos). Aún cuando económicamente se pruebe cierta rentabilidad en el mismo lugar y aguas abajo (servicio ambiental), no es fácil determinar cómo se van a recuperar las inversiones. Por eso, los únicos que invierten en programas de manejo de cuencas son las empresas privadas de hidroelectricidad² y las de agua potable, sea por controlar el aporte de sedimentos, sea para evitar la contaminación en el origen y en raras ocasiones para apoyar el desarrollo de las comunidades que habitan las partes altas de las cuencas.

La mayor complejidad para conducir programas de manejo de cuencas reside en involucrar a miles de actores en el proceso si se quieren hacer acciones en gran escala y no solo en proyectos piloto. Para ello se requieren muchos recursos y sobre todo tiempo, pero sobretodo, se requieren programas de inversión de muy largo plazo que superen largamente el período de un gobierno. Por otro lado, no se puede ser tan exigente en los aspectos de rentabilidad aplicando estudios convencionales de análisis beneficio costo. Al respecto hay que desarrollar una serie de indicadores que hoy en día están aún en evolución para evaluar cada uno de los múltiples proyectos que conforman un programa de manejo de cuencas.

En el caso de inversiones en obras hidráulicas es relativamente fácil conseguir apoyo para obtener préstamos y controlar las inversiones de millones de dólares. En los temas de manejo de agua y cuencas en escalas pequeñas, se deben preparar miles de personas, establecer agencias distribuidas por todo el país, elaborar manuales y en general crear una gigantesca malla participativa y con conocimiento, que cubra hasta el último rincón del territorio de un país.

Para este tipo de inversiones, en programas nacionales de manejo de cuencas, hay en general un profundo recelo por parte de los bancos. No es fácil controlar la inversión que se hace en cientos de pequeños proyectos, lo que favorece el mal uso de los recursos y el desconocimiento de la rentabilidad que tendrá, amén de la corrupción. El control del avance de las inversiones es complejo y los plazos para ver los efectos de las inversiones son largos, trascendiendo más de un gobierno. El ejemplo más claro de este tipo de programas lo constituyó el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norte América. Es un servicio que cubrió todo el país de agencias, organizó usuarios, elaboró manuales y financió investigacio-

ESCALA DE COMPLEJIDAD DE ACCIONES EN PROGRAMAS DE MANEJO DE CUENCAS



Fuente: elaborado por A. Dourojeanni, septiembre de 2001.

nes por décadas. En América Latina ello se ha intentado hacer muchas veces con diferentes resultados, la mayoría de corta duración o cobertura. Lo más inquietante es que cuando tiene cierto éxito se vuelven presas de la codicia de algunos que ven en estas redes la posibilidad de hacer campaña para sus partidos políticos o que tratan de anularlos por considerar que favorecen partidos de la oposición (ver recuadro 2).

LA GESTIÓN DEL AGUA POR CUENCAS

Si subimos en la escala de acción y tomamos las grandes cuencas o agrupaciones de cuencas para construir una plataforma de gobernabilidad sobre el agua, nos encontramos con la opción de crear entidades de aguas por cuencas (Concejos, Agencias, Corporaciones o Autoridades de cuencas en general). A este nivel, que es el caso de México y Brasil, podemos suponer que es más fácil construir lo que algunos llaman "el andamiaje institucional" necesario para empezar a hacer por lo menos una gestión coherente del

RECUADRO 2. UN PROGRAMA NACIONAL DE MANEJO DE CUENCAS EN EL PERÚ

El tema de manejo de cuencas nace en el Perú, con ese nombre en la Universidad Nacional Agraria “La Molina” en 1969 (obviamente que el Manejo de cuencas se hace en el Perú desde la época pre incaica solo que no se conocía por ese nombre). Es en ese centro que se forman los futuros profesionales que luego trabajarán en el tema. Además en algunas provincias del país, sobre todo en Cajamarca, había personas vinculados a universidades y el Ministerio de Agricultura que realizaban labores en la misma dirección aunque a veces con nombre diferentes. Todo este trabajo sirve de base para el inicio del programa nacional de manejo de cuencas que parte solo en 1980 a escala nacional.

La idea de hacer un programa nacional de Manejo de Cuencas comenzó en 1974 en la Subdirección de Manejo de Cuencas del Ministerio de Agricultura del Perú. El proyecto se inicia sin embargo solo en 1980 con un proyecto grande y nace como programa alrededor de 1985. El primer intento de crear el Programa Nacional de Manejo de Cuencas partió con la idea de convertir un programa de “Asistencia Técnica a Comunidades Campesinas” que consistía simplemente en tener un fondo pequeño para atender las demandas contenidas en los famosos memoriales de las comunidades remitidas en papel sello sexto al Presidente de la República, en ese entonces Velazco Alvarado. Lo que se hizo fue ordenar la asistencia a las comunidades indígenas agrupando los memoriales por cuencas.

Ese primer intento se pensó que conduciría a crear un programa integrado de manejo de cuencas. El desconocimiento del enfoque de manejo de cuencas y su complejidad conjuntamente con el énfasis en el fomento del riego, tanto en las demandas campesinas como en el interés del Ministerio de Agricultura, cambió el destino del proyecto a uno de “mejoramiento de riego en la Sierra. Así nació el llamado plan MERIS (Plan de Mejoramiento de Riego en la Sierra). Ese proyecto sentó las bases para crear posteriormente la Dirección General de Pequeñas y Medianas Irrigaciones juntando el PLAN MERIS (financiado en su primera etapa por AID) con La línea Global de Pequeñas y Medianas irrigaciones (financiado con un préstamo del BID), mas orientados al riego. Ello le quitó la idea original de conducir proyectos complementarios al de uso

(Continúa)

del agua como eran la rehabilitación de andenes y la conservación de suelos, la reforestación para el manejo de las cuencas alto andinas del Perú con alta participación campesina.

A inicios de 1977, se puso nuevamente en marcha un pequeño proyecto de manejo de cuencas y paulatinamente se comenzó con la elaboración del proyecto de manejo de cuencas (actual Pronamachs) para financiamiento de la AID. El proyecto se inició en 1980 y duró hasta 1985. En la primera etapa participaron varios profesionales formados en universidades de Lima y provincias siendo una etapa de gran debate sobre cómo proceder entre los técnicos peruanos y los de los Estados Unidos con experiencia en el Servicio de Conservación de Suelos en ese país. En la segunda etapa, 1985-1990 crearon el actual PROGRAMA de Manejo de Cuencas y Conservación de Suelos (de proyecto pasó a ser Programa). Enfatizaron: la inserción del programa en la estructura del estado para tender a su institucionalización, la masificación del trabajo de difusión y asistencia técnica, la participación de la sociedad civil, la incorporación del concepto “cuenca” como unidad de ejecución, la ampliación de cobertura del programa y la consolidación de su estructura operativa.

Sin embargo, era la época de terrorismo de Sendero Luminoso y se trabajaba con muchas dificultades. Con el comienzo del control sobre el terrorismo, en 1990, el programa tuvo un fuerte impulso, además por cuanto el propio ministro de agricultura de ese entonces tenía una vocación por el tema. Esta etapa tuvo como objetivos la implementación del programa a nivel nacional, la asimilación de los proyectos de aguas y forestación a la estructura del programa, la participación del estado con recursos importantes, la consolidación del concepto manejo de cuencas y la incorporación de la dimensión “lucha contra la pobreza” en la estrategia de intervención del programa. El programa pasó entre 1980 y el 2000 de 11 a 15 y luego a 125 agencias cubriendo todo el territorio de la sierra peruana.

Lamentablemente, sobre todo en la segunda etapa del gobierno de Fujimori, el programa inevitablemente se politizó, en gran parte por su éxito y porque era una representación del gobierno en las zonas mas alejadas del país. Es decir tuvo esa doble lectura. Con ello cuando sube el nuevo gobierno

(Continúa)

en el 2000 literalmente tratan de desaparecerlo. Sin embargo, mal que bien sobrevive hasta hoy, porque en el Ministerio de Agricultura se dan cuenta que es muy importante para atender los poblados mas alejados de la Sierra y la casi única presencia del gobierno era por medio de las agencias del Programa de manejo de Cuencas.

El programa actual aún tiene por misión diseñar, promover y ejecutar acciones técnico administrativas y de gestión para el manejo integral de cuencas hidrográficas mediante la conservación de suelos, reforestación e infraestructura rural, con el fin de proteger y aprovechar racionalmente los recursos naturales renovables, humanos y de capital existentes en las zonas alto andinas. Otras acciones importantes son: desarrollar experiencias de manejo de cuencas, mediante un proceso paulatino de generación de instrumentos acordes a las características de la sierra del Perú; promover la ejecución de acciones integradas inherentes al uso racional de los recursos naturales renovables: agua, suelo y vegetación, continuar consolidando y validando un conjunto de conocimientos, para reforzar y formar cuadros humanos en lo concerniente al manejo de cuencas. Su actividad principal es promover y asistir a las organizaciones campesinas en la conservación de suelos, reforestación, construcción de pequeñas obras de riego, construcción de almacenes, fondos rotatorios en insumos e iniciativas empresariales. Estas acciones aplicadas de manera focalizada e integrada en las micro cuencas generan condiciones para un mejor aprovechamiento de los frágiles ecosistemas de la sierra, controlando los procesos de degradación y mejorando la producción para el autoconsumo y el mercado.

Las estrategias del programa son: focalización en zonas estratégicas, proceso de planificación participativa, coordinación interinstitucional, difusión y motivación, acta de acuerdo, diagnóstico, plan agrario anual comunal, conformación de comités. Ejecución de obras y actividades por los comités de obras y comité conservacionista. Seguimiento y evaluación del plan agrario comunal, transferencias de responsabilidades a las organizaciones campesinas.

Basado en experiencias personales y comunicaciones de Gonzalo Pajares y Jaime Llosa, Lima 2002.

agua con fines de uso múltiple integral, si fuera posible integral, así como, eventualmente, sentar las bases para manejar las cuencas de captación.³

Si bien la creación de entidades de gestión de aguas para grandes cuencas, en su fase inicial no reviste la complejidad de crear un sistema nacional capaz de llegar a miles de pequeñas cuencas y localidades como es el caso de manejo de cuencas, no es menos cierto que también requieren de un largo apoyo del estado para partir y consolidarse. La instalación, por ley, de una entidad de aguas por cuencas, es solo el primer paso como se puede apreciar en el caso de la instalación de los 25 consejos de cuencas de México.⁴

Es importante crearlos por mandato legal, pero no se van a convertir en un sistema operativo y autosuficiente financiera y jurídicamente, si no cuentan con un apoyo sostenido del estado. Los excelentes avances logrados en México con la instalación de los consejos de cuenca se han convertido en un ejemplo que los demás países quisieran seguir, pero ello es aún muy frágil y por tanto el estado deberá hacer un gigantesco esfuerzo para consolidarlos. México tiene un compromiso fundamental en seguir con la tarea ya iniciada.

Países como Francia llevan mas de 30 años en los procesos de consolidación de sus agencias y al comienzo recibieron enormes sumas del fisco para partir. No es, por tanto, un asunto simple porque en todos estos procesos se están creando nuevas formas de gobernabilidad sobre territorios delimitados por razones naturales, donde antes no existían autoridades ni participación ni de las instituciones del estado ni mucho menos de los usuarios ni de la población. Además nadie pagaba por gestionar el ambiente y es difícil cambiar las costumbres para asumir nuevos compromisos.

¿Habrá entonces una forma de convencer a los gobiernos en turno que las políticas de gestión del agua y las cuencas deben ser políticas de estado y no de gobierno?; ¿Cómo convencerlos de que aprueben aportes financieros, incluyendo a las agencias internacionales de préstamo, consistentes con la importancia y envergadura de la tarea a emprender?. Quizás lo que por ahora salva algo e impide que las situaciones empeoren es que el agua es su propio abogado defensor y se hace notar social y económicamente cuando falta o cuando sobra o cuando se contamina "en exceso". Ello mueve a la población y a las industrias a protestas y reclamos y el tema vuelve a la agenda política, por lo menos por un corto tiempo.

No deja de ser preocupante que sólo las situaciones extremas causan reacciones en las autoridades públicas indirectamente ligadas a la gestión

del agua. Sin embargo, no es posible gestionar el agua con la poca o volátil prioridad con que se trata el tema en la agenda pública. Lo más preocupante es el escaso trato que se le da en las políticas macroeconómicas donde se tiende mucho más a proteger las inversiones que la conservación del recurso y su uso equitativo. Toda acción de gestión de agua y de cuencas requiere un largo período de maduración y por ello no pueden resolverse situaciones conflictivas en un corto plazo, peor aun si éstas no se evitan con una adecuada planificación.

Si bien la agenda pública le da prioridad al tema de servicios públicos, tan importantes como son el agua potable y la generación de hidroenergía, ello no es suficiente para lograr gestionar integralmente el agua ni manejar las cuencas de captación. El estado no puede dejar de lado su rol de regulador, no sólo de estas empresas, sean públicas o privadas, sino también su rol de regulador de los sistemas de bien común como son los cauces naturales, los ríos, los acuíferos subterráneos, los humedales o las franjas costeras. Así la protección de ecosistemas, de los cauces de los ríos y lagos, de los humedales, el control de inundaciones, el ordenamiento del uso del territorio o el control de la sobreexplotación de agua subterránea o alteración de zonas de recarga es una tarea fundamental del estado. Obviamente para lograrlo requiere la participación de los actores usuarios y de la sociedad pero no puede delegar su rol de autoridad y de fiscalizador del cumplimiento de las leyes, normas y acuerdos.

¿QUIÉN GOBIERNA A QUIÉN EN LA GESTIÓN DEL AGUA Y CÓMO EVITAR LA DESCOORDINACIÓN?

Las autoridades de aguas, inclusive las de más alto nivel, se ven enfrentadas a la intromisión voluntaria o involuntaria de muchos actores que toman decisiones que afectan significativamente la capacidad de gestión del recurso. Muchas de estas decisiones son tomadas por actores exógenos al tema del agua.

Así, empresas privadas estando fuera de una cuenca o dentro de ellas deciden hacer grandes inversiones alentadas por estímulos de inversión que terminan afectando significativamente el balance hídrico de una cuenca y la cuenca misma y los cauces naturales. El gestor del agua se ve súbitamente enfrentado a tener que abastecer de agua a una ciudad que se ha

expandido sin control en las laderas de los cerros o proteger viviendas ubicadas en zonas de riesgo o a suplir agua en zonas donde ya se sobreexplotó el agua subterránea.

¿Cómo reaccionamos, los comprometidos con la gestión del agua y las cuencas y el ambiente, frente a estas situaciones de intervención externa?, ¿Cómo hacer frente a las decisiones de fomento de inversiones y tratados de libre comercio, de exportaciones de productos que consumen alta cantidad de agua en su producción (exportación de agua "virtual"), de tratados de gestión compartida de cuencas transfronterizas o de privatización de empresas públicas que luego no están comprometidas con la gestión del agua de la cuenca de donde captan y obtienen sus recursos?

¿Los gestores del agua estamos preparados y tenemos acaso tribuna para opinar sobre tales decisiones o simplemente nos circunscribimos a nuestro mundo del agua donde nos encontramos entre las personas que ya estamos convencidos de lo que hay que hacer? En general parece que esto último es lo que priva. Es verdad, sin embargo, que en las grandes reuniones sobre el agua, sea a nivel mundial como a nivel nacional, siempre se invita a las más altas autoridades públicas, desde el presidente de la república hasta los congresistas, aún cuando sea para dar el discurso que se le prepara para la inauguración o la clausura. En estas reuniones, no aparecen los responsables de la política fiscal aún cuando vaya el presidente de la república a la inauguración o a la clausura.

Las reacciones que tenemos frente a estas situaciones, los que estamos vinculados al tema del agua, son en general muy variables y cada uno de nosotros creo que ha ensayado casi todas. Algunos optamos por hacer campañas de concientización, otros proponemos cambios en la leyes, otros pensamos que si valoramos los recursos naturales y el ambiente en general vamos a lograr convencer a los inversionistas, otros nos dedicamos a investigar y proponer soluciones técnicas de todo tipo, otros vamos hacia la movilización social y reclamamos a veces por vía judicial, otros vamos por el lado educativo o de creación de capacidades y así sucesivamente. En general ensayamos todas las opciones sobre todo si hay algunas que están más "de moda" como los instrumentos económicos, las mejores prácticas, los mercados de agua o las privatizaciones.

Por eso se puede afirmar que no hay fórmula que no haya sido ensayada con diferentes éxitos en América Latina para mejorar la gestión del agua.

Ello incluye, por un lado, hacer reuniones y declaraciones a nivel nacional y mundial y publicar las memorias de las mismas con la esperanza de que los actores que puedan hacer algo al respecto tomen las decisiones correctas. Lanzamos las ideas con la esperanza de que alguien, en un lugar clave, las haga suyas y las aplique.

Por el otro lado, también somos escépticos de que con ello se logrará algo y por ello se aprecia que en todas las propuestas de creación de organismos de gestión de agua por cuenca se enfatiza la importancia de tener autonomía financiera y jurídica. Ello para evitar ser tratados en forma aleatoria por las autoridades de turno. Estas ideas de independencia se enfrentan a obstáculos serios, por ejemplo, los que representan las leyes presupuestales existentes en cada país, que usualmente tratan de evitar que existan impuestos o captaciones específicas de dinero dirigidos a aspectos específicos o enfrentamientos con las funciones asignadas a municipios en materia de gestión de agua y cuencas.

Hay ciertas condiciones básicas, independientemente de la situación socio-económica y política macroeconómica del país, que se deben cumplir para facilitar el ordenamiento de las acciones. La primera es asignar roles claros muy bien diferenciados, a las instituciones que tiene que ver con la gestión del agua, sus cursos naturales y obras hidráulicas principales, de las funciones que tienen asignadas las entidades encargadas del manejo de las cuencas y del ambiente en general.

Es decir, no se deben entregar roles de Manejo de Cuencas y de gestión ambiental en general a las instituciones encargadas de gestionar el agua por cuencas. Este tema siempre ha sido polémico por cuanto que con la creación de los ministerios del medio ambiente, muchas veces se ha pretendido que las agencias promotoras del uso del agua (o simplemente de gestión del agua) se conviertan también en agencias de manejo de cuencas y de gestión ambiental en general.

También se pretende que las entidades de agua por cuencas, como los consejos de cuenca, se conviertan en entidades ambientales de cuencas lo cual crea confusiones en los roles. En la práctica ello no funciona ya que la institucionalidad ambiental y de manejo de cuencas con fines productivos y conservacionistas debe estar separada de la institucionalidad del agua. Esto permite que la entidad ambiental haga cumplir a la entidad de aguas las normas ambientales y además pueda inclusive cobrarles por el

servicio ambiental que presta el buen manejo de las zonas de captación de agua.

Una de las causas de las confusiones es originada por las propias leyes de aguas cuando a las entidades de gestión de agua por cuencas se las denomina, como se dijo mas arriba, agencias o consejos "de cuenca" en lugar de llamarlos agencias o concejos "de aguas", lo cual da lugar a confusiones jurisdiccionales, no solo con las autoridades ambientales sino también con las autoridades político administrativas sobre municipios o estados. También se debe reconocer que las autoridades ambientales no tienen definidos sus espacios de gobernabilidad y han visto en las agencias o concejos de cuenca la oportunidad de tener tal territorio, el cual no necesariamente es el óptimo para la gestión ambiental de ecosistemas cuyos territorios de influencia nada tiene que ver con los límites de cuencas hidrográficas.

La segunda causa es lograr la estabilidad institucional y del personal especializado de las entidades encargadas de la gestión del agua. En Brasil se han buscado fórmulas para solucionar el problema de la dualidad funcional que se debe asignar a la gestión del agua: una dirigida a la gestión propia del recurso ("la industria del agua" como se denomina en Francia) y otra dirigida a su manejo como parte del medio ambiente, creando por un lado la agencia nacional del agua (ANA) y manteniendo una autoridad de aguas de alto nivel (subsecretario) en el ministerio del medio ambiente.

La fórmula brasileña también comete el error, a juicio del autor, de llamar agencias de cuenca a las agencias "de agua" de las cuencas, pero ello parece no haber causado aún mayores conflictos al delimitar claramente las atribuciones de tales agencias que tiene gran autonomía cuando las cuencas pertenecen a un solo estado (es decir que los ríos que la conforman nacen y mueren dentro de los límites del estado, lo cual no siempre es muy claro si la cuenca tiene apenas un 5 % de su territorio en otro estado o en una subcuenca que pertenece a una cuenca mayor que abarca varios estados).

Por otro lado la ley de creación de la ANA tiene un aspecto importante que facilita la continuidad y la excelencia en la selección de las personas encargadas de la gestión del agua. En la ley de creación de la Agencia Nacional del Agua (ANA) se estipulan reglas de profesionalismo y duración para su personal que asisten a resguardar la continuidad de acciones. Este tipo de iniciativas de alguna forma le dan cierta garantía de continuidad a la gestión del agua. Este caso es interesante y podría ser tomado como refe-

rencia. (Ver recuadro). En el caso de Argentina los puestos públicos especializados como los de subsecretario de recursos hídricos también se asignan por concurso de méritos y examen público, para evitar que se asigne el puesto por razones políticas a personas ajenas al tema.

RECUADRO 3: ALGUNOS ARTÍCULOS QUE ESPECIFICAN LAS CONDICIONES PARA LA ASIGNACIÓN DE CARGOS EN LA ANA DEL BRASIL

Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Capítulo I: Dos Objetivos

Art. 1º Esta Lei cria a Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo regras para a sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos.

Capítulo II: Da Criação, Natureza Jurídica e Competências da Agência Nacional de Águas – ANA

Art. 2º Compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos promover a articulação dos planejamentos nacional, regionais, estaduais e dos setores usuários elaborados pelas entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e formular a Política Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

Art. 3º Fica criada a Agência Nacional de Águas - ANA, autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos, integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Parágrafo único. A ANA terá sede e foro no Distrito Federal, podendo instalar unidades administrativas regionais.

Art. 4º A atuação da ANA obedecerá aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e será desenvolvida em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do

(Continúa)

Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos,

Da Estrutura Orgânica da Agência Nacional de Águas - ANA

Art. 9º A ANA será dirigida por uma Diretoria Colegiada, composta por cinco membros, nomeados pelo Presidente da República, com mandatos não coincidentes de quatro anos, admitida uma única recondução consecutiva, e contará com uma Procuradoria.

§ 1º O Diretor-Presidente da ANA será escolhido pelo Presidente da República entre os membros da Diretoria Colegiada, e investido na função por quatro anos ou pelo prazo que restar de seu mandato.

§ 2º Em caso de vaga no curso do mandato, este será completado por sucessor investido na forma prevista no *caput*, que o exercerá pelo prazo remanescente.

Art. 10. A exoneração imotivada de dirigentes da ANA só poderá ocorrer nos quatro meses iniciais dos respectivos mandatos.

§ 1º Após o prazo a que se refere o *caput*, os dirigentes da ANA somente perderão o mandato em decorrência de renúncia, de condenação judicial transitada em julgado, ou de decisão definitiva em processo administrativo disciplinar.

§ 2º Sem prejuízo do que prevêem as legislações penal e relativa à punição de atos de improbidade administrativa no serviço público, será causa da perda do mandato a inobservância, por qualquer um dos dirigentes da ANA, dos deveres e proibições inerentes ao cargo que ocupa.

§ 3º Para os fins do disposto no § 2º, cabe ao Ministro de Estado do Meio Ambiente instaurar o processo administrativo disciplinar, que será conduzido por comissão especial, competindo ao Presidente da República determinar o afastamento preventivo, quando for o caso, e proferir o julgamento.

Art. 11. Aos dirigentes da ANA é vedado o exercício de qualquer outra atividade profissional, empresarial, sindical ou de direção político-partidária.

§ 1º É vedado aos dirigentes da ANA, conforme dispuser o seu regimento interno, ter interesse direto ou indireto em empresa relacionada com o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 2º A vedação de que trata o *caput* não se aplica aos casos de atividades

(*Continúa*)

profissionais decorrentes de vínculos contratuais mantidos com entidades públicas ou privadas de ensino e pesquisa.

Art. 18. Ficam criados, com a finalidade de integrar a estrutura da ANA:

I - quarenta e nove cargos em comissão, sendo cinco cargos de Natureza Especial, no valor unitário de R\$ 6.400,00 (seis mil e quatrocentos reais), e quarenta e quatro cargos do Grupo Direção e Assessoramento Superiores - DAS, assim distribuídos: nove DAS 101.5; cinco DAS 102.5; dezessete DAS 101.4; um DAS 102.4; oito DAS 101.3; dois DAS 101.2; e dois DAS 102.1;

II - cento e cinqüenta cargos de confiança denominados Cargos Comissionados de Recursos Hídricos - CCRH, sendo: trinta CCRH - V, no valor unitário de R\$ 1.170,00 (mil cento e setenta reais); quarenta CCRH - IV, no valor unitário de R\$ 855,00 (oitocentos e cinqüenta e cinco reais); trinta CCRH - III, no valor unitário de R\$ 515,00 (quinhentos e quinze reais); vinte CCRH - II, no valor unitário de R\$ 454,00 (quatrocentos e cinqüenta e quatro reais); e trinta CCRH - I, no valor unitário de R\$ 402,00 (quatrocentos e dois reais).

Capítulo VI: Disposições Finais e Transitórias

Art. 22. Na primeira gestão da ANA, um diretor terá mandato de três anos, dois diretores terão mandatos de quatro anos e dois diretores terão mandatos de cinco anos, para implementar o sistema de mandatos não coincidentes.

Ref LEI Nº 9.984, DE 17 DE JULHO DE 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Vice-presidente da república no exercício do cargo de Presidente da república. Brasília, 2000.

Otro aspecto importante para lograr una gobernabilidad estable sobre el agua y mantener la continuidad en la gestión de la misma, es establecer un sistema institucional que cumpla con todos los requisitos para ser operativo. Para lograrlo es necesario desglosar los requisitos y criterios que requiere tal sistema institucional, para ser funcional, hasta un nivel comprensible para el funcionario que debe aplicarlos. Por ejemplo, es común

limitarse a decir que se debe fomentar la gobernabilidad, la participación o la gestión interdisciplinaria.

Sin embargo, estos conceptos deben ser explicados y desmenuzados en sus partes para que se conviertan en operativos. Por ejemplo la llamada participación nunca es plena. Tal como lo indica Jerome Delli Prisco hay participantes comprometidos y co-decisoros, participantes activos, revisores y comentaristas críticos, observadores que no se involucran y apáticos. Decir, por tanto, que se debe fomentar la participación o deben estar representados “todos” los actores en un proceso de gestión del agua por cuencas es una ingenuidad si se espera que todos lo hagan con el mismo interés. Lo mismo se aplica a la llamada gobernabilidad, tema explicado ampliamente por Salvador Parrado, quien desglosa el concepto señalando que la gobernabilidad se basa en considerar como elementos de juicio los recursos, las actividades, los productos y los impactos (cuantificables y percibidos por el grupo a ser beneficiado o afectado por la decisión) que se producen con una decisión de acción, por ejemplo en el tema del agua.

Un gobierno que primero asigna recursos (presupuesto), luego determina las actividades que deba hacer con los mismos, luego infiere los productos y los impactos que va lograr en el plazo del gasto (año fiscal presupuestal por ejemplo) es un acción de gobierno clásico. En un camino inverso, si los decisores primero determinan qué impactos quieren lograr consultándolos con la población objetivo (y cómo los van a medir), qué productos deben obtener, qué actividades se deben realizar para obtener tales productos y cuántos recursos se requieren y en qué tiempo, entonces, se da paso a la gobernabilidad. Es decir, en un proceso de gobernabilidad, se considera realmente el interés de los actores a ser beneficiados o afectados por las decisiones de gobierno.

El punto que se quiere enfatizar es que para lograr alcanzar metas concretas se requiere mucho más detalle y disciplina en el trabajo que la normalmente se tiene en las declaraciones, algo ingenuas, de buena intención. Para ampliar este punto a continuación se presentan como ejemplo ciertos elementos claves para que un órgano o secretaría técnica de cuenca pueda operar adecuadamente.

ELEMENTOS CLAVES PARA QUE UNA SECRETARÍA TÉCNICA DE UN CONSEJO DE CUENCAS PUEDA CUMPLIR SUS FUNCIONES

Hay ciertos elementos que son indispensables a ser considerados en una secretaría técnica de un organismo de cuenca, como lo señalan para la gestión de la cuenca Murray Darling en Australia, y del cual se ha adaptado el contenido que se presenta a continuación.

LA AUTORIDAD Y CAPACIDAD DE LA SECRETARÍA TÉCNICA DE LA AGENCIA DE CUENCAS

La secretaría técnica de la entidad de cuenca debe ser una autoridad única y reconocida para dirigir los procesos de gestión del agua de la misma. Entre sus roles importantes esta el de mantener un conocimiento y participar en la coordinación de acciones que afecten el balance hídrico de la cuenca, como son los planes de ordenamiento de uso del territorio que afecte el balance hídrico. Su gestión debe estar dirigida a obtener resultados concretos y estar equipada y con poderes legales suficientes para actuar en línea y en forma proporcional con sus responsabilidades. Debe reportar regularmente sus avances y situación al consejo de la cuenca donde participan los múltiples actores.

LOS ESTÁNDARES A SER RESPETADOS PARA MANTENER EL ENFOQUE EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA EN FORMA CONSISTENTE CON LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Son los límites que fijan las reglas y marcos en que debe mantenerse la gestión de los recursos como el agua y las propias características en que se capta y escurre el recurso hídrico incluyendo su efecto en el mar. Las leyes deben ser capaces de reconocer dichos límites (Balance entre los límites que imponen las ciencias sociales y los límites que impone la naturaleza estudiados por las ciencias exactas).

LA CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN ENTRE LOS PLANES FORMULADOS Y LOS PROCESOS DE GESTIÓN NECESARIOS PARA EJECUTARLOS.

Para que un plan de gestión de aguas por cuencas (cualquiera que sea el nombre que adopte) sea funcional, requiere una combinación adecuada de

aproximaciones en su elaboración y aplicación que provengan tanto de “abajo hacia arriba” como de “arriba hacia abajo”. Se debe hacer una jerarquización de instrumentos de gestión que integran el nivel nacional, el regional, el estatal, el de cuenca y el local; una jerarquización de los roles de los participantes en los procesos de gestión y un grupo técnico que conforme un panel de alto nivel para asesorar en aspectos técnicos y en aspectos de procedimientos, sobre todo, para resolver conflictos e informar imparcialmente sobre la aplicación del plan dentro de lo legalmente aprobado.

APOYO O ASESORAMIENTO DE TÉCNICOS Y ORGANISMOS ESPECIALIZADOS

El organismo de cuenca debe contar con el apoyo de un panel de expertos independientes para asesorarlos en aspectos técnicos, institucionales y de procedimientos, así como apoyarlos en la solución de conflictos. Este panel de preferencia debe integrar expertos nacionales, de universidades o consultoras, pero también debe poder obtener apoyo, cuando necesario, de especialistas de otros países.

LA ESTRUCTURA BASE DE PARTICIPACIÓN DE LOS USUARIOS Y EN GENERAL DE LA SOCIEDAD LOCAL

La organización para la gestión de la cuenca debe incentivar y asegurar la participación de los actores relevantes en una forma abierta, equitativa y con soporte de recursos. Debe incorporar las mejores prácticas de consulta pública y proveer la estructura suficiente para capacitar a los participantes en los procesos en que participan. Debe existir una persona dedicada a este aspecto en la secretaría, representatividad de todos los sectores, que no exista dominio de un sector sobre los demás, preferir que participen los habitantes que viven dentro del límite de la cuenca por sobre los que habitan fuera, que los comités que se formen integren personas con un amplio rango de experiencias, que las decisiones sean transparentes, que exista equidad fiscal, que estén representadas personas de la parte alta y baja de la cuenca, que se hagan las consultas pertinentes según el proyecto y que se tengan medios efectivos para conciliar intereses y resolver controversias o pleitos entre los actores.

LA CAPACIDAD DE FORMULAR Y EJECUTAR PLANES INTEGRALES DE GESTIÓN

El elemento conductor clave para la coordinación de las acciones es lo que comúnmente se denomina como el plan “estratégico de la cuenca”⁵. El plan debe basarse en un inventario en profundidad de los recursos de la cuenca, tener estrategias que enfrenten el efecto acumulativo de las intervenciones en la cuenca (como el efecto de la expansión urbana), prioridad para estudiar y controlar el efecto de la ocupación del territorio sobre el ciclo del agua, asociar presupuestos y propuestas de acciones locales, enfoques integrales de gestión de cuencas, estar sujetos a mandatos de revisión de cumplimiento de metas, tener capacidad de convocatoria, considerar la asociación entre usos de agua subterránea y superficial, evaluar tanto el efecto de las acciones directamente vinculadas al uso del agua como las acciones que programan otros sectores que tienen influencia sobre el agua (tales como inversión minera, ocupación de márgenes de río, construcción de caminos en la cuenca y otros); definir y separar claramente los roles que le corresponden a cada sector en la gestión de los recursos naturales, establecer estándares como los de calidad de agua que deben ser cumplidos por todos los habitantes y proveer un puente entre lo que señalan los estudios científicos, lo que la sociedad desea y los mecanismos de gestión aplicables.

CAPACIDAD DE AUTO FINANCIAMIENTO

Una entidad de cuencas debe tener una mínima capacidad de autofinanciarse independientemente de que reciban o no financiamiento externo. Es obviamente vital que las entidades de cuenca dispongan de fondos para realizar sus trabajos cualquiera sea su origen, pero cuantos más fondos se generan por los propios usuarios más compromisos adquieren con el cumplimiento de los objetivos de las actividades que están financiando. El compromiso local en financiar actividades es un indicador del éxito de la participación de los actores y del entendimiento de la importancia del tema.

COMPROMISOS ADQUIRIDOS FORMALMENTE POR LAS AUTORIDADES LOCALES

Los compromisos de los estados y de los municipios en los procesos de gestión de las cuencas o cuenca que se encuentran total o parcialmente

dentro de su jurisdicción, son reveladores del nivel de aceptación de los organismos y del consejo de la cuenca. Un indicador importante es saber en qué medida las autoridades locales respetan los propios acuerdos que toman en las asambleas o consejos de la cuenca y cómo lo transforman en mandatos y normas municipales. Por ejemplo, la protección de zonas de recarga de agua subterránea, la construcción de sistemas de tratamiento de aguas, la recolección de basuras evitando que se arrojen a los cauces o la protección de riberas de ríos y de las partes altas de las cuencas de donde captan agua.

MEDIOS ADOPTADOS PARA UN MEJORAMIENTO CONTINUO DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN

El sistema de gestión debe basarse en la aceptación de un control de calidad permanente en su accionar. Este principio se sustenta en que cada paso de un proceso de gestión sea permanentemente monitoreado para determinar si está dando los resultados esperados. Estos pasos incluyen establecer los objetivos y resultados esperados, planificar para determinar cómo se van a lograr las metas, poniendo en práctica las ideas, monitoreando e informando de los progresos y dificultades, revisando los logros y afinando constantemente los procesos. Esta forma de análisis se utiliza regularmente en el mundo industrial hace décadas. Este tipo de sistema requiere que las asignaciones presupuestarias sean proporcionales a los logros.

LAS AGENCIAS COMO CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS Y COORDINADOR DE INVERSIONES EN LA CUENCA

Las cuencas son territorios que proveen una variedad de servicios ambientales, sociales y económicos. El territorio de la cuenca es una unidad para la gestión de varios de estos servicios que son dependientes entre sí. La adecuada coordinación de los aspectos económicos vinculadas a tales servicios es esencial: subsidios de diferente tipo, cobranzas por contaminación, asignación de concesiones o derechos de agua, mercados de agua, gestión de servicios de agua potable y saneamiento, hidroenergía, navegación, recreación y otros, recuperación de inversiones en obras hidráulicas mayores y otra serie de aspectos vinculados a instrumentos, cobros, finanzas, asigna-

ción de costos y beneficios, valoración de servicios ambientales y de uso de recursos naturales, conservación de parques naturales, recuperación de inversiones, seguros por desastres, obligan a que una entidad de cuencas disponga de un sólido departamento contable para saber cuánta riqueza genera una cuenca y sus recursos (y como se valora tal riqueza) bajo los diferentes sistemas de explotación y cómo conservarla.

CAPACIDAD DE OTORGAR DERECHOS DE EXPLOTACIÓN Y HACER CUMPLIR LAS NORMAS

La realización de auditorías y la vigilancia de la aplicación de las normas aprobadas por la propia asamblea de usuarios y el estado debe ser un atributo de una organización encargada de gestión de cuencas, como lo es la secretaría técnica. Las licencias, permisos de uso, asignación de cuotas y otras concesiones deben ser garantizadas, ya sea por la propia secretaría o por los propios usuarios asistidos por el estado si es necesario (en su rol de regulador). En general, una entidad de cuencas debe ser el garante de que las decisiones que se tomen sean efectivamente implementadas en los plazos estipulados, dentro de los costos establecidos y otros pormenores vinculados a lo económico y financiero.

LA ACEPTACIÓN DE RECIBIR AUDITORÍAS EXTERNAS E INDEPENDIENTES Y DE INFORMAR PÚBLICAMENTE LOS RESULTADOS DE LAS MISMAS

Los resultados logrados en los diferentes períodos de gestión y manifestados por las entidades de cuencas deben ser verificados por sistemas externos de evaluación y auditoría. Este trabajo debe ser realizado por entidades externas, independientes y con credibilidad. Las propias agencias deben, en principio, hacer esta evaluación y las auditorías externas se hacen para verificar lo indicado. Los resultados de ambos trabajos deben ser de libre acceso y gratuitos, de ser posible en formato electrónico. Ello debe incluir el balance económico de la gestión.

LA ACEPTACIÓN DE FUNCIONES Y TÉRMINOS Y SOBRE TODO DE COMPROMISOS COMPARTIDOS

Aún cuando para muchas personas ello parece ser algo banal, resulta que, en una ley y en la asignación de roles, la definición de los términos y conceptos que emplea es clave para evitar confusiones en los roles que se les asigna a las diferentes instituciones y personas, públicas o privadas, encargadas de aplicarla o de acatarla.

RECONOCIMIENTO Y COMPROMISOS QUE DEBEMOS ASUMIR PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL AGUA Y LAS CUENCAS⁶

Lo primero que debemos hacer es concordar con las necesidades de cambios y aceptar que, de acuerdo con los resultados negativos que observamos, productos de nuestras intervenciones sobre el agua y las cuencas, es evidente que debemos mejorar nuestra capacidad de gestión.

Los que estamos involucrados en la gestión del agua debemos poder decidir lo que deseamos para el futuro, que cosas son posibles de hacer dado las situaciones y limitaciones existentes, y como éstas metas pueden ser obtenidas mediante un trabajo interdisciplinario y comprometido con la obtención de impactos deseados y consensuados.

Esto implica que debemos involucrar a actores que no siempre consideramos en las políticas hídricas con el fin *de tomar decisiones políticamente difíciles*, cuando sea necesario, si queremos tener la oportunidad de construir un futuro sustentable para el país y para las comunidades que lo habitan.

También debemos aceptar que el cambio sólo se producirá si trabajamos en equipo, con métodos, conocimiento, ética y comprometidos con el cambio. Es necesario incrementar los partidarios de las iniciativas de cambio y lograr que se comprometen a trabajar en conjunto para el beneficio de la gestión del agua en el país, sabiendo que esta cooperación permitirá ser más eficiente que el accionar individual de cada institución e individuo.

Un verdadero trabajo en conjunto, entre el gobierno central, los gobiernos locales y las organizaciones de usuarios del agua y la sociedad civil, puede lograr los cambios necesarios para un futuro más seguro en la medida en que se comience por lograr consensos entre los responsables directos e indirectos en la gestión del agua.

Los partidarios de esta iniciativa debemos comprometernos a reforzar la cooperación entre las autoridades de nivel nacional de los diferentes sectores público y privados, los locales y la comunidad en general en forma continua para estabilizar un sistema nacional de gestión del agua que respete las condiciones particulares de cada cuenca o sistema hídrico.

El objetivo principal de esta iniciativa es comprometerse a alcanzar objetivos de gestión integrada y sustentable del recurso hídrico; tarea que debe ser compartida entre autoridades sobre regiones político administrativas y autoridades sobre recursos y territorios delimitados por razones naturales, como las cuencas y las aguas superficiales y subterráneas; con el compromiso de todos los responsables.

Los gobiernos, conjuntamente con los gestores del agua y sus usuarios, tienen que tener presente las formas en que las políticas macroeconómicas y los tratados de protección a la inversión las afectan e inciden sobre los mismos. Los acuerdos de comercio y de protección de inversión deberán incorporar principios y procedimientos aptos para la consideración de cuestiones sociales y ambientales de interés público que se podrían ver afectadas por los compromisos internacionales adquiridos, incluyendo en ellos los tratados para la gestión de cuencas transfronterizas. Para ello deben estar involucrados los ministerios de relaciones exteriores y los de economía y finanzas.

Los participantes estamos de acuerdo en que, para proteger el agua, se requiere de una visión global de país, de las aguas superficiales y subterráneas y de cuenca, considerando que las alteraciones de los sistemas naturales afectarán los valores económicos y sociales de las comunidades regionales y del país. Como sociedad debemos recordar que estamos comprometidos con la naturaleza. El ser humano, desde el momento en que interacciona con la naturaleza, y sobre todo cuando la modifica para habilitar el entorno con el fin de adaptarlo a sus necesidades, debe reconocer que adquiere un compromiso permanente para manejarla (esto es lo que en general evitamos reconocer y, sobre todo, no queremos pagar por ello o mejor dicho, dejar de ganar).

Por otro lado no podemos dejar de reconocer lo bueno que ya se ha hecho. Ha habido muchas personas que han dedicado su vida a encontrar soluciones para mejorar la gestión del agua. De hecho durante los pasados años, la comunidad y los gobiernos han trabajado para mejorar el manejo

de los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras. Este trabajo ha tenido algunos casos exitosos.

A pesar de ello también debemos reconocer que no se ha logrado hacer lo suficiente y que las situaciones tienden a empeorar cada vez más. Es esta gravedad la que debe incentivar a la sociedad a tomar medidas drásticas para cambiar el rumbo. Hasta ahora hemos aprobado reformas en las leyes de aguas, reformas institucionales constantes para la gestión del agua, privatizado algunas empresas de servicios, con diferentes grados de éxito y fracaso. Hemos construido grandes obras hidráulicas, algunas con problemas de operación y otras que están llegando a sus límites esperados de vida. Todo esto traerá una nueva serie de desafíos que harán aun más compleja la gestión del agua.

También tenemos una serie de proyectos de manejo de cuencas, muchos dispersos y poco sistematizados y obviamente hemos hecho muchas reuniones y publicado infinidad de memorias de las mismas, memorias que no sabemos hasta que punto se utilizan cuando se formulan reformas a las leyes. Lo que sí se hace a diario es solucionar una serie de conflictos con relación al agua. Este trabajo, la mayoría de las veces, absorbe todo el presupuesto y tiempo de los responsables de solucionar los conflictos, pero no permiten adelantarse en la prevención de los mismos.

Como se señala, a pesar de estos esfuerzos, se ha obtenido menos de lo que se esperaba. Nuestras obras hidráulicas se deterioran, los conflictos por el agua aumentan, los fenómenos naturales extremos siguen causando desastres que se podrían evitar o mitigar en gran parte. Lo peor es que nuestra capacidad como sociedad ha disminuido para prevenir, evitar o solucionar tales conflictos. No hemos sido capaces en varios países de modernizar nuestras leyes de aguas. La autoridad de aguas sigue sin real capacidad administrativa y poca autonomía en otros tantos países. No se han podido establecer organismos estables de gestión de aguas por cuenca con capacidad jurídica y financiera. No hemos podido disminuir ni controlar la contaminación de nuestros cursos de aguas superficiales, subterráneos y marítimos. Estamos hipotecando nuestro bienestar y futuro ambiental, económico y social.

Para manejar estos conflictos debemos, entre otras cosas, mejorar nuestro conocimiento y, sobre todo, lograr acuerdos institucionales que permitan crear y consolidar un sólido sistema de gestión del agua y un adecuado

sistema de manejo de cuencas. Estos sistemas pueden ser mejor dirigidos en forma separada pero deben ser coordinados entre sí.

El paso siguiente es que los actores que afectan la gestión del agua y que reconocen la importancia que tiene que lograr un buen manejo de la misma y de las cuencas de captación, se comprometan a apoyar los cambios. Los que formulan políticas hídricas son solo algunos de los actores. Las políticas energéticas, las ambientales, las mineras, los tratados de libre comercio, las decisiones de los alcaldes de concentraciones urbanas en expansión o la selección de lugares de botaderos de basura, los que toman decisiones para fomentar el turismo en las zonas costeras o los que deciden instalar mas industrias en lugares donde ya hay escasez de agua y sobreexplotación de acuíferos, son actores claves en el proceso de gestión del agua.

¿EN QUE PODEMOS COMPROMETERNOS?

Hay una serie de aspectos en los cuales podemos, sea en forma personal o coordinada entre varios actores, asumir compromisos como, por ejemplo:

- tener a nivel nacional, o por lo menos regional o estatal, una visión política general compartida sobre el agua: se deberá tener una visión conceptual y socialmente admitida de lo que el agua significa. De esta visión se desprenderán las opciones de consenso sobre la organización para la gestión del agua y las cuencas y la estabilidad institucional, financiera y legal necesarias para lograrlo con al apoyo político y público necesario.
- disponer de un sistema de gestión del agua funcional y estable dirigido por personal altamente calificado en gestión del agua: El agua, siendo un recurso limitado y frágil, debe necesariamente ser gerenciada en una forma ordenada. Es vital saber quién debe hacer qué, así como evitar las inequidades. La inclusión de nuevos actores en los procesos de decisión es esencial. Además se deben aplicar los principios de gobernabilidad, es decir, partir por considerar los impactos de las decisiones en la sociedad que supuestamente se va a beneficiar a corto y a largo plazo.
- la elaboración de planes de ordenamiento del uso del agua deben ser totalmente coherentes con los planes de ordenamiento de uso del terri-

torio: es la transferencia, a una escala practicable, es decir, (en el propio territorio) de los acuerdos sobre las formas de gestión del agua y el territorio. Este aspecto es crucial para la prevención de riesgos por inundación, protección de humedales y franjas costeras y protección de zonas de recarga de agua subterránea entre otros.

- tomar decisiones con información, pero sobre todo *con conocimiento*. La información por sí sola no basta. No se puede gerenciar el agua sin conocer el recurso, sus usos y su relación e impacto en lo ambiental, económico y social. En este sentido se deben reforzar las investigaciones y las mediciones regulares de una serie de datos sobre el agua tanto en cantidad como en calidad, así como contar con un adecuado padrón de usos y usuarios y saber cómo utilizar esta información.
- comprometerse a mantener una excelencia profesional de aquellos encargados de intervenir en la gestión del agua y las cuencas. No es dable que se improvise personal cuando en la mayoría de los países de la región hay expertos en el tema que son desplazados por razones meramente políticas. Además se deben reforzar los programas de formación y de creación de capacidades en todas las universidades. Así como hoy se ha popularizado los MBA (Maestrías en Administración de Empresas) de igual manera deben popularizarse los MGIA⁷ (Maestrías en Gestión Integrada del Agua) si es que la sociedad les garantiza conseguir empleo adecuadamente remunerado en base a una institucionalidad sólida.
- una gestión técnicamente bien sustentada. Se trata de algo evidente pero muchas veces ignorado. La gestión del agua debe ser conducida por expertos en el tema con diferentes disciplinas. Sus roles deben ser coherentes con su conocimiento, sus capacidades de líder, la complejidad del medio a ser manejado y la responsabilidad asignada.
- un ciclo económico (presupuestal) estable y transparente. Una política de agua debe basarse en emprendimientos y compromisos financieros claros y estables. Es esencial que los ciclos económicos garanticen la gestión del recurso. No solo hay que distribuir el agua, también hay que distribuir los costos y beneficios.

Finalmente, también debemos ponernos de acuerdo sobre los valores con los cuales vamos a trabajar: visión y apoyo político, integración, flexibilidad, respeto y honestidad, ética y solidaridad, asumir obligaciones

mutuas y ser prácticos. El compromiso de una buena gestión del agua debe incluir por lo menos estos aspectos.

Debemos aprender a mirar hacia el futuro si queremos avanzar. Muchos gobiernos nuevos se pasan la mitad de su período culpando de los males al anterior período de gestión hasta que la población ya no cree que ello sea tan cierto. Por ello no perdamos tiempo buscando culpar a alguien por las acciones pasadas. Por el contrario, miremos hacia el futuro y busquemos equilibrar nuestra necesidad de producción con la necesidad de proteger el equilibrio ambiental, para que las futuras generaciones puedan beneficiarse también de nuestro frágil y único entorno en que vivimos.

Para avanzar debemos aceptar además, que no se puede hacer todo en un plazo corto y con los recursos del que disponemos, por tanto hay que trazar un camino racional para lograr las metas que acordemos. Las intervenciones recurrentes que se escuchan cuando se indica que *“por lo menos hay que manejar bien el agua ya que con eso llegaremos poco a poco a superar etapas”*, se estrellan con las personas que dicen que *“debemos hacer gestión ambiental integral, holística y todo eso en su conjunto”* para que no falte nada. Es claro qué se debe hacer, pero no se debe confundir la meta final con los pasos necesarios para lograrlo. Hay que tender hacia la gestión integral del agua, pero con una estrategia adecuada a nuestras posibilidades reales.

No debemos tener recelos de aceptar compromisos que sólo pueden mejorar la calidad de vida de las personas, mucho menos los políticos. Todos compartimos la responsabilidad por el equilibrio hidrológico de cada cuenca en que vivimos independientemente del cargo o función que realizamos. Por ello los usuarios del agua deben poder tener un sistema donde participar, que en este caso, son las entidades de agua de las cuencas o las de manejo de cuencas (los participantes potenciales deben ser informados, consultados, concertados, co-decidir o asumir directamente responsabilidades).

Esta participación, con sus altibajos según cada individuo, se facilita si existe una autoridad de agua visible y responsable a nivel nacional, apoyada por entidades de aguas por cuencas o sistemas de cuencas. De allí la importancia de crear las autoridades o consolidarlas si ya han sido creadas como en el caso de México. El estado no podrá renunciar a ser la autoridad de aguas como arbitro último sin menoscabo de que los actores locales asuman poco a poco más responsabilidades con el apoyo del propio estado.

Tenemos, por tanto, muchas tareas por delante, las que variarán según el país, la cuenca, la cultura de la población y la región climática donde se encuentren. Procuraremos primero que se logren consensos para mejorar periódicamente nuestras leyes de aguas o normas y adaptarlas a las condiciones del país y de la región donde se apliquen. Fortaleceremos los vínculos entre la planificación del uso del territorio y el agua de la cuenca. Apoyaremos y reforzaremos los acuerdos sobre la gestión del agua de cada cuenca y sistema hídrico superficial y subterráneo, así como la franja costera.

Definiremos claramente los roles, deberes y responsabilidades de cada actor comprometido. Nos aseguraremos que la mayor cantidad de los actores, públicos y privados, incluyendo a la sociedad civil y científica académica, tengan la capacidad para cumplir con su rol. Reforzaremos los programas de formación universitaria en gestión de recursos hídricos procurando que exista una adecuada complementación entre las mismas para la formación de los participantes.

Nos comprometeremos a adecuar los recursos económicos de nuestro país y nuestra región, para alcanzar nuestras metas, con una adecuada política fiscal que apoye la gestión del agua y, finalmente, procuraremos que las decisiones que adopte el gobierno en materia de políticas macroeconómicas y comerciales tanto a nivel nacional como internacional, consideren el impacto que tendrán en la gestión del agua y las cuencas.

RESUMEN Y COMENTARIOS

Es obvio que a nivel de documentos escritos y de propuestas de acción *ya se ha dicho prácticamente todo lo necesario* para lograr mejorar la gestión del agua y las cuencas. El tema central por tanto es saber cómo se puede pasar de las ideas a la ejecución de las mismas comenzando por saber qué es lo que lo impide. ¿Es nuestra cultura?, ¿Es porque somos indisciplinados?, ¿Es porque crecemos tan rápido en población y, sobre todo, en concentración de la población en zonas urbanas que nos enfrentamos a situaciones que otros países más consolidados no lo han tenido como desafío?, ¿Es porque somos demasiado inclinados a seguir los modelos externos, tanto de consumo como de organización, que tenemos dificultades para adaptarnos al medio donde vivimos y necesitamos re-culturizarnos?, ¿Es porque pensamos más en sacar votos que hacer lo correcto?, ¿Es porque los expertos en aguas nos

juntamos sólo entre nosotros para felicitarnos mutuamente por pensar igual pero sin invitar a los otros actores que están tomando decisiones que afectan al recurso?

Sea cual sea la razón debemos descubrirla y enfrentar los obstáculos. Si bien el agua se hace notar cuando se la ignora no podemos esperar que las situaciones se pongan críticas para reaccionar, primero, porque en general ya es muy tarde, segundo por que cuesta mucho mas corregir que prevenir y tercero porque el agua simplemente es esencial para todos los seres vivos de la tierra. Esperar a que ocurran fenómenos extremos o grandes contaminaciones no es ciertamente una forma muy sagaz de enfrentar los problemas asociados a una eficiente gestión del agua y las cuencas.

Si se desea mejorar hay que partir por reconocer que la gestión del agua es función de las políticas macroeconómicas de un país, de su estabilidad institucional, social y política y de sus políticas fiscales. *Es también importante reconocer que la sociedad apenas esta comenzando a percatarse que sus límites territoriales político administrativos de nada sirven para gestionar el agua o los ecosistemas.* Por ello, desde las autoridades elegidas para gobernar sobre territorios político-administrativos hasta las estadísticas de población, poco o nada tiene que ver con el territorio de las cuencas. Más bien son obstáculos mientras no acepten la necesidad de coordinarse para administrar estos espacios compartidos.

La ingenuidad tampoco es un buen aliado para plantear la realización de tareas complejas. Los discursos sobre la importancia del desarrollo sustentable poco hacen para convertirlo en realidad. Para pasar de las ideas a la acción es necesario interpretar y desglosar tales términos hasta hacerlos comprensibles para la mayoría y además señalar los procesos necesarios para lograrlo. Así, una propuesta de trabajo interdisciplinario no se logrará por simple voluntad si no con métodos adecuados de trabajo. Lo mismo se aplica al fomento de la participación y la gobernabilidad o a la distribución equitativa del agua. En todos estos casos se requiere de estudios y especialistas en cada tema, sea técnico o sea social.

Los enfoques economicistas también tienen sus límites. No se puede esperar que una racionalidad puramente económica que nos ha llevado en muchas instancias a la sobre explotación de recursos sea la única que nos saque del problema. No hay que descartar los indicadores económicos pero sí hay que tomarlos con cuidado. De hecho es dudoso que aún cuando se

valoren todos los elementos de la naturaleza o se creen cuentas de patrimonio natural (mejor dejándolas en satélites para que no malogren las curvas de crecimiento del PBI) vayan a influir en las decisiones que tomen hacienda, banco central o banca internacional.

La aplicación de instrumentos económicos es también válida, pero hay que recordar por ejemplo que en materia de control de contaminación hay cientos y miles de usuarios ilegales que no se acogen a ninguna de estas reglas⁸. Por ello hay que buscar fórmulas prácticas y funcionales a la cultura y condición de cada lugar. En muchas comunas el aporte en mano de obra o el convencimiento de mejorar sus prácticas es mucho más significativo que la cobranza de multas y es eso lo que debe considerarse. La inercia de los sistemas públicos actuales sin embargo impide muchas veces optar por estas alternativas⁹.

El otro tema que esta en debate es el de los servicios públicos, sobre todo los de agua potable y saneamiento y los de hidroenergía así como el usuario de agua para riego, industrias y otros usos. En este trabajo no se ha abarcado este tema ya que de lo que trata es de la gestión integrada del agua por cuenca. Lo que sin embargo debe quedar claro es que la gestión del agua por cuenca es la que permite velar por el interés de todos los usuarios incluidas las empresas de agua potable, los regantes y todo tipo de usuarios.

La entidad de aguas de una cuenca es como la entidad administradora de un edificio. Cada departamento (léase usuario o empresa de aguas) puede manejarse en forma independiente, y hasta privada, pero todos deben contribuir a pagar por los gastos comunes que genera la administración del edificio. Esto es lo que aún no ocurre en la mayoría de los países de la región con excepciones importantes. Donde no existen autoridades de aguas por cuencas cada empresa debe preocuparse de la cuenca donde capta el agua hasta donde le interesa hacerlo. Los beneficios que genera son capturados por otros usuarios y no sólo por el que invierte en la conservación de la cuenca. De allí que es importante establecer mecanismos más claros de gestión donde los involucrados participen equitativamente.

Finalmente cabe mencionar la importancia de sistematizar las experiencias obtenidas en materia de gestión del agua y en manejo de cuencas. Al respecto lo que más se encuentra en la literatura son descripciones de proyectos o de técnicas. Poco hay escrito sobre cómo los países se están enfrentando a los desafíos planteados en este artículo. Hay una fiebre para

captar las ahora llamadas “*best practices*”, otra palabra de moda. Estas prácticas no se pueden aplicar si la institucionalidad para hacerlo no existe. En los tiempos actuales hay que hacer mas énfasis en apoyar la construcción de dicha institucionalidad, la cual realmente hace falta y que se plasma concretamente en las entidades de gestión de aguas por cuenca y en la creación de programas nacionales de manejo de cuencas.

NOTAS

1. El término manejo de cuencas se interpreta libremente en América latina. Para algunos puede ser controlar un torrente mientras que para otros es mejorar la calidad de vida de todos sus habitantes. En general se asocia a programas de conservación de suelos y manejo agro-silvo-pastoril, pero más recientemente se vincula mucho más a la protección de la calidad del agua superficial y subterránea (ver figura).
2. Como la empresa de hidroelectricidad de Costa Rica y la empresa de agua potable de Cuenca, Ecuador.
3. En general es poco común que las entidades de aguas por cuencas se interesen en patrocinar proyectos de manejo de cuencas. Una excepción es el caso de la Corporación del Valle del Cauca en Colombia. En dicho país además existen fondos que se obtienen de las empresas de generación de hidroenergía para el manejo de las cuencas y en general para el financiamiento del desarrollo de la región donde se ubican.
4. “Los Consejos de Cuenca todavía no son organizaciones suficientemente consolidadas. El diálogo y la negociación, con información apropiada y compartida, todavía no son instrumentos cotidianos para la gestión integrada del agua por cuenca. En algunos casos se sigue pensando en que es el Gobierno Federal el que debe resolver el problema de distribución o contaminación existentes, dado su carácter de autoridad nacional en la materia. En otros, no ha sido posible llegar a decisiones consensuadas. Algunos representantes de los gobiernos estatales o los usuarios exigen que esas decisiones reflejen las posiciones, intereses o demandas de sus representados, sin conceder ni aceptar que la cuenca es un conjunto natural indivisible e interdependiente en todas sus partes”. (Fuente: documento base de la reunión “Desafíos para consolidar los consejos de cuenca: nuestras responsabilidades con el presente y el futuro, Segunda reunión de Consejos de Cuenca, México, Octubre 2003).

5. Personalmente creo que agregarle el calificativo de “estratégico” a un plan es redundante ya que un plan es literalmente una estrategia escrita. Sin embargo es un término que se ha puesto de moda para distinguirlo de documentos que se autocalifican de planes, pero que no son tales.
6. Basado en la *Declaración de acuerdos y principios*, Un enfoque integrado para la gestión sustentable del agua., Experiencias en gestión y valoración del agua. IV Seminario Internacional CYTED XVII, Universidad Nacional, 29, 30, 31 de marzo 2004, San José, Costa Rica.
7. Si se utilizan las siglas de Master en Gestión Integrada del Agua el resultado es un master en Magia. Así que se podría decir que quienes realizan gestión del agua deben ser *magos*, con conocimiento profundo, para resolver conflictos que cada vez son mas graves entre el ser humano y el ambiente y que va ligado estrechamente a su sobrevivencia.
8. Me pregunto cómo reaccionaría un minero clandestino en la zona amazónica que usa mercurio en sus procesos o a un procesador de pasta base de cocaína frente a un funcionario que fuera a cobrarle bajo el principio “contaminador pagador” o cómo reaccionaría una pequeña empresa no registrada frente a una pregunta sobre cual sería su “*willingnes to pay*” o voluntad de pago para no contaminar. Sin institucionalidad para la gestión del agua, con registro de usuarios, estas prácticas no son viables. Al final terminan pagando siempre los mismos empresarios legalmente registrados.
9. Por ejemplo es común que contraloría exija planos al detalle para la inversión en obras hidráulicas auspiciadas por el estado. Cuando estas obras son pequeños canales en ladera, hechos a mano por comunidades a veces por 20 o 30 kilómetros, los planos detallados salen más caros que el costo en dinero que pone el estado en la obra. El otro problema común es el hecho que se deba “gastar” el dinero en un año presupuestal. Los campesinos trabajan en obras cuando no tiene que cosechar o sembrar o celebrar un evento propio de sus culturas y sus tiempos por tanto no coincide con los períodos de gastos del estado. Si no se invierte el dinero del proyecto en el año este revierte al estado y se considera que es un mal proyecto porque no se cumplieron las metas. Esto es muy común en los proyectos de manejo de cuencas que requiere mucha participación campesina.

DEL GOBIERNO A LA GOBERNABILIDAD

DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN MÉXICO

Guillermo Chávez Zárate

CUANDO HABLAMOS DE GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA Y DE LAS CUENCAS, A VECES NOS OLVIDAMOS DE LAS COSAS SIMPLES

Tan difícil y complejo es el manejo integral del agua y de las cuencas, que a veces parece ser que nos hemos propuesto una “*utopía*” o cuando menos caminamos en pos de una “*visión holística*” que parece inalcanzable, simplemente porque la gestión integral de la cuenca es el manejo ordenado y coherente de *todo* lo que existe en un territorio articulado por un sistema hidrológico definido en sus fronteras por esas líneas invisibles llamadas parteaguas.

Todo lo que existe sobre la cuenca son el agua, los bosques, los suelos, la biodiversidad y los ecosistemas, pero lo son también la infraestructura y los servicios que el hombre ha creado para satisfacer sus necesidades de trabajo, habitación, transporte, sustento y recreación. Parte fundamental de las cuencas somos los seres humanos y las múltiples y complejas relaciones sociales, económicas y ambientales que establecemos entre nosotros y con el medio natural.

La cuenca es un sistema complejo que para ser medianamente comprendido en su funcionamiento debe ser dividido en sus partes, componentes y procesos, tanto naturales como contruidos.

La condición actual y futura de una cuenca depende de una gran infinidad de factores, tales como:

- i. La dinámica demográfica que se verifica dentro de la cuenca y su grado de vinculación con las otras cuencas de un país o una región,

- ii. La disponibilidad e intensidad de uso de sus recursos naturales;
- iii. Las características de la producción y la economía que se verifica en su espacio geográfico;
- iv. La tecnología;
- v. Las instituciones y el modo de funcionamiento;
- vi. Las leyes, reglamentaciones y normas que rigen el funcionamiento de los procesos que se verifican dentro de la cuenca;
- vii. La cultura y el grado de conciencia de los habitantes sobre la importancia de preservar los recursos y cuidar el medio ambiente; y
- viii. La complejidad y el tamaño de la cuenca.

En este texto, sólo se hacen algunas reflexiones sobre la complejidad y el tamaño de la cuenca.

LAS POSIBILIDADES DE GESTIONAR Y MANEJAR INTEGRALMENTE UNA CUENCA SON INVERSAMENTE PROPORCIONALES A SU COMPLEJIDAD Y A SU TAMAÑO

Esto significa que a medida que descendemos en la escala de complejidad y tamaño de la cuenca podemos aumentar la integralidad de nuestra intervención y a la inversa, entre más grande y compleja es una cuenca las intervenciones integrales se acercan a la utopía. En esta perspectiva podemos afirmar que no todas las cuencas requieren de una gestión integral y completamente articulada en todos sus componentes y procesos, primero, porque simplemente no es posible manejar todos los procesos dentro de una cuenca, dado que no es lo mismo la cuenca del Río Bravo, la cuenca del Río Amazonas o la cuenca del Río Nilo, que las cuencas del Río Tecolutla en Veracruz, del Río Sabinal en Chiapas o el Río Apatlaco en el Estado de Morelos, y segundo, porque no existe la gestión integral como proceso único. Lo que existe son múltiples procesos naturales, sociales y económicos que dependen de factores muchas veces ajenos a la cuenca, por ejemplo, la disponibilidad de recursos públicos, el precio del petróleo o el TLC.

Es más, no existe una gestión sin adjetivos. La gestión sólo existe en función de su *objeto* y sobre todo de los *objetivos* que se proponen alcanzar los actores de la cuenca. El objeto de la gestión es regular las acciones de los seres humanos, tanto las individuales como las colectivas, ya sean realiza-

das por las empresas o por las organizaciones sociales. Estas acciones se ejecutan en relación con el agua, los bosques, los suelos, la fauna o los ecosistemas, y se llevan a cabo en un espacio geográfico llamado región, estado, municipio, cuenca o acuífero; los objetivos del desarrollo son las definiciones que sirven para orientar las acciones de los múltiples actores que interactúan en la cuenca y que le dan razón y sentido a los procesos de gestión.

Si bien es cierto que no siempre es posible actuar integralmente en una cuenca, dada su complejidad y tamaño, en todos los casos se requiere construir y consensuar una visión común y compartida, una “visión integral de la cuenca”. En este sentido, no es lo mismo “gestionar integralmente la cuenca” que “ver, pensar e imaginarse la cuenca” en su integralidad y estudiar las interrelaciones entre sus componentes y procesos. De la interpretación de esas interrelaciones, y especialmente de su comprensión, socialización y consenso, es que pueden surgir políticas públicas coherentes que articulen los diferentes intereses y los orienten hacia objetivos comunes.

Es bien conocido que las cuencas hidrográficas están definidas por parteaguas y que éstos son unas líneas invisibles que se cruzan y se desvanecen, lo mismo que se multiplican al capricho de la naturaleza y, por tanto, definen miles de territorios de cuenca de diferentes jerarquías. Por ello, cuando se habla de “cuenkas” es pertinente precisar a qué tipo de cuenca o agrupamiento de cuencas se refiere y qué se quiere obtener como resultado del proceso de gestión.

Los elementos geomorfológicos, hidrológicos y geográficos que definen a todas las cuencas son conceptualmente los mismos, pero son diferentes en todas sus realidades y procesos naturales, económicos y sociales.

Tal parece que los gestores del agua y los académicos nos hemos enfrascado en grandes discusiones sobre la “integralidad” y hemos descuidado aspectos que por su sencillez resultan fundamentales, ya no para una “gestión integral y sustentable de las cuencas”, sino simple y sencillamente, para una “razonable gestión del agua, de los bosques, de los suelos, de la biodiversidad y de los ecosistemas que componen cada una de las cuencas”.

En México, por ejemplo, *no se cuenta con un catálogo de cuencas* definido a una escala apropiada, sobre el cual se pueda referenciar los múltiples estudios y datos con que se cuenta para permitir, tanto la acumulación de conocimientos como la coordinación entre las instituciones y la

concertación entre éstas y los grupos sociales. Las entidades públicas del país no tienen consenso sobre el número de cuencas en que se divide nuestro territorio, o sobre el número de subcuencas en que se divide cada uno de los grandes sistemas hidrográficos del país, sin embargo, se pretende gestionarlas integralmente.

No tenemos una nomenclatura y un catálogo unificado de los ríos que circulan por nuestro país, ni tenemos instalados sistemas de medición en todos los acuíferos del país, pero nos obligamos a administrar nuestras aguas con base en las disponibilidades por cuenca y acuífero, olvidando que el agua se encuentra siempre en movimiento y, por tanto, el concepto de disponibilidad solo es imaginable instante por instante y en puntos específicos de la cuenca, lo demás son estadísticas y promedios.

DEL GOBIERNO A LA GOBERNABILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

México, al igual que muchos otros países en desarrollo, transita por una difícil y azarosa senda que une dos puntos muy distantes en la historia de la gestión del agua, de las cuencas y del medio ambiente. Vamos caminando muy lentamente del “gobierno” a la “gobernabilidad” de los recursos hídricos y de las cuencas hidrológicas. De situaciones y épocas en las que las instituciones gubernamentales, y más específicamente, las dependencias gubernamentales federales, hacían y eran responsables de todo, ahora estamos en el camino de construir sistemas de gestión en los que, en una visión idealizada de largo plazo, los gobiernos de los distintos niveles se coordinan entre sí; los ciudadanos intervienen organizadamente en las decisiones que les competen y les afectan; las decisiones se toman lo más cercanamente posible a los lugares en que se generan los problemas; se dispone de información completa y ésta se encuentra a disposición de todos los interesados; la planificación es ordenada, sistemática y participativa; las intervenciones de las entidades gubernamentales y las empresas cuidan los impactos y mitigan los efectos indeseables de las actividades productivas y el desarrollo urbano, y teniendo presentes las múltiples relaciones e interrelaciones que se producen entre los recursos naturales, la biodiversidad y los ecosistemas y, todo ello, en el marco geográfico de las cuencas hidrológicas.

Es decir, estamos caminando hacia sistemas integrales de gestión de cuencas. Sin embargo el camino es muy largo y azaroso.

El propósito parece estar claro, pero no la estrategia y el cómo lograrlo. Por épocas hemos dado pasos hacia delante y en otras retrocedemos. Algunas veces y en algunas cuencas parece que avanzamos mucho y rápido, pero en otras nos estancamos.

En el presente, México vive en materia de gestión del agua y de las cuencas, un momento caracterizado por la incertidumbre y la confusión. No sabemos lo que va a pasar y tampoco si seremos capaces de construir formas más eficaces de las ya logradas. Nuestras instituciones requieren cambios profundos, pero no parece existir la indispensable visión de largo plazo ni la voluntad para lograrlo. Frente a la diversidad de conflictos hídricos y ambientales que inevitablemente se vislumbran en el horizonte, *requerimos de nuevos sistemas de gobernabilidad*, pero hay fuerzas que persisten en mantener los viejos esquemas de operación centralizados y autoritarios de gobierno, y los usuarios directos del agua no acaban de entender que se debe pasar del reclamo y de las posiciones inamovibles, a la negociación de intereses en función de objetivos de largo plazo.

HACIA UN MODELO DESCENTRALIZADO DE GESTIÓN DEL AGUA Y DE LAS CUENCAS, APROVECHANDO LAS FORTALEZAS Y AVANCES INSTITUCIONALES YA LOGRADOS

Se cuenta con una nueva legislación que, salvo algunas mejoras que parecen ser indispensables, podría permitir dar pasos adicionales en la construcción de un modelo de gestión más descentralizado, participativo y vinculante que facilite la gestión integrada del agua y de las cuencas, aprovechando los avances ya logrados.

En México, para hacer posible y viable la gestión integrada del agua y de las cuencas es necesaria:

1. Depurar las reformas recién aprobadas a la Ley de Aguas Nacionales y reglamentarlas para darles consistencia con un modelo descentralizado y participativo.
2. Construir una gran red nacional de datos sobre el agua, las cuencas y el medio ambiente y sistemas nacionales, que permitan de una buena vez,

reunir los datos e informaciones necesarias para la gestión, transparentar las acciones de gobierno, dar sentido a la participación social y acumular y difundir el conocimiento de las cuencas.

3. Replantear los esquemas de planificación nacionales y sectoriales, para dar paso a un nuevo modelo que concentre la atención de las instituciones federales en lo verdaderamente estratégico, para la seguridad nacional y en aquellos aspectos intercuenas que son vitales para el desarrollo regional y que rebasan el ámbito local. Un modelo que facilite y promueva la definición de objetivos, estrategias y acciones en el ámbito de cuenca con la intervención de los gobiernos locales, los usuarios y la sociedad y que deje lo específico y operativo en los territorios de subcuenca, microcuencas y acuíferos, para los actores locales, incluidos los gobiernos estatales y municipales, las comunidades y los grupos sociales organizados, haciendo de los procesos de elaboración de planes y programas, verdaderos ejercicios de información, consulta, concertación y codecisión e incorporando las actividades de seguimiento y evaluación periódica para verificar los impactos que se van logrando en cada cuenca.
4. Para avanzar es indispensable reformar las instituciones del agua cumpliendo los propósitos largamente anunciados de descentralización, acción coordinada de los gobiernos locales y acción participativa de los usuarios y ciudadanos.
5. También es necesario diferenciar más claramente las responsabilidades y tareas que compete a los gobiernos federal, estatal y municipal, y procurar la complementariedad y coherencia de las leyes estatales con la legislación federal, para evitar contradicciones y vacíos que dificultan la gestión integrada del agua y de las cuencas.

Para lograr nuevos avances en la gestión integrada del agua y de las cuencas, es necesario alejarse del concepto tradicional del *gobierno* centralizado y autoritario que lo sabe todo y lo puede todo, para acercarse al de *gobernabilidad*, en el que, las autoridades se relacionan cotidiana, sistemática y orgánicamente con los ciudadanos, para definir los planes y sus contenidos, para darles seguimiento y evaluar periódicamente sus resultados.

Sin embargo, en la actualidad se perciben tendencias y riesgos que pueden significar retrocesos. Uno de ellos, en apariencia poco significativo pero enor-

mamente importante porque caracteriza los alcances de las reformas legales aún pendientes de instrumentar, y porque define la dirección y tendencias de esas reformas, es el relacionado con el número de cuencas hidrográficas y su agrupamiento en regiones hidrológicas que servirá para la reorganización de la administración pública del agua prevista en la Ley de Aguas Nacionales. De esta definición dependerán muchas cosas entre otras:

- i) la estructura y funcionamiento de los futuros organismos de cuenca,
- ii) las características y alcances de los planes hídricos por cuenca,
- iii) la consolidación de los consejos de cuenca ya existentes y sus actuales órganos auxiliares,
- iv) las dificultades o facilidades para la intervención de los usuarios y otros grupos sociales en los temas del agua y las cuencas,
- v) la intervención (eficaz o ineficaz) de los gobiernos locales,
- vi) la eficiencia general del sistema de gestión del agua y de las cuencas,

En el ambiente se respira la tentación de convertir a las actuales Gerencias Regionales de la Comisión Nacional del Agua en los Organismos de Cuenca previstos en las reformas a la Ley de Aguas Nacionales recientemente aprobadas y los Planes Regionales Hidráulicos elaborados por la propia CNA en los Planes Hídricos de Cuenca que se contemplan en esas reformas. De persistir esta tendencia y convertirla en realidad, se habrá desperdiciado la oportunidad de avanzar en la gestión integral del agua y de las cuencas. Todo cambiará, pero en realidad todo seguirá igual.

LA GESTIÓN DEL AGUA Y DE LAS CUENCAS ES ESENCIALMENTE GESTIÓN DE CONFLICTOS

En México, no son previsibles las llamadas “*guerras por el agua*”, entendiéndose por ello confrontaciones violentas y armadas entre gobiernos o entre grupos sociales que se disputan una fuente o cuerpo de agua, pero serán crecientes y diversos los conflictos locales y regionales entre sectores de usuarios y comunidades; entre el gobierno federal, los gobiernos estatales y municipales, y entre éstos y grupos de ciudadanos que competirán por recursos hídricos cada vez más limitados en cantidad o degradados en su calidad, lo que introducirá tensiones políticas y confronta-

ciones sociales de diverso tipo que pueden afectar la gobernabilidad del país.

Las tensiones sociales que introducirá la creciente escasez de agua serán tan grandes y complejas, que los esquemas convencionales de gestión de los recursos hídricos basados en normas y disposiciones, castigos y sanciones por incumplimiento, controles y procedimientos administrativos de distinto tipo, serán rebasados por la realidad, poniendo en duda la capacidad del Estado para regular los usos y aprovechamientos del agua.

Por ello es que los nuevos sistemas de gestión y administración del agua que deberán desarrollarse de ahora en adelante, tendrán que reconocer entre otros aspectos:

1. la negociación de conflictos, como una opción alternativa para encauzar las diferencias entre usuarios que compiten por una misma fuente de agua, o que ven afectados real o potencialmente sus derechos de explotación;
2. la descentralización de las decisiones de manejo del agua hacia los usuarios directos y las autoridades locales a través de sistemas de administración por cuenca y acuífero, y la elaboración de planes, programas y reglamentos ampliamente debatidos y consensuados como condición de viabilidad para su puesta en práctica, con mecanismos de intervención supletoria del gobierno federal cuando localmente no es posible llegar a acuerdos o no se respetan las reglas previamente consensuadas;
3. la corresponsabilidad y cooperación entre usuarios, gobiernos y grupos organizados de la sociedad;
4. el reconocimiento del valor económico del agua;
5. la instrumentación de esquemas de arbitraje especializados en controversias del agua.

EL DEBATE SOBRE LA PARTICIPACIÓN SOCIAL EN LA DEFINICIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS Y EN LA GESTIÓN DEL AGUA Y DE LAS CUENCAS PARECE QUE HA CONCLUIDO, SIN EMBARGO HAY MUCHOS PENDIENTES

La participación social es el principal mecanismo para construir una gobernabilidad más eficaz de los recursos hídricos. En la actualidad ya casi a nadie se le ocurre pensar en una gestión integrada del agua y de la cuenca

sin la presencia de la sociedad. Por otra parte, los nuevos desarrollos conceptuales sobre la gobernación y la gobernabilidad, hacen hincapié en la necesidad de articular y poner en funcionamiento procesos de participación social que trasciendan la sola información y la consulta y lleguen a las decisiones concertadas y consensuadas en el ámbito de las cuencas hidrográficas. Otros requisitos de la buena gobernación son la transparencia, la rendición de cuentas y la actuación justa y honesta tanto de las autoridades como de los usuarios y ciudadanos como requisitos para mejorar los resultados de la gestión.

Va ganando consenso el reconocimiento de que siendo la gestión del agua y de las cuencas esencialmente gestión de conflictos, es también un proceso social y político. Pero siendo así, de pronto parece que vamos también en busca de otra utopía, en este caso, de la utopía democrática, y queremos que toda la sociedad intervenga de manera directa en los procesos de gestión del agua, de las cuencas y en general del medio ambiente. A veces parecería ser que se desea que se compartan todas las decisiones entre todos los ciudadanos y a fuerza de intentarlo, damos muestras de desorden sino es que de anarquía.

En realidad no es así. En materia de gestión del agua y de las cuencas, también hay intereses y grados de involucramiento. Se tiene entonces que definir quiénes, para qué y cómo participan los diferentes sectores de usuarios e interesados en los asuntos del agua y de las cuencas hidrográficas. Tiene que avanzarse más en la reglamentación de los órganos de participación y resolver los problemas de representación y representatividad. Igualmente se tiene el desafío de resolver los problemas de información para aumentar la calidad de la participación y, finalmente, la consulta pública debe instaurarse como requisito para llevar a cabo toda obra hidráulica importante.

Lo anterior significa que lo importante ahora es ¿cómo hacer efectiva y real la participación en la gestión del agua y de las cuencas?, ¿cómo establecer mecanismos efectivos de coordinación y concertación?, ¿cómo dar intervención a grupos organizados de la sociedad y a los sectores tradicionalmente marginados de las decisiones de gobierno?, ¿cómo formular planes menos declarativos que reflejen de mejor manera las aspiraciones y necesidades de la sociedad?, ¿cómo evitar que después de formular planes y programas consultados con los ciudadanos, no se cumplan o no tengan posibi-

lidades de ser ejecutados, porque los instrumentos clave para una gestión ordenada del agua y de las cuencas, como son los presupuestos públicos, la organización de las instituciones del agua o las diversas reglamentaciones, se definen por factores y con criterios ajenos al agua y a las propias cuencas?

La complejidad de la tarea de los gestores del agua y de las cuencas requiere, además de nuevas capacidades y habilidades, de una gran humildad por parte de los gestores del agua; de fijar metas alcanzables en plazos predeterminados; de una visión global y de largo plazo; de perseverancia en las acciones cotidianas y, sobre todo, de un gran compromiso con el desarrollo sustentable y sostenible.

Los ciudadanos tienen en mente un futuro más equilibrado de las cuencas hidrológicas, y en esa imagen está presente su deseo de dar mayor certidumbre a las nuevas generaciones de que es posible mejorar su bienestar y de que los gobiernos y los propios ciudadanos somos capaces de construir mejores y más eficaces sistemas de gestión.

RETOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA LERMA CHAPALA: OBSTÁCULOS INSTITUCIONALES PARA LA INTRODUCCIÓN DEL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS

*Georgina Caire**

El principal objetivo de esta ponencia es presentar los obstáculos institucionales y organizacionales para la implementación del Manejo Integral de Cuencas (MIC) como instrumento para la gestión ambiental en el caso de la Cuenca Lerma Chapala.

Como hemos visto a lo largo de este seminario, determinar las soluciones técnicas para combatir los problemas ambientales, no resulta tan complicado como encontrar la mejor forma de operacionalizarlas. Este proceso se complica por la cantidad de intereses que se ven involucrados en la búsqueda de un equilibrio entre desarrollo económico, sociedad y medio ambiente. El denominado triángulo de sustentabilidad.

Introducir el MIC como instrumento de política ambiental obliga a tomar como unidad de gestión la cuenca hidrográfica, en donde además del ciclo hidrológico, podemos observar una identidad cultural y socioeconómica originada por las formas de acceso y apropiación de los recursos naturales. En las cuencas se establece una relación de interdependencia de los sistemas biofísicos y socioeconómicos, relación que requiere de mecanismos específicos para orientar e influir en las decisiones de los actores dirigiéndolas hacia el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Para lograrlo, es necesario alcanzar la compatibilidad de intereses entre los habitantes de las diferentes zonas funcionales y su actividad productiva, establecer reglas precisas de aprovechamiento de los recursos naturales, asignar responsabilidades para su conservación y, por último, definir mecanismos que aseguren el cumplimiento de los “acuerdos” alcanzados.

El MIC parece ser un instrumento de gestión que puede ser útil para definir el conjunto de acciones y decisiones que aseguren el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, estableciendo una conexión sobre las acciones de las partes altas y sus efectos en las partes bajas. Su objetivo final es mantener el equilibrio en los sistemas ecológicos y un nivel de calidad ambiental aceptable. Su principal indicador es la cantidad y la calidad de agua al interior de la cuenca.

Además del agua, los recursos que deben atenderse desde este enfoque son suelo, flora y fauna, así como la necesidad de ejercer el control de los agentes contaminantes: consumidores de agroquímicos, industria y ciudades.

Lo anterior nos obliga a pensar, independientemente de la escala en que se esté trabajando (a nivel local, intermunicipal o interestatal), en un contexto con alto grado de participación en donde la cooperación y coordinación, son *condición indispensable* para el éxito de este instrumento. En todo caso, será el tamaño de la cuenca, las unidades jurídico-administrativas contenidas, el número de actores y la disponibilidad de los recursos naturales (abundancia o escasez) los elementos que determinarán la forma de participación de cada nivel de gobierno (regulación, operación directa o indirecta, etc.).

La propuesta del Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMARN) es realizar la instrumentación del MIC a partir de una coordinación al interior del sector ambiental. Para lo cual, propone primero la reestructuración administrativa de las Delegaciones de Semarnat, Profepa y la Conanp atendiendo la delimitación de cuencas (Semarnat, 2002:73)¹, para después crear coordinaciones regionales de cuenca que lleven a cabo la planeación y gestión ambiental es, absorbiendo las funciones que actualmente tienen las delegaciones estatales.

Sin embargo, estas coordinaciones no consideran en su estructura la participación de los sectores productivos (agrícola, industrial y energético) público y privado, que hacen uso directo de los recursos de las cuencas, así como de los niveles de gobierno estatal y municipal.

La instrumentación del MIC desde el nivel federal, exige la coordinación del gobierno federal, así como la participación de los gobiernos estatales, los sectores productivos y las grandes ciudades; ya que son éstos los principales actores que ejercen presión sobre la calidad del ambiente, dependiendo de su ubicación al interior de la cuenca (acciones en partes altas

efectos en partes bajas). Por tanto, si observáramos el conjunto de actores con derechos de propiedad sobre los recursos naturales (Cuadro 1) podríamos imaginar el grado de complejidad que puede alcanzar el manejo por cuenca dependiendo de su tamaño y de la cantidad de intereses involucrados.

CUADRO 1. ACTORES RESPONSABLES DE LA GESTIÓN POR SECTOR

RECURSO NATURAL	ACTOR RESPONSABLE	NIVEL DE GOBIERNO
Agua (distribución y calidad)	CNA, CEAS, organismos municipales, usuarios	Federal, estatal y municipal
Suelo (aprovechamiento y restauración)	Agricultores, distritos de riego, unidades de riego (propietarios, ejidatarios y comuneros)	Decisiones orientadas por incentivos de políticas secto- riales federales y estatales
Biodiversidad (aprovechamiento, restauración y conservación)	CONANP-ANP Plantaciones, (propietarios públi- cos y privados, ejidatarios y comu- neros)	Decisiones orientadas por incentivos de políticas secto- riales federales y estatales
Ciudades (desarrollo urbano e impacto ambiental, zonificación y reservas)	Municipios	Estatal y municipal
Industria (permisos, control de contaminación de agua y aire)	Industriales, empresarios, cámaras representativas,	Decisiones orientadas por incentivos de políticas sectoriales federales, estatales y municipal
Políticas sectoriales (agropecuaria, industrial, hidráulica, energética, etc.)	SAGARPA, CNA, SE, SENERGÍA, SEMARNAT, secretarías de desarrollo económico estatal y direcciones municipales	Federal, estatal y municipal

De este modo la Cuenca Lerma-Chapala está integrada por cinco gobiernos estatales en diferentes proporciones: Guanajuato (43.8 %); Michoacán (30.3 %); Jalisco (13.4 %); Estado de México (9.8 %) y Querétaro (2.8 %) y 205 municipios (INE, 2004). Esta cuenca ocupa el 3 % del país (53,591 km²) y es habitada por aproximadamente el 11 % de la población nacional. Por su desarrollo económico y valor agregado, esta cuenca es una de las regiones con mayor actividad económica, pero cuyo crecimiento se ha realizado, en gran parte, a costa de sus recursos naturales, especialmente del agua y el suelo.

Los principales problemas ambientales del área al interior de la cuenca y que inciden en la contraposición de intereses (conflicto), se relacionan con los siguientes puntos:

- a) déficit entre la oferta y el actual nivel en la demanda del agua, especialmente por parte de la actividad agrícola, lo que genera sobreexplotación de los acuíferos subterráneos² y conflictos en la distribución de agua superficial.
- b) altos niveles de contaminación de origen agrícola, industrial y urbano e insuficiencia de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y mantenimiento de cuerpos de agua.
- c) degradación de suelos: cambios de uso de suelo, declinación de la fertilidad y erosión hídrica (INE, 2004).

La conformación propia de la cuenca y sus recursos naturales, crean una relación lógica de desigualdad en el acceso y disponibilidad del agua entre las partes altas y bajas,³ lo que se manifiesta principalmente en los problemas de distribución del líquido y en la necesidad urgente de establecer mecanismos de corresponsabilidad en el aprovechamiento eficiente del mismo. Este problema se agrava al tratarse de una cuenca cerrada que además de reflejar un alto nivel de degradación, ocasiona un fuerte conflicto de distribución entre los estados, especialmente entre Guanajuato y Jalisco.⁴

La presión sobre el recurso agua está dada principalmente por la fuerte actividad agrícola en la zona del Bajío en Guanajuato, las zonas urbanas en las partes altas de la cuenca⁵, (incluyendo la Zona Metropolitana de Guadalajara que extrae agua del Lago de Chapala para cubrir el 63 % de su demanda (Lugo, 2003), y el propio lago como usuario natural de la región.

Todos estos aspectos, son puntos de conflicto que definen posiciones de los actores involucrados y dificultan la determinación de acciones coordinadas entre el gobierno federal, los estados, municipios, sectores productivos y sociedad civil, a fin de revertir el deterioro de los recursos naturales de la cuenca.

A este contexto, se debe agregar que la realidad del agua en México presenta serios obstáculos arraigados en la propia cultura de sus habitantes, lo que implica que no necesariamente pueden ser modificados con la sola reforma de la ley o mediante un giro en las políticas públicas existentes. Entre estos elementos podemos mencionar los siguientes:

- a) una cultura de valor *cero* del agua y una visión *paternalista* por parte de la sociedad con relación al servicio público del agua potable.
- b) incipiente participación social en el proceso decisorio de la gestión del agua.
- c) lenta evolución de la cultura ambiental y escaso conocimiento sobre las consecuencias de los problemas ambientales.
- d) incipiente experiencia en programas de inversión en infraestructura para tratamiento y reuso del agua utilizada.
- e) ineficiencia de los mecanismos de monitoreo y de obligatoriedad sobre el cumplimiento de la legislación ambiental.

Por otro lado, en materia de gestión ambiental, hasta ahora, las acciones realizadas en materia de forestación y conservación de biodiversidad, rehabilitación de suelos o prevención y reversión de la contaminación del agua en la Cuenca Lerma-Chapala, son acciones que se han efectuado de manera aislada y espontánea por parte de autoridades ambientales federales, estatales y/o municipales, sin que exista de por medio un plan regional que señale una misma direccionalidad de esfuerzos y recursos para el logro de objetivos comunes.

Ante la ausencia de un marco de referencia para la toma de decisiones de los diferentes actores, los permisos y licencias para el aprovechamiento de los recursos ambientales responden más a procesos administrativos preestablecidos que no están sujetos a la realidad ambiental de la cuenca en donde se encuentran. Del mismo modo, el diseño e implementación de políticas públicas dirigidas a los diferentes sectores productivos tampoco han considerado las capacidades naturales de la región.

Por otro lado, es evidente que los espacios formales de consulta, negociación y concertación para lograr consenso sobre acciones de gobierno con relación a la cuenca⁶ no han representado una alternativa para promover acuerdos de coordinación en materia ambiental a nivel regional entre gobierno y el sector privado. El Consejo de Cuenca Lerma-Chapala representa el único espacio formal de discusión y concertación para la toma de decisiones sobre distribución, calidad y cantidad del agua. Sin embargo, en la práctica, los problemas relacionados con la distribución del agua han sido el centro de su atención, en tanto que los de conservación y protección ambiental (suelos, biodiversidad y agentes contaminantes), han sido atendidos de manera inconsistente y superficial.

En términos generales, es posible afirmar que en México existe una visión de la gestión del agua separada de la gestión ambiental. Sin duda, como resultado de la forma tradicional en que han sido abordados estos problemas, además de que, por mucho, los lazos del agua con la problemática agrícola han sido más fuertes y sugieren históricamente un mayor contenido político y social que las relaciones entre agua y ambiente.

Vale la pena mencionar que el poder de decisión de estos consejos de cuenca está limitado, ya que carecen de autonomía, personalidad jurídica propia y recursos para incidir en la selección y ejecución de proyectos, lo cual está condicionado al órgano de gobierno central, la CNA. Por otro lado, funcionan con una representatividad altamente cuestionable en la elección de los representantes de usuarios (Wester, 2001:365).

Como es posible observar, la cuenca Lerma-Chapala presenta una red sumamente compleja de intereses en donde se produce una encrucijada de acciones que, en la mayoría de los casos, resultan contrarias a los objetivos de la gestión ambiental. Prácticamente, el entorno está caracterizado por un ambiente de competencia entre los actores que tienen acceso a los recursos naturales de la región, en donde la escasez y degradación de los mismos dificultan la creación de un espacio para la coordinación y cooperación entre sí.

Por tanto, la introducción del MIC como instrumento de gestión ambiental requiere, además de los estudios técnicos sobre el área y de la identificación de áreas prioritarias y acciones estratégicas, de la *coordinación* del resto de los actores: del sector federal para asegurar congruencia entre los objetivos de sustentabilidad y las políticas nacionales de desa-

rollo, así como de la coordinación intergubernamental entre la federación y los cinco estados que forman parte de la cuenca y de éstos con sus municipios.

En este sentido, la aprobación de un plan multianual consensado es imprescindible para mantener los acuerdos (objetivos y responsabilidades) en el largo plazo entre todos los actores. Este documento, también podrá ser de utilidad como referencia para fijar una misma direccionalidad a sus decisiones y seguramente podría facilitar el diseño de los esquemas de financiamiento necesario para la ejecución de cada proyecto.

Las funciones de *dirección y concertación* implicadas en el MIC, tratándose de cuencas que trascienden fronteras estatales, no pueden ser ejecutadas por una instancia administrativa de coordinación intrasectorial como lo propone el PNMA. Por el contrario, la necesidad de alcanzar un acuerdo entre unidades de gobierno (que a su vez deberán replicar el trabajo en sus propias jurisdicciones), y los sectores social y productivo, requiere de la existencia de un fuerte liderazgo por parte del sector ambiental capaz de convocar a todos los actores involucrados.

Si la principal ventaja de adoptar como unidad de gestión la cuenca hidrográfica es la posibilidad de determinar los impactos de las acciones en las partes altas sobre las partes bajas y sobre la cantidad y la calidad del agua, la primera tarea de la Semarnat, como impulsor en la implementación del MIC, deberá ser no sólo identificar estas relaciones causa-efecto, sino persuadir y asignar un rol específico a cada uno de los actores para que desde su ubicación geográfica eliminen o reduzcan las actividades contrarias al aprovechamiento sustentable de los recursos de la cuenca o promuevan proyectos específicos en beneficio de los mismos.

Sin embargo, la acción pública desde el gobierno federal para la instrumentación del MIC deberá considerar que éste no opera en el vacío y que, en este proceso de intervención, encontrará varios tipos de restricciones representadas por límites legales, políticos y organizacionales.

Lo anterior implica que, además de los criterios de eficiencia técnica, las soluciones óptimas a los problemas públicos deben atender los límites y restricciones impuestos al Estado por el marco jurídico existente. De igual modo, tendrá que atender las limitaciones impuestas por las capacidades organizacionales y recursos de las agencias que intervendrán en la instrumentación del MIC, evitando una visión instrumentalista de las organiza-

ciones ejecutoras. Finalmente, deberá considerar el escenario político, compuesto por los diferentes intereses y recursos de los actores involucrados (estudio de factibilidad política): gobiernos, organizaciones no gubernamentales, sectores productivos, usuarios del agua, etc.

A continuación expondremos los principales obstáculos que podrían dificultar la instrumentación del MIC a partir del análisis del marco institucional y organizacional existente, los cuales hasta ahora, han delimitado el proceso de implementación de la política ambiental en México.

Como un primer punto tenemos el marco legal para la gestión ambiental que establece una *distribución vertical de funciones* en materia ambiental a cada uno de los niveles de gobierno, que no prevé la falta de capacidades institucionales del nivel de gobierno inferior para ejecutarlas. Asimismo, tanto el gobierno federal como los gobiernos estatales carecen de una estructura adecuada para obligar el cabal cumplimiento de las normas ambientales. Generalmente, las sanciones son muy laxas y la probabilidad de ser sancionado por incumplimiento es baja.

Finalmente, en materia de *participación social*, el marco legal es ambiguo y limita la colaboración de la sociedad en el proceso de gestión ambiental. Incluso en la integración de los consejos de cuenca, únicamente se reglamenta la participación de usuarios directos del agua y no incluye la presencia de organizaciones no gubernamentales⁷. En términos generales, la participación social se concibe más en la etapa de ejecución de proyectos concretos que en la etapa de diseño de la política pública ambiental o en la de seguimiento y evaluación de la misma.

Por el lado de las instituciones democráticas podemos señalar que su fortalecimiento en los últimos 20 años ha generado un contexto propicio para una real competencia política. Existen estudios que señalan que esta variable genera incentivos (vigilancia mutua, rendición de cuentas y continuidad en el poder), que impulsan gobiernos con mayor liderazgo, más innovadores y más eficaces en la solución de las demandas ciudadanas, (Cabrerero, 1996, Crespo, 2001).

Sin embargo, los efectos de la alternancia y la pluralidad pueden ser más o menos notables dependiendo de dos condiciones. Por un lado, que los gobiernos cuenten con los *recursos* suficientes y las capacidades institucionales para atender adecuadamente las demandas y, por el otro, que exista una *demanda real* de bienes y servicios públicos.

Sólo así es posible explicar que, aún cuando el índice efectivo de partidos de 2.5⁸ a lo largo de la Cuenca Lerma-Chapala, sólo los municipios urbanos más grandes de la región, tales como Toluca y Lerma en el Estado de México, León y Guanajuato en el estado de Guanajuato y Guadalajara en Jalisco, presenten mejoras en la gestión ambiental de su territorio. Estos datos nos permiten demostrar que los municipios que han desarrollado sus capacidades institucionales, en materia de gestión ambiental, son precisamente aquellos que cuentan con recursos suficientes para destinar a proyectos de mejora ambiental y que pueden capitalizar estas acciones en términos políticos.

Con relación al nivel de gobierno estatal pareciera que el nivel de la gestión ambiental también responde principalmente a la existencia de recursos y capacidades propias en cada estado. Por ejemplo, el Estado de México ha realizado una gestión con fuerte énfasis en la restauración y preservación de sus bosques y ha promovido la gestión ambiental a nivel municipal al crear el Premio *Por un Municipio Limpio*.

Por el contrario, Querétaro y el estado de Michoacán mantienen una estructura organizacional dedicada al medio ambiente compartida con las de desarrollo económico y urbano respectivamente y, en consecuencia, con menos programas y recursos dedicados a la gestión ambiental. Finalmente, los estados de Jalisco y Guanajuato, si bien cuentan con una estructura aceptable para la gestión ambiental, es evidente que la problemática ambiental es una materia de relativo interés para sus respectivos gobiernos. El interés de ambos se centra en la distribución de agua, el primero para uso urbano y el segundo para uso agrícola, pero ninguno de los dos antepone la necesidad de una política ambiental y acciones conjuntas que reviertan el deterioro de su territorio con relación a la cuenca en general.

Por otro lado, las *instituciones de representación política*, definidas como el conjunto de reglas para acceder a los cargos de decisión y asignar atribuciones y facultades (gobierno estatal, congreso local, presidencia municipal y síndicos y regidores), son elementos que también explican algunos incentivos que inciden en el proceso de toma de decisiones gubernamentales.

En este sentido, estas reglas del juego en México, generan una débil cultura de rendición de cuentas por parte de los actores gubernamentales hacia la sociedad. Básicamente, las principales deficiencias están dadas por los tiempos y los mecanismos de acceso al poder que determinan las leyes electorales.

Los períodos trianuales en el nivel de gobierno municipal, además de elevar los costos de aprendizaje, provocan una visión de gobierno de corto plazo que dificulta la implementación de políticas de largo plazo como lo requieren generalmente las políticas ambientales. En el caso de los gobiernos estatales, si bien cuentan con un periodo sexenal, la diferencia en los calendarios electorales de cada estado desincentiva el acuerdo entre los gobiernos⁹, ya que la discordancia de agendas y tiempos políticos hacen incompatibles la instrumentación de programas ambientales.

Esto puede complicarse al encontrar diferentes partidos políticos a la cabeza de cada gobierno y un marcado contraste en términos de desarrollo económico y social de cada región¹⁰. A este escenario debemos sumar la degradación de los recursos naturales y la competencia generada ante la escasez de agua, elementos que han entorpecido aún más el proceso de negociación.

Las *políticas sectoriales* (principalmente agrícola e industrial) también se presentan como generadoras de incentivos que determinan sistemas de producción y formas de aprovechamiento de los recursos naturales, creando valores y actitudes entre los actores productivos a partir de los cuales apprehenden y entienden su entorno. La fragmentación de las políticas públicas sectoriales a nivel federal y estatal, es decir, la *independencia* en su proceso de elaboración, genera incentivos que muchas veces son contrarios a los programas ambientales, lo cual anula los escasos resultados de la gestión ambiental e inhibe la posibilidad de cooperación entre los actores.

Desde el punto de vista *organizacional*, también existen diversos obstáculos para alcanzar un nivel de coordinación aceptable entre los estados que conforman la cuenca:

1. existen relaciones intergubernamentales que tradicionalmente mantienen una *dinámica vertical* (por unidad jurídico-administrativa) en la gestión pública, ignorando la necesidad de atender los problemas ambientales siguiendo la dinámica natural de los mismos.
2. los Ordenamientos Ecológicos Territoriales Estatales (cada estado cuenta con el propio) que teóricamente debieran servir para direccionar el proceso decisional de los actores, no ha servido como medio para introducir el *criterio ambiental* en el diseño de políticas públicas con efectos en la región de estudio. Incluso en materia de gestión, los permisos y licen-

cias se otorgan atendiendo a procedimientos preestablecidos y no en función de las características y necesidades ambientales.

3. fuertes problemas de *escasez de recursos* para llevar a cabo la gestión ambiental en los tres niveles de gobierno, así como para promover y crear fondos compartidos que incentiven la inversión en infraestructura y tecnología para el mejoramiento y conservación del medio ambiente.
4. débil cultura de *cumplimiento* de la legislación ambiental y una estructura insuficiente para cubrir acciones de monitoreo y vigilancia sobre los actores obligados.
5. *experiencia* incipiente en acciones de cooperación para el desarrollo regional, con excepción de las acciones realizadas en el marco de la elaboración del Programa de Desarrollo Regional Centro-Occidente a partir de 2000, en el que participan cuatro de los cinco estados que integran la cuenca.
6. alto grado de rotación en los niveles de mandos medios y de dirección, tanto a nivel federal como estatal, lo que eleva los *costos de aprendizaje* para las organizaciones públicas y elimina la posibilidad de acumular experiencias y dar seguimiento a políticas anteriores.

Finalmente, debemos mencionar los obstáculos que surgen al involucrar estados y municipios con *niveles de desarrollo* tan diferenciado entre sí. Estos problemas son: primero, capacidades organizacionales limitadas, sobre todo a nivel municipal donde las autoridades de gobierno apenas cuentan con los recursos necesarios para ofrecer los servicios públicos básicos en sus zonas urbanas (agua potable y drenaje, basura, seguridad pública) desplazando la atención de problemas ambientales.

Y segundo, la diferencia de capacidades de gestión, tales como monto de la asignación presupuestal, existencia de dependencias únicas o compartidas para la gestión ambiental, existencia de policía ambiental, nivel de organización de la sociedad, etc. Todo lo anterior, se encuentra en función, tanto del nivel de desarrollo de cada estado o municipio, como de las diferentes prioridades de cada gobierno ante su realidad socioeconómica y su capacidad para capitalizar los programas ambientales desde el punto de vista electoral.

CONCLUSIONES

La introducción de Manejo Integral de Cuencas (MIC) supone la cooperación inherente entre los actores involucrados al interior de cada cuenca. Cuando se trata de una cuenca dividida por las fronteras de cinco estados y 205 municipios, los problemas de cooperación se multiplican por la necesidad de acercar no sólo a los propietarios o usuarios del recurso, sino también a actores cuyo interés no sólo es económico, sino también político. Para estos últimos, la coordinación representa en el corto plazo, más un costo que un beneficio, dado que implica una limitación a su poder de decisión.

En la cuenca Lerma-Chapala, los problemas de coordinación se ven aún más acentuados al tratarse de una región en donde el acceso a los recursos hídricos generan un estado de competencia y conflicto derivado de la escasez de los mismos (sobre todo entre Guanajuato y Jalisco), en donde el deterioro de los recursos naturales ha alcanzado niveles alarmantes.

Por tanto, el principal obstáculo para alcanzar la coordinación de los estados de la cuenca en materia ambiental es el conflicto generado por el actual Acuerdo de Distribución de Aguas Superficiales (1993), en tanto éste no se solucione, difícilmente podrá generarse una disposición real de los cinco estados para alcanzar acuerdos en materia ambiental.

Los obstáculos institucionales y organizacionales pueden ser librados en la medida que se genere un diseño que fortalezca las debilidades del actual marco institucional, sobre todo en términos de rendición de cuentas y de disponibilidad de recursos económicos y administrativos. Del mismo modo, es importante promover un enfoque que destaque la continuidad de los procesos de gestión del agua, desde y hacia los procesos de conservación y protección ambiental.

La disposición de los actores políticos y económicos para acordar acciones coordinadas es indispensable en la implementación del MIC. Por tanto, generar los mecanismos e incentivos para la coordinación será la principal responsabilidad del gobierno federal. Este interés puede estar sustentado, no sólo en el óptimo aprovechamiento de los recursos naturales ante esta responsabilidad, sino también ante la necesidad de fortalecer las cadenas productivas al interior de la cuenca, de coadyuvar en la creación de infraestructura e inversión tecnológica con impacto en el medio ambiente de la región y de optimizar la cobertura de sus servicios públicos.

Sin embargo, una condición imprescindible para ello, es lograr persuadir a los actores políticos de los beneficios del manejo integral de cuencas como instrumento para la gestión ambiental y promover su aplicación al interior de sus propias jurisdicciones, de tal manera que su ejecución, más allá de las fronteras político-administrativas, se conciba como un proceso natural, necesario para el mejor funcionamiento de los sistemas ecológicos.

Asimismo, es necesario contar con un instrumento de visión compartida como referencia para las decisiones de los actores y orientado a la sustentabilidad de la región. Una definición de roles y compromisos de trabajo en líneas de acción específicas, dependiendo de la ubicación geográfica de cada uno de los estados involucrados (Cuadro 2) y del nivel de deterioro de los recursos en su propio territorio (Cuadro 3).

Este instrumento deberá ser consensuado a partir de los ordenamientos territoriales estatales para que de él pueda derivarse una planeación multianual de proyectos específicos que beneficien a la región en general. Manejando las variables tiempo y espacio será posible generar certidumbre entre los actores políticos y económicos sobre inversiones en proyectos con claros beneficios ambientales, lo que puede contribuir para mantener el interés de los mismos en los esfuerzos de coordinación bajo el enfoque del Manejo Integral de Cuencas.

CUADRO 2 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS ESTADOS SEGÚN SU UBICACIÓN GEOGRÁFICA AL INTERIOR DE LA CUENCA

ESTADO	UBICACIÓN EN LA CUENCA	FUNCIONES
Estado de México	Cabecera	Garantizar captación de agua y suministro a zonas bajas. Bosques regulan cantidad y temporalidad, protegen suelos de ser erosionados por el agua, con la consecuente sedimentación y degradación de los cuerpos de agua (ríos, lagos, lagunas, presas, etc.).
Querétaro	Cabecera	

(Continúa)

**CUADRO 2 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS ESTADOS SEGÚN SU UBICACIÓN
GEOGRÁFICA AL INTERIOR DE LA CUENCA**

ESTADO	UBICACIÓN EN LA CUENCA	FUNCIONES
Guanajuato	Cabecera, captación y transporte	Captación y almacenamiento de agua en diferentes formas y tiempos.
Michoacán	Cabecera, captación y transporte	
Jalisco	Emisión	Lago de Chapala, zona de emisión regulando el funcionamiento de los ecosistemas de la región. Las zonas de emisión pueden ser los ecosistemas más productivos con actividades asociadas a la pesca y el turismo.

NOTAS

1. La CNA se encuentran organizada en 13 regiones administrativas desde 1998 que abarcan 314 cuencas del país y Conafor, desde su creación en 2001, dividió el país en 13 cuencas forestales para su gestión. La delimitación de las cuencas utiliza criterios diferentes por lo que, aunque es el mismo número de regiones, sus límites no coinciden entre sí.
2. En 1990, el 25 % (10,675) de los pozos que extraen agua en el país se encontraban en Guanajuato, de los cuales el 85 % se destinaban al riego de 273,613 has. Para 1995, el número de pozos registrados se incrementó a 16,505, de los cuales el 86.8 % se destinaban a la agricultura. Desde el año 2000, a la fecha se calculan alrededor de 20,000 pozos en la región (Datos de la CNA citado por Ruiz, 2001). Es destacable el caso de Guanajuato, en donde, a pesar de ser una región totalmente vedada desde 1983 para la apertura de pozos desde los años setenta, se calcula que estos se han incrementado en un 100 % tan solo de 1990 a la fecha, sin que exista mecanismo de control por parte de la autoridad.
3. El territorio de Guanajuato que forma parte de la cuenca representa el 44 % de la

CUADRO 3. ROLES PARA EL MANEJO INTEGRAL POR CUENCAS (EJEMPLO)

ESTADOS	AGUA	SUELO	BIODIVERSIDAD	SOCIOECONÓMICO
Estado de México	Disminución de contaminación industrial	Conservación de suelo Control de erosión	Reforestación y vigilancia de bosques	Programas de educación ambiental Convenios y/o reglamentos con incentivos a particulares
	Tratamiento de aguas residuales	Control de erosión	Uso de PSA	
	Incrementar reuso	Control de erosión	Reforestación de bosques	
Guanajuato	Tratamiento de aguas residuales en centros urbanos:	Rehabilitación y conservación de suelos	Uso de PSA	Promover la disminución en el uso de agroquímicos
	Incrementar reuso	Inversión en infraestructura de riego para ahorro de agua	Conservación de cobertura vegetal	Promover cultivos óptimos
	Control de explotación de acuíferos subterráneos	Inversión en obras de captación y recarga	Reducir el cambio de uso de suelo	Cerrar cadenas productivas
Michoacán	Tratamiento y reuso de aguas residuales urbanas	Direccionar políticas para la conservación de suelos	Reforestación y conservación de la Cuenca Propia del Lago de Chapala	Programas de educación ambiental
			Reducir cambios de usos de suelo	
Jalisco	Tratamiento y reuso de aguas residuales urbanas	Direccionar políticas para la conservación de suelos	Reforestación y conservación de la Cuenca Propia del Lago de Chapala	Programas de educación ambiental

misma. Este dato ha sido utilizado por los agricultores guanajuatenses para defender el recurso bajo el argumento de que este estado es el que mayor cantidad de captación pluvial registra.

4. La sequía de los últimos años (1997-2002) y el deterioro ambiental sufrido por el Lago de Chapala han promovido la revisión del Acuerdo de 1989, con el fin de encontrar una asignación más justa del agua superficial de la cuenca. Sin embargo, la confrontación entre los intereses ambientalistas de Jalisco a favor del Lago de Chapala y los grupos agrícolas en Guanajuato, han sido elementos que aumentan la rigidez de las partes en la negociación.
5. Nos referimos al Distrito Federal que satisface parte de su demanda de agua de los acuíferos del Lerma y a la Zona Metropolitana de Lerma en el Estado de México, la Ciudad de Morelia en Michoacán y las ciudades de León, Irapuato, Salamanca, Celaya y Guanajuato en Guanajuato.
6. Entre estos espacios encontramos al Consejo Consultivo Nacional de Desarrollo Sustentable (CCNDS), al Consejo Consultivo Regional Centro Occidente para el Desarrollo Sustentable (CCRCODS), Los consejos Consultivos Estatales de Desarrollo Sustentable (CCEDS), los COPLADES y los COPLADEMUN. La mayoría de estos órganos padecen fuertes problemas de diseño institucional en términos de legitimidad, capacidad de seguimiento y sanción, lo cual debilita su poder real de incidencia en el proceso de toma de decisiones. La primera tiene que ver con los mecanismos de selección de los integrantes y la temporalidad de su cargo y, la segunda, se refiere precisamente a la falta de capacidad técnica y política para ejercer un verdadero seguimiento de las políticas ambientales y emitir una evaluación precisa de las mismas. Además, ninguno de estos organismos cuenta con mecanismos para hacer cumplir los acuerdos aprobados entre las partes involucradas (por ejemplo, poder de decisión sobre presupuesto, nombramientos, etc.).
7. Las nuevas reformas a la Ley de Aguas Nacionales (24 de abril de 2004) incorporan ya la participación de organizaciones sociales en los consejos de cuenca. Sin embargo, aún quedan muchos puntos que cuestionan el proceso de selección de los representantes de usuarios de agua ante estos consejos.
8. Este índice efectivo de partidos o de competencia electoral señala qué tan fragmentado realmente se encuentra un sistema de partidos (Laakso y Taagepera, 1979). En el caso de la Cuenca Lerma Chapala es de 2.5. Si observamos este índice para cada uno de los estados de la cuenca tendremos al Estado de México y a Michoacán con 2.8 y 2.7 respectivamente. Con un número efectivo de casi tres partidos, la compe-

tencia electoral es mayor en estos estados; en Querétaro este índice es de 2.5 y en Jalisco de 2.4. En Guanajuato es de 2.2, por lo que su sistema de partidos es más bien bipartidista.

9. En el caso de la Cuenca Lerma Chapala, los estados de Guanajuato (PAN) y Jalisco (PAN) tienen un periodo similar de gobierno que coincide con el federal 2000-2006. El de Querétaro (PAN) inició en 1997 y terminó en el 2003, en tanto que el del Estado de México (PRI) es de 1999-2005. Finalmente el estado de Michoacán (PRD) va de 2002-2008.
10. Sin embargo, no es garantía la ausencia de conflicto cuando un mismo partido encabeza dos estados con intereses contrarios. En este caso tanto el Guanajuato como Jalisco y el gobierno federal están encabezados por gobernadores panistas y, con todo, no ha servido para evitar los conflictos por agua registrados en los últimos años. Esto sucede cuando, independientemente del partido del que emergen los gobernantes, mantienen proyectos políticos distintos y no existe un incentivo que obligue a declinar sus propios intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrero, E. 1996. Capacidades Innovadoras de los Municipios Mexicanos. *Revista Mexicana de Sociología*, México.
- Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos. 2002. Ed. Porrúa, México.
- Crespo, J.A. 2001. *Fundamentos políticos de la rendición de cuentas*. Serie: Cultura de la Rendición de cuentas. Cámara de Diputados, LVIII Legislatura, Auditoría Superior de la Federación, México.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/download/diag_lerma_chapala.pdf. Consultado el 1º de julio de 2004.
- Laakso, M. y R. Taagepera. 1979. Effective number of parties. A measure with application to West Europe. *Comparative Political Studies* 12:3-27.
- Ley de Aguas Nacionales de 1992 y sus reformas del 24 de abril de 2004. Congreso de la Unión, México.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Congreso de la Unión, México.
- Lugo Arias, F. Coordinador de Cuencas de la Comisión Estatal de Aguas del Estado de Jalisco. Cuenca Lerma-Chapala y Guadalajara. *Evaluación de Opciones y Oportunidades del Sector Agua Mexicano*, Instituto de las Américas, 26 de marzo de 2003, México, D.F.

- Ruiz, H. 2001. El agua en el desarrollo agrícola de Guanajuato: Apuntes para una perspectiva histórica de su problemática actual. *XI Congreso Nacional de Irrigación*, ANEI-S8011919, 19-21 de Septiembre de 2001, Guanajuato, México.
- SEMARNAT. 2002. *Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2001-2006*, Presidencia de la República, México.
- Wester, P., R. Melville y S. Ramos Osorio. 2001. Institutional Arrangements for Water Management in the Lerma–Chapala Basin. En: A. Hansen y M. Van Afferden, *The Lerma Chapala Watershed*. Kluwer Academica, Plenum Publisher, Nueva York.

LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN MÉXICO: NUEVO PARADIGMA EN EL MANEJO DEL AGUA

*Juan C. Valencia Vargas, Juan J. Díaz Nigenda
y Héctor J. Ibarrola Reyes*

INTRODUCCIÓN

En el manejo de los recursos hídricos se identifican cuatro categorías, las cuales tienen características bien definidas (Banco Mundial, 1998):

1. *desarrollo de los recursos hídricos orientados a proyectos.* Se caracteriza por dar prioridad a proyectos aislados, de agua potable, irrigación, generación de energía hidroeléctrica, navegación, recreación, etc., por lo que los beneficios son individuales para cada uno de ellos. Se considera que existe una determinada fuente por proyecto.

2. *desarrollo subsectorial de los recursos hídricos.* Se identifican proyectos para usos similares concebidos en un marco subsectorial, por lo que los beneficios se maximizan y se identifican fuentes de agua para el subsector. La mayor parte de los proyectos surgen de planes maestros de agua potable, riego y saneamiento.

3. *manejo subsectorial de los recursos hídricos.* En este caso, los problemas relativos al uso del agua son resueltos a través de la innovación institucional o proyectos de infraestructura. Los proyectos son identificados a través de la modernización de los programas del Estado o de una reestructuración subsectorial.

4. *gestión integrada de los recursos hídricos.* Los proyectos son resultado de un proceso que considera todos los usos del agua, incluido el medio ambiente y los conflictos entre los usuarios y los usos son resueltos mediante una mayor oferta, pero también mediante la innovación institucional y el manejo de la demanda. Las decisiones son tomadas den-

tro de la cuenca y existe una gran participación social en la solución de los problemas.

En México se han adoptado y practicado estos tipos de manejo del agua a lo largo de su historia. Durante el siglo XIX y principios del siglo XX, el manejo del agua se orientaba a proyectos. Con la creación de la Comisión Nacional de Irrigación en 1926, el manejo del agua evolucionó para dar prioridad a los proyectos con un enfoque subsectorial; esta evolución vino acompañada con un gran desarrollo tecnológico y de infraestructura, misma que quedó respaldada con el establecimiento de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y se expandió hasta su fusión con la Secretaría de Agricultura para dar paso, en 1977, a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

En 1989, con la creación de la Comisión Nacional del Agua (CNA), se inició el manejo subsectorial de los recursos hídricos, y se le dio énfasis a la construcción de obras para el incremento de la oferta de agua. Al formar parte del sector medio ambiente, y con la publicación de la Ley de Aguas Nacionales en 1992, la CNA comenzó a promover la descentralización de funciones, a propiciar la participación ciudadana y a fomentar la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) al considerar, entre otros principios, a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la administración del agua.

Con la publicación de las reformas a la Ley de Aguas Nacionales en abril de 2004, la GIRH se le considera como prioridad y asunto de seguridad nacional, y a la cuenca y acuíferos como la unidad territorial básica para ejecutarla.

En la tabla 1, se tiene una comparación entre las etapas de las instituciones encargadas de vigilar el manejo del agua en México y del papel de los usuarios.

EL ENFOQUE ACTUAL DEL MANEJO DEL AGUA EN MÉXICO

En 1996, la Comisión Nacional del Agua inició un proceso de cambio hacia un manejo del agua más eficaz y participativo, a fin de lograr el uso y aprovechamiento sustentable del recurso con la colaboración creciente de las autoridades locales en sus diferentes niveles y de los usuarios del agua a nivel regional, además de conducir un proceso de funciones operativas para transferirlas a usuarios y gobiernos locales. En todo el proceso se ha logrado:

TABLA 1. EVOLUCIÓN DEL PAPEL DE LAS INSTITUCIONES ENCARGADAS DEL MANEJO DEL AGUA EN MÉXICO Y EL PAPEL DE LOS USUARIOS

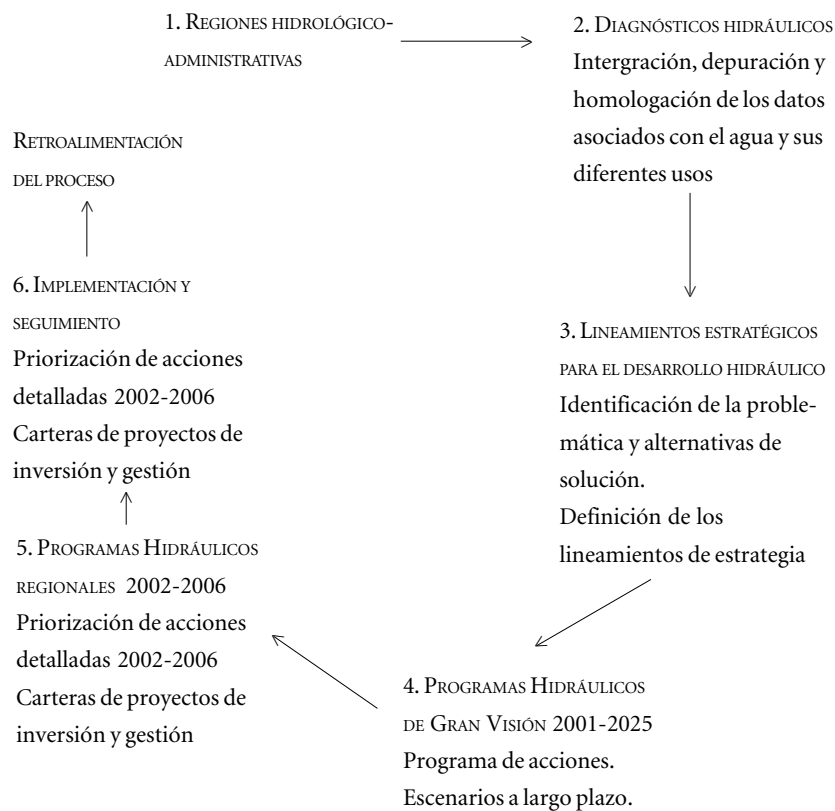
PASADO RECIENTE	PRESENTE	FUTURO
Normativa (planeación y administración del agua)	Normativa (administración del agua)	Normativa con funciones de autoridad definidas (administración del agua)
Financiera, constructora y operativa (infraestructura urbana, hidroagrícola y estratégica)	Financiera, constructora y operativa (infraestructura estratégica)	Apoyo técnico especializado
Promotora del desarrollo (fortalecimiento de usuarios)	Organización por cuencas y regiones hidrológicas	Organización por cuencas y regiones hidrológicas (organismos de cuenca)
Organización estatal Planeación centralizada	Planeación participativa	Autoridades locales promotoras del desarrollo hidráulico
Autoridades locales con participación limitada en la promoción del desarrollo hidráulico	Organización y fortalecimiento de usuarios y autoridades locales	Usuarios organizados y responsables de los sistemas (sostenibles y eficientes)
Los usuarios son receptores de servicios e infraestructura	Descentralización de programas operativos Consejos cuenca: participación de usuarios y autoridades locales en la planeación hidráulica regional	Consejos de cuenca administrativa y financieramente sostenibles; desarrollo de infraestructura de beneficios comunes

Fuente: Gerencia de Planeación Hidráulica. Comisión Nacional del Agua.

1. integrar, depurar y homologar la información asociada con el agua y sus diferentes usos;
2. identificar la problemática y sus alternativas de solución; así como definir los lineamientos estratégicos para el desarrollo hidráulico;

3. realizar los programas de acción e integrar los escenarios a largo plazo (2000-2025); y
4. priorizar las acciones para el periodo 2002-2006 e integrar una cartera de proyectos.

FIGURA 1. PROCESO DE PLANEACIÓN HIDRÁULICA EN MÉXICO



Fuente: Gerencia de Planeación Hidráulica. Comisión Nacional del Agua.

El proceso de planeación se realizó partiendo de la percepción local para integrarla a nivel nacional (de abajo hacia arriba) y sirvió para definir la política hidráulica nacional que se concentra en el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (PNH), misma que se sustenta en cinco premisas:

1. el desarrollo del país debe darse en un marco de sustentabilidad
2. el agua es un recurso estratégico de seguridad nacional
3. la unidad básica para la administración del agua es la cuenca hidrológica
4. el manejo de los recursos debe ser integrado
5. las decisiones deben tomarse con la participación de los usuarios.

Bajo este contexto, los objetivos nacionales del sector hidráulico se sitúan en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 (PND) y contribuyen en forma decisiva a la consecución de sus objetivos rectores.

Uno de los logros de mayor impacto dentro del proceso de planeación hidráulica fue la integración, para cada una de las 13 Regiones Hidrológico-Administrativas, de los Programas Hidráulicos Regionales 2002-2006; en ellos se plantean los objetivos y las metas a alcanzar en el ámbito regional, así como las estrategias y acciones en materia hidráulica más importantes a realizar para contribuir a la solución de los problemas que se presentan en cada una de ellas, en congruencia con el PNH.

El proceso de planeación hidráulica se ha caracterizado por la gran participación de la sociedad organizada a través de los Consejos de Cuenca, y queda demostrada con las 2,700 reuniones desarrolladas desde 1998 hasta el 2003. En el 2002 y 2003, se realizaron el 30 % de estas reuniones. Es de resaltar que los Consejos de Cuenca validaron la información de los Programas Hidráulicos Regionales 2002-2006 y los consideran como el documento rector en materia de planeación hidráulica regional.

LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En los últimos años, el sector hidráulico en México ha evolucionado hacia un manejo integrado del agua, ésto ha sido posible gracias a la transformación del marco jurídico y del ente administrador a nivel federal; así como a un proceso ordenado de planeación participativa con los usuarios. Actual-

mente se cuenta con dos pilares fundamentales que sustentan a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos:

1. Ley de Aguas Nacionales, publicada en 1992 y reformada en el mes de abril de 2004 y;
2. La Comisión Nacional del Agua, como órgano superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación, en materia de GIRH, incluyendo la administración, regulación, control y protección del dominio público del agua.

La GIRH confirmó su gran relevancia en la agenda pública cuando que el Poder Legislativo estableció en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) que la base de la Política Hídrica Nacional es la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos por cuenca hidrológica; por lo que ahora, se fortalecerán los mecanismos para mantener o reestablecer el equilibrio hidrológico en las cuencas hidrológicas del país y el de los ecosistemas vitales para el agua. En la LAN se define a la GIRH como el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

La Gestión del Agua se sustenta en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan, para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, acciones para:

1. el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración,
2. la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y
3. la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente.

En todas las regiones del país, se han realizado estudios donde se analizan de manera integrada los recursos de la cuenca, su problemática de conjunto y se diseñan las estrategias necesarias para atenuar los impactos y propiciar el desarrollo sustentable de la cuenca.

Estos estudios han proporcionado elementos suficientes que inducen el desarrollo económico y social de la cuenca mediante un manejo sustentable de sus recursos naturales, tomando en consideración su preservación, conservación y restauración. La alteración de cualquiera de los factores mencionados puede propiciar alteraciones al medio ambiente.

Aspecto importante a considerar, es la participación de la sociedad dentro del proceso, ya que se propician los medios para su información y participación en el diseño de estrategias que permitan solucionar la problemática y que fomenten un mejoramiento dentro de la cuenca.

Por tal motivo, es necesario trabajar en forma conjunta y estrecha entre instituciones de los tres órdenes de Gobierno para lograr el desarrollo social, económico y ambiental de la cuenca (transversalidad de las políticas públicas); por lo que se buscará la vinculación de las acciones y grandes proyectos con los programas sectoriales e institucionales (forestal, de educación, de salud, hidráulico, medio ambiente, etc.) de la administración pública que tengan que ver con el manejo de los recursos dentro de la cuenca, así como de aquellos que propicien el desarrollo sustentable en la misma.

La Comisión Nacional del Agua ha visualizado a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos a nivel cuenca, como un proceso en el que se deben considerar los siguientes aspectos:

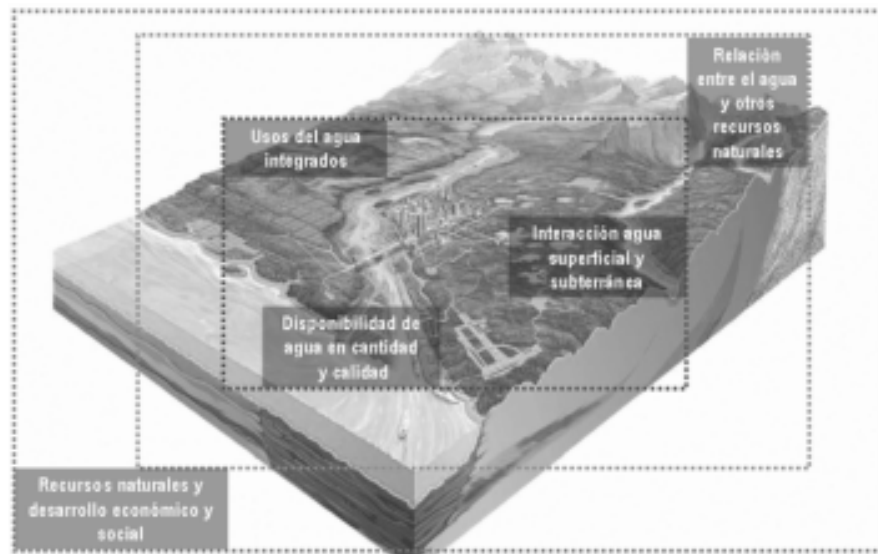
1. usos del agua integrados
2. interacción agua superficial y subterránea
3. disponibilidad de agua en cantidad y calidad
4. relaciones entre el agua y otros recursos naturales de la cuenca
5. los recursos naturales y su relación con el desarrollo económico y social.

Otro aspecto importante que surge de la GIRH es la transversalidad de las políticas públicas, la cual se puede definir como la conjunción de esfuerzos de diversos organismos de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal en pro de acciones conjuntas para resolver la problemática ligada a una

misma zona, y donde la principal virtud radica en que los esfuerzos para solucionar una problemática dada, contribuyen en cierta medida a la solución de otras. La política hídrica debe ser congruente con la de otras secretarías del Gobierno Federal y la de los gobiernos locales y usuarios.

Para fomentar la aplicación de la GIRH, la CNA revalorará su representatividad en el ámbito de las cuencas hidrológicas, regiones hidrológicas y regiones hidrológico-administrativas, para dar paso a los Organismos de Cuenca, los cuales serán unidades técnicas, administrativas y jurídicas especializadas con carácter autónomo. Dichos organismos de cuenca funcionarán armónicamente con los consejos de Cuenca en la consecución de la GIRH en las cuencas y regiones hidrológicas.

FIGURA 2. ASPECTOS A CONSIDERAR POR LA CNA EN LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS A NIVEL CUENCA



Fuente: Gerencia de Planeación Hidráulica, Comisión Nacional del Agua. Figura tomada de la Circular 1139 “Ground Water and Surface Water: A Single Resource” USGS.

CONCLUSIONES

Aunque en México se han alcanzado logros en las diversas fases del manejo del agua, hoy en día el sector hídrico en México se encuentra ante un nuevo reto: la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

En la aplicación práctica de este concepto no se parte de cero; existen estructuras, mecanismos y acuerdos, que a través del proceso de planeación hidráulica iniciado en 1996, han sido fortalecidos. Un notable esfuerzo es la consolidación de la participación social a través de los Consejos de Cuenca, misma que se demuestra en la aprobación y validación de los Programas Hidráulicos Regionales 2002-2006 como documento rector de la política hidráulica en las Regiones Hidrológico-Administrativas.

Las disposiciones enunciadas en las reformas a la Ley de Aguas Nacionales indican que la política hídrica nacional se sustenta en una gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrológica en forma descentralizada e integrada, en donde la acción directa y las decisiones por parte de los actores locales deben ser privilegiadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Dourojeanni A., Jouravlev y A., Chávez, G. 2002. *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*. Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Chile.
- Banco Mundial. 1998. *Estrategia para el manejo integrado de los recursos hídricos*. Washington, D. C.
- Comisión Nacional del Agua. 2001. *Programa Nacional Hidráulico 2001-2006*. Comisión Nacional del Agua. México.
- . 2003. *Programa Hidráulico Regional 2002-2006*. Región VI Río Bravo. Gerencia Regional VI Río Bravo. México, D. F.
- . 2003. *Programa Hidráulico Regional 2002-2006*. Región XI Frontera Sur. Gerencia Regional XI Frontera Sur. México, D. F.
- . 2004. *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento*. Comisión Nacional del Agua. México, D. F.

LA VISIÓN DE LA SAGARPA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE MICROCUENCAS HIDROGRÁFICAS

Juan Antonio Casillas González

El problema de la degradación de los recursos naturales, en las cuencas del país, es de tal magnitud que incluye aspectos ambientales, sociales y económicos, de tal forma que la única manera de reducir y detener este problema y restituir la productividad a las zonas ya afectadas, es la adopción de un conjunto integrado de medidas preventivas y correctivas.

Sin embargo, aunque las soluciones para la rehabilitación de recursos naturales dependen de la integración de las recomendaciones técnicas, vinculadas en una relación pluridimensional, se ha observado que la degradación del suelo es de los factores principales que limitan la producción y propician un mayor nivel de pobreza de los habitantes rurales.

Para atender la problemática descrita la Secretaría de Agricultura ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) a través del Fideicomiso de Riesgo Compartido (Firco), desde febrero de 2002, ha establecido el “Plan Nacional de Microcuencas”, enfocando como principales estrategias el desarrollo regional integral y la rehabilitación de microcuencas hidrográficas, utilizando una metodología de planeación-acción participativa cuyo primer producto es un instrumento de negociación, vinculación y articulación institucional denominado Plan Rector de Producción y Conservación, el cual es un documento con enfoque multisectorial que contiene los diagnósticos del medio físico y socioeconómicos, las propuestas de manejo, las decisiones de los habitantes y las necesidades de inversión, calendarizadas en función de la priorización determinada por las comunidades de las microcuencas.

Los avances alcanzados son la atención de 833 microcuencas en seguimiento e iniciando acciones en 103 en el ámbito de 31 estados y el Distrito

Federal, donde se localizan más de 2,000 comunidades marginadas. Asimismo, se ha logrado conjuntar la participación de los tres niveles de gobierno, la iniciativa privada, la academia, ONG y la sociedad civil en apoyo a las acciones establecidas.

INTRODUCCIÓN

Por las condiciones que presenta el paisaje del país existe un serio deterioro del suelo el cual está considerado como uno de los que tienen mayor grado de afectación por este fenómeno. De acuerdo con los estudios que realizó la SEMARNAP, se estima que el 85 % de los suelos del país están afectados por diversos grados de erosión, lo cual ocasiona reducción en su productividad y deterioro ambiental. Dentro de este porcentaje se localiza la mayor parte de las áreas agrícolas de temporal, así como las dedicadas al uso forestal o pecuario.

La sobreexplotación forestal, la agricultura de subsistencia, la ganadería sin control y los incendios forestales generan graves problemas de pérdida y degradación de suelos, los que tienen por consecuencia la pérdida de la biodiversidad y la capacidad productiva, traducida en una mayor pobreza rural en las partes altas de las cuencas. También en las partes medias y bajas se produce deterioro por inundaciones, azolve en las presas, que afecta la capacidad de generación de energía hidroeléctrica y la disponibilidad de agua para riego, consumo doméstico e industrial.

Un control eficaz de la erosión resulta benéfico para todos, desde los habitantes de las comunidades en las sierras hasta los habitantes de las zonas costeras. En última instancia, el éxito de los planes de desarrollo, dependerá de los resultados de la lucha contra la erosión. En efecto la falta de suelo para un país significa la quiebra. En cambio, cuando en una nación las formas de aprovechamiento de la tierra y las tecnologías utilizadas son las adecuadas, y se ha logrado controlar y minimizar la erosión, se dan condiciones óptimas para el desarrollo.

Considerar a la microcuenca como la unidad básica de atención para el desarrollo regional integral y ejecución de los planes, programas y proyectos de rehabilitación de los recursos naturales, permite lograr un proceso de planeación realmente efectivo al tener un medio agroecológico y social relativamente homogéneo. Asimismo, la obtención y aplicación de recur-

recursos humanos, financieros, materiales y tecnológicos se facilitan al tener un marco de referencia concreto donde implementar los trabajos necesarios en un espacio y tiempo definidos.

Para lograr efectivamente la rehabilitación de los recursos naturales de una microcuenca, donde existan asentamientos humanos, se requiere de manera definitiva contar con la participación de los habitantes de la misma, para que de manera consciente y decidida, se involucren desde inicio del proceso en el diagnóstico de su entorno, en el planteamiento de los proyectos, en la toma de las decisiones de las alternativas de manejo más acordes a su realidad socioeconómica, política y cultural y en la ejecución y evaluación de las mismas.

De lo contrario no sólo no habrá rehabilitación de recursos, sino que, además, se continuará con el esquema de que sean las instituciones quienes diseñen desde fuera los programas y proyectos y los usuarios de los recursos sólo sean la mano de obra que requiere la institución para ponerlos en marcha.

Por tanto, para implementar cualquier programa relacionado con la planeación e intervención en la rehabilitación del medio físico de una microcuenca, es indispensable tener la capacidad y actitud para atender y entender los objetivos, las necesidades, la problemática y los recursos que tienen los habitantes ahí ubicados.

Cuando existe la voluntad y el interés de las instituciones públicas y privadas, de cualquier nivel, para sumar esfuerzos y recursos, de manera sensata, en apoyo a programas de rehabilitación de los recursos naturales acordados con los usuarios de los mismos, los impactos ambientales, económicos y sociales que se logran son bastante favorables y además los tiempos de maduración de los programas se reducen en beneficio de todos.

CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

ASPECTOS BIOFÍSICOS

Los sistemas de producción agropecuaria que actualmente se utilizan en el país, tanto en áreas de riego como de temporal, en su mayoría no incluyen prácticas de manejo racional y eficiente de los recursos agua, suelo y asociados, motivo por el cual son fuertemente perjudiciales dada la escasez del primero y la fragilidad del segundo.

En las zonas de captación de los acuíferos se presentan simultáneamente diversos factores adversos que promueven la erosión: deforestación, precipitaciones intensas de corta duración, suelos frágiles, topografía accidentada, agricultura de laderas con cultivos en surcos y sobrepastoreo que propician escurrimientos sin control, lo cual desequilibra el sistema fluvial y provoca un fuerte proceso de erosión en los cauces, con el consecuente azolvamiento de la infraestructura hidroagrícola construida.

ASPECTOS SOCIALES

Las características predominantes de las áreas de captación del país son las siguientes:

1. población de origen campesino, nativa de la región
2. bajo nivel educativo
3. falta de servicios básicos para las comunidades rurales
4. nivel de emigración de medio a alto que afecta principalmente a los estratos de población más joven.
5. familias con seis miembros en promedio
6. bajo nivel de ingresos
7. pobreza extrema y marginalidad en gran parte de las comunidades
8. localidades dispersas entre sí y distantes de los principales centros de población
9. insuficientes alternativas de ocupación e ingreso

ASPECTOS PRODUCTIVOS

La tenencia de la tierra se caracteriza por un marcado minifundio de subsistencia. Los cultivos principales en las áreas de temporal son maíz, frijol, haba, avena y en menor escala, frutales. Asimismo, se tiene dentro de los aspectos pecuarios, en su mayoría, una ganadería extensiva encaminada a la producción de carne y leche.

Hasta el momento se observa un nivel muy crítico de erosión para las zonas de temporal donde se cultivan granos básicos en suelos de ladera. El nivel tecnológico detectado en estas áreas se caracteriza por:

1. uso de tracción animal preferentemente en labores agrícolas;
2. uso de semillas criollas (a causa de falta de materiales genéticos para condiciones extremas y a los altos costos de las semillas mejoradas, éstas no se utilizan);
3. deficiente control de maleza, plagas y enfermedades (principalmente por falta de recursos económicos para la adquisición de insumos);
4. siembras de suelos en terrenos de ladera con surcos orientados a favor de la pendiente;
5. sobrepastoreo en agostaderos por ganadería extensiva;
6. deforestación y uso inadecuado de bosques y de selvas;
7. los niveles de producción de granos básicos son bajos y están orientados principalmente al autoconsumo; para maíz y frijol los rendimientos promedio son del orden de los 550 kg/ha y de 150 kg/ha respectivamente. Considerando que una familia rural tipo consume anualmente alrededor de 1,200 kg de maíz y 350 kg de frijol, son necesarias casi 4 ha de terreno para lograr al menos cubrir las necesidades mínimas de alimentación;
8. la mano de obra es escasa lo que provoca su encarecimiento y se prefiere únicamente la familiar;
9. fuera de la época de siembra se da una emigración constante hacia las principales ciudades del país y del extranjero, principalmente a Estados Unidos de Norteamérica;
10. la mayoría de los productores no disponen de créditos ni de seguros para la producción;
11. la mayor parte de las poblaciones rurales son de tipo semi-urbano en estado de crecimiento;
12. es casi inexistente la asistencia técnica operativa y de calidad, y
13. falta transferencia de tecnología.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

1. Rehabilitar, conservar y proteger los recursos naturales, en el ámbito de microcuencas, como premisa básica para lograr un desarrollo regional integral permanente y autónomo.

2. posibilitar la generación de oportunidades de desarrollo, para todos los habitantes rurales de las microcuencas atendidas, incluyéndolos en el proceso de planeación, selección y ejecución de sus proyectos, con el fin de asegurar un desarrollo social y humano incluyente, participativo y autogestivo.
3. propiciar el mejoramiento del ingreso de las familias rurales de las microcuencas atendidas, a través de incrementar la producción y productividad de las actividades agropecuarias, forestales y acuícolas y actividades no agropecuarias, mediante la modernización, transformación y/o adecuación de los métodos de producción actualmente actualizados.
4. propiciar, fortalecer y asegurar la coordinación y participación interinstitucional de los tres niveles de gobierno e involucrar a las organizaciones no gubernamentales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. formar recursos humanos, personal técnico y habitantes rurales, con un enfoque de manejo racional, integral y eficiente de los recursos naturales y asociados.
2. implementar un sistema de evaluación socioeconómica, productiva y del medio físico que permita definir estrategias para rehabilitar recursos naturales y para promover o acelerar cambios en el medio rural.
3. poner en marcha una metodología de planeación y acción participativa donde se integren la problemática, las necesidades, las demandas y los objetivos de los habitantes de las microcuencas con las alternativas y apoyos disponibles en las diferentes instituciones oficiales y no gubernamentales.
4. promover la divulgación e información, mediante diversos medios de comunicación, de las tecnologías y metodologías adaptables a la solución de problemas específicos para la rehabilitación de recursos naturales e incremento de la producción y productividad de las actividades agropecuarias, forestales y acuícolas y actividades no agropecuarias.

ESTRATEGIAS

Las estrategias delineadas como las básicas, para poder impactar con éxito en los trabajos a desarrollar en las diferentes microcuencas o microregiones del país, en la búsqueda de un desarrollo regional integral, contemplan la interrelación de aspectos políticos, culturales, metodológicos, tecnológicos y productivos. Con esta conjunción, se pretende propiciar un trabajo concensuado en su totalidad con los tres niveles de gobierno, organizaciones no gubernamentales y con los propios beneficiarios.

COMPROMISO DE GOBIERNOS ESTATALES Y MUNICIPALES

Se impulsará al máximo la participación plena y directa de los niveles de gobierno estatal y municipal, para asegurar una coordinación comprometida y permanente de los mismos; asimismo, promover el seguimiento y la continuidad de los trabajos y esfuerzos que se realicen en cada uno de los estados y municipios que se involucren en el proceso.

Lo anterior, debido a que se pretende que el Plan Nacional de Rehabilitación de Microcuencas, se realice de forma voluntaria por los estados y los municipios; es decir, no será una decisión central y vertical que obligue a participar en el mismo. El propósito, que no se ponga en marcha con metas definidas solo por las autoridades estatales; sino que sea un resultado del interés y compromiso de la autoridad más identificada y cercana a las comunidades como es el H. Ayuntamiento. La característica principal del modelo del trabajo propuesto, es que no se dispondrá de un presupuesto inicial de inversión. Sino que en función de las demandas y las necesidades de los habitantes de las microcuencas serán las que en su momento, definan los presupuestos de inversión necesarios y los programas de las diversas instituciones que participarán en la atención a las acciones, que se deriven según lo marque el proceso de planeación participativo. Sin embargo, se considera conveniente que se asegure un porcentaje de los presupuestos de los diversos programas y se formen bolsas técnicas, para asegurar la ejecución de acciones de inmediato, con el fin de mostrar resultados en las comunidades y lograr la confianza de sus habitantes en la aplicación del modelo.

FORMULAR EL PLAN ESTATAL DE DE REHABILITACIÓN DE MICROCUENCAS

Con la finalidad de que se atienda de manera congruente y sensata la problemática, las necesidades y las potencialidades de cada estado de la República, se considera como instrumento básico de planeación que cada uno de los estados participantes defina, diseñe y redacte su plan estatal; el cual contendrá claramente las particularidades de cada región de los estados y las diversas demandas de atención que se requieren. Asimismo, será el documento rector de trabajo al mediano y largo plazo, lo que permitirá sobrepasar la duración de las administraciones públicas presentes y asegurar un proceso de planeación y acción permanente y continua.

PROMOVER QUE LOS H. AYUNTAMIENTOS ASUMAN LA RECTORÍA INICIAL DEL PROCESO

La experiencia obtenida, a través de los años, con la puesta en marcha de múltiples programas y proyectos, donde el gobierno federal o los gobiernos de los estados rectorizaban el proceso operativo de los mismos, los resultados han sido sumamente reducidos, debido principalmente, a la falta de visión y conocimiento de los entornos más locales. Por lo cual se presupone, que las autoridades municipales tienen o deben de tener esa visión y ese conocimiento para que los programas y proyectos que se pongan en marcha, contemplados en el Plan Nacional, tengan el escenario propicio y sean una respuesta adecuada a las demandas y necesidades de los habitantes de las comunidades en cada uno de los municipios participantes. Asimismo, se encuentra soportada la rectoría del municipio por las disposiciones emanadas en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable.

Al asumir el H. Ayuntamiento la rectoría inicial de los trabajos en las microcuencas, será quien convoque y aglutine a las instituciones de los otros niveles de gobierno y no gubernamentales. Y como parte del compromiso voluntario que toma con la rectoría, estará dispuesto a comprometerse a la contratación de un técnico por cada dos microcuencas o microregiones, consideradas en el municipio como zonas de atención prioritarias. Lo anterior, permitirá tener en el ámbito local personal técnico responsable de la operación y atención de las comunidades y, además, per-

mitirá la formación de recursos humanos con una visión y enfoque de manejo integral, racional, eficiente y rentable de los recursos naturales y asociados en el ámbito de las microcuencas atendidas.

Es preciso acotar que las áreas de atención para cada técnico, de preferencia, no deben de sobrepasar las 20,000 ha de extensión, ni más de 12 comunidades, menores todas ellas a los 1,500 habitantes o que la suma no exceda los 5,000 habitantes, esto con la finalidad de que el técnico no se sature y pueda entregar resultados satisfactorios con su trabajo.

PROCESO DE PLANEACIÓN Y ACCIÓN PARTICIPATIVA

Se considera, que ningún plan, programa o proyecto se ha generado con la idea o intención de no ser funcional. Sin embargo, en la realidad, la mayor parte de ellos no han tenido el impacto esperado, ni han logrado mejorar las condiciones y calidad de vida de su población objetivo en el sector rural. Lo anterior, lo asociamos a que se han realizado sin considerar la participación de los beneficiarios, lo cual ha implicado que la mayor parte de las veces no responda a las expectativas previas de los planificadores. Y por tanto, no haya podido tampoco satisfacer las demandas y las necesidades de los habitantes rurales, los cuales han sido solamente espectadores o, en el mejor de los casos, la mano de obra que las instituciones han utilizado para poner en marcha sus ideas.

Esta estrategia que se plantea es fundamental para la obtención de resultados satisfactorios, al hacer partícipes desde el inicio del proceso a los habitantes de las comunidades rurales, para que sean ellos quienes en función de sus necesidades y problemática y en cuanto a la cantidad y calidad de sus recursos propongan los objetivos, las metas y los proyectos a realizar; y que sean ellos quienes tomen las decisiones que mejor se adapten a su realidad.

Esto presupone el escenario y marco de atención idóneo para que cada una de las instituciones involucradas, en el proceso de atención a las comunidades, cumpla de manera sensata, ordenada y transparente su función y con ello se genere un proceso real y medible de desarrollo regional integral.

FORMACIÓN DE EQUIPOS TÉCNICOS INTER Y MULTIDISCIPLINARIOS

Para poder atender el amplio abanico de las necesidades y demandas de los habitantes de las microcuencas o microregiones, es preciso considerar la conjunción de diversos perfiles profesionales que puedan elaborar propuestas acordes a las necesidades planteadas por los habitantes y a la potencialidad de los recursos naturales y asociados que ellos disponen. Para ello se pueden considerar dos posibilidades.

La primera, la de contratar un equipo base interdisciplinario que sea el negociador y vínculo entre las instituciones y a la vez quien proporcione asesoría especializada a los técnicos operativos y que dependa de manera directa de la Secretaría de Desarrollo o Fomento Agropecuario y/o equivalente en los estados. La segunda sería conformar un equipo interinstitucional que cumpla las funciones antes descritas y sea a la vez representante operativo de su institución. Y se considera que en un futuro cercano, en la medida que los H. Ayuntamientos se vayan profesionalizando será conveniente que los grupos multidisciplinarios pertenezcan a los mismos.

FOMENTAR LA PUESTA EN MARCHA DE PROYECTOS DE ATENCIÓN CON EQUIDAD DE GÉNERO

Es preciso, por las condiciones de marginalidad y pobreza que existen en el país, se considere dentro de las líneas de acción, a ejecutar en las microcuencas la elaboración y ejecución de proyectos económicos para los grupos vulnerables de las poblaciones rurales como son los indígenas, las mujeres, los ancianos y los jóvenes, los cuales carecen de oportunidades reales para participar como agentes activos en el desarrollo social y económico de sus comunidades.

El fomentar la generación de proyectos específicos para estos sectores de la población rural, es un reconocimiento a su existencia y la dignificación de los mismos. Asimismo, es un rubro promisorio de desarrollo regional rural integral y donde se propiciará que estos grupos hasta ahora marginados, puedan mostrar sus habilidades, destrezas y experiencias y se incorporen al proceso de desarrollo de sus comunidades y con ello, colaborar al bienestar de sus pobladores.

ESTABLECER UN PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Considerando que diversas acciones negativas, en torno al medio ambiente, se originan por el desconocimiento de los habitantes rurales y urbanos. Es conveniente, instrumentar de manera paralela a la ejecución del modelo propuesto, un programa de educación ambiental dirigido a los niveles preescolar y primaria; para que los mentores de esos niveles, propicien la generación de una nueva cultura de uso, manejo, protección y conservación de los recursos naturales. Con el entendido, que en esos grados escolares se localizan las generaciones futuras del país y de quienes en función de sus hábitos y actitudes dependerá la preservación del medio ambiente.

AVANCES

- 1° Consolidación de acciones de rehabilitación de recursos naturales y desarrollo comunitario en 833 microcuencas hidrográficas e inicio de trabajos en otras 103.
- 2° Capacitación formal de 140 formadores de técnicos de instancias oficiales y no gubernamentales a través del Diplomado Nacional de Rehabilitación de Microcuencas.
- 3° Coordinación interinstitucional de instituciones gubernamentales y no gubernamentales con la rectoría inicial de 324 H. Ayuntamientos Municipales.
- 4° Obtención de apoyos financieros de organismos internacionales como PNUD, USAID y FIDA para establecer y consolidar acciones en las microcuencas atendidas.

Tercera parte

MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS
EN MÉXICO: ALGUNOS CASOS
DE ESTUDIO

CONSERVACIÓN Y MANEJO PARTICIPATIVO EN MICROCUENCAS DE LA SUBCUENCA LA PURÍSIMA, GUANAJUATO

*M.R. Medina, R.P. Rivera, S.W. Wruck, G.A. Gómez, T.H.G. Cortés, P.D.
Viramontes, M.G. Palma, S.M.D. Olvera, K.M.A. Yañez, M.A. Aguayo
y J.C. Pérez*

INTRODUCCIÓN

En el estado de Guanajuato, desde hace varios años se realizan diagnósticos por microcuencas hidrográficas y se formulan Planes Rectores de Producción y Conservación, labor a cargo de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario en concertación con las Presidencias Municipales. Si consideramos que una de las divisiones que se ha hecho a la superficie del estado por microcuencas hidrográficas, arrojó un total de 2,400 de éstas unidades, sería una ardua tarea contar con el diagnóstico de cada una de ellas. Por ello, las autoridades del H. Ayuntamiento de Guanajuato solicitaron realizar a nivel de subcuenca el presente estudio que abarca 27 microcuencas, para que de forma orientativa se tengan líneas y propuestas de manejo, conservación y rehabilitación de los recursos naturales, mismas que al ser retomadas por técnicos operativos, puedan conducir de una forma más fácil y rápida la planeación participativa con las comunidades de las microcuencas, y ajustar, ampliar o modificar dichas líneas de trabajo para convertirlas en Planes Rectores de Producción y Conservación de forma participativa con los habitantes.

METODOLOGÍA

Para realizar el diagnóstico propiamente dicho, se hizo la delimitación del parteaguas de la subcuenca y de las microcuencas en planos topográficos INEGI escala 1:50,000 incorporando además el marco hidrográfico del INEGI en la escala 1:250,000 de la carta de aguas superficiales, que comprende

Región Hidrológica, Cuenca y Subcuenca y se le añadió una nomenclatura de 3 dígitos que corresponden a las microcuencas dentro de cada subcuenca tributaria. Mediante recorridos de campo se ajustaron los parteaguas a partir de consultas con los pobladores locales para comprobar la orientación del flujo de los escurrimientos.

Se hizo acopio de la información documental, gráfica y electrónica existente de la subcuenca y con base en ella se realizó una caracterización preliminar misma que fue vaciada a ortofotos escala 1:10,000.

Con base en dicha caracterización preliminar un grupo interdisciplinario de sociólogos, agrónomos, zootecnista, hidrólogo, ingeniero civil, biólogo, forestal y especialista en SIG, utilizando instrumentos metodológicos y técnicas concretas por especialidad, hicieron recorridos de campo y realizaron el diagnóstico integral con énfasis en definir los principales procesos de degradación de los recursos naturales a partir de las actividades agropecuario forestales en la subcuenca y en las microcuencas. Dicho diagnóstico permitió identificar, localizar y cuantificar la problemática, así como los principales procesos de degradación y sus causas.

El análisis y sistematización de la información se apoyó con métodos cartográficos y uso del SIG-Cuencas realizando el análisis espacial con interpolaciones entre diferentes mapas temáticos como plano base, topográfico, pendientes, climatológico, límites administrativos, hidrología superficial, hidrología subterránea, edafológico, uso actual del suelo, importancia ecológica, mismos que sirvieron para obtener planos secundarios de dinámica de uso del suelo, unidades ambientales, unidades edafológicas ajustadas por pendientes.

Cabe resaltar que debido al enfoque del diagnóstico que enfatizó la situación de uso, manejo y conservación del suelo, se realizaron mapas temáticos de la ecuación universal de pérdidas de suelo como son el factor R de erosividad de la lluvia a partir de la interacción del método de lluvia media anual y uso de las ecuaciones desarrolladas por Cortés (citado por Figueroa *et al.* 1991), correlacionándolas con las curvas topográficas, las isoyetas y las curvas isoerodentas o de igual erosividad. El factor K se obtuvo por medio de los valores de perfiles representativos de los suelos y el método FAO, 1980. Los factores LS se obtuvieron con ayuda del SIG asignándole un valor de acuerdo al uso del suelo e interpolándolo con el de pendientes y ajustándolo mediante recorridos de campo con la utilización de mapas

topográficos y ortofotos. Los factores C y P se obtuvieron mediante los recorridos exhaustivos de campo donde se hizo el vaciado sobre las ortofotos escala 1:10,000. Una vez que se contó con los mapas de los 6 factores de la ecuación, con ayuda del SIG-Cuencas se obtuvieron los mapas de erosión potencial $A = RKLS$ y otro de erosión actual $A = RKLSCP$. Finalmente se analizó y sistematizó toda la información y se identificó la problemática a nivel subcuenca y microcuencas, así como los principales procesos de degradación a nivel subcuenca y sus causas.

Por otro lado, el Plan de Manejo propiamente dicho, se fundamentó en el diagnóstico y, complementado con recorridos de campo, entrevistas con habitantes de la cuenca y acopio de información documental, se desarrollaron alternativas que se tradujeron en prácticas conservacionistas de agua y suelo, mismas que enfatizan el control de los principales procesos erosivos.

El alcance y enfoque principal del Plan fue proporcionar elementos indicativos para intervenir en el medio biofísico de la subcuenca, desglosado a nivel de microcuencas y que dichos elementos sean retomados por un grupo operativo que se encargará de formular los Planes Rectores de Producción y Conservación en una planeación participativa con las comunidades de las microcuencas. Se tiene entonces un conjunto de planes indicativos por microcuenca que se presentan vaciados a ortofotos para facilitar a los técnicos su interpretación y su localización precisa en campo. Asimismo se desarrollaron diseños tipo de las principales prácticas propuestas así como modelos financieros tipo para que puedan integrarse a conveniencia, los expedientes de proyectos que más convengan en el futuro en la negociación para el financiamiento de las acciones y actividades.

RESULTADOS

DELIMITACIÓN DE MICROCUENCAS

La subcuenca La Purísima quedó dividida en 27 microcuencas. Dicha división, así como la nomenclatura propuesta se llevó a cabo de acuerdo al documento “*Microcuencas del Estado de Guanajuato*” elaborado en el IMTA (Wruck et al 1999).

Los criterios de división se establecieron de acuerdo con parámetros físicos (relieve, hidrografía y superficie entre 500 y 6,000 Km²) y sociales

(formas de producción e integración de poblaciones en la microcuenca). De esta manera, las microcuencas se conformaron como unidades específicas de gestión y operación en las cuales es posible determinar un comportamiento hidrológico como base para una gestión ordenada del recurso agua.

Los criterios de nomenclatura son los siguientes: la clave final de cada microcuenca está compuesta de 7 dígitos en los que se indica el Número de región hidrológica-gran cuenca (12), subcuenca primera subdivisión (B), Segunda subdivisión (d), Microcuenca (compuesta de tres dígitos de subdivisión presentados entre paréntesis).

Como ejemplo específico se muestra lo siguiente:

12	Región Hidrológica No. 12: Cuenca del río Santiago – Lerma.
12B	Río Lerma- Salamanca.
2Bd	Río Guanajuato.
12 Bd(M)	Cuenca Presa La Purísima (Cuenca Alta Río Guanajuato)
12 Bd(MA)	Cuenca Río Santa Ana.

Microcuencas dentro de la cuenca del Río Santa Ana:

12 Bd(MAA)	Cuenca Presa La Esperanza
12 Bd(MAB)	Cuenca Media Río Santa Ana, Sección Presa La Soledad.
12 Bd(MAC)	Cuenca Media Río Santa Ana, Sección Tajo de Adjuntas
12 Bd(MAD)	Cuenca Media Río Santa Ana, Sección Puente Santa Ana

En la asignación de la última letra debe interpretarse como el sitio donde se originan los escurrimientos A y después éstos pasan a la microcuenca B y así sucesivamente de tal forma que se pueden agrupar estas mismas microcuencas en una unidad mayor.

ASPECTOS FÍSICOS Y AMBIENTALES

La subcuenca abarca una superficie cercana a las 50,000 ha y se extiende desde la presa del mismo nombre hacia el Norte y Oriente; la presa está ubicada sobre el río Guanajuato. En el centro de la cuenca se encuentra la ciudad de Guanajuato, Gto., con todos sus suburbios de El Marfil,

Yerbabuena y Santa Teresa. Otros poblados importantes son: La Concepción (norte), Santa Rosa de Lima (noreste), El Cubo y Calderones (este), Puentecillas y Cuevas (suroeste), La Saucedá y El Tejabán (sureste), además de alrededor de 90 caseríos y comunidades menores.

La subcuenca La Purísima, de acuerdo a su topografía que no es sencilla ni uniforme, puede dividirse en tres regiones fisiográficas: Sierra de Guanajuato, lomerío y planicie y, sierra Misterio del Chorro, formadas por rocas de origen volcánico, metamórfico, sedimentario y aluvial, que conforman un paisaje accidentado, diverso y rico en el que, consecuentemente, se presenta un complejo de climas, suelos y vegetación local.

La Purísima tiene una gran importancia ecológica ya que la presa proporciona actualmente agua para irrigar 4,500 ha en el municipio de Irapuato y Guanajuato. Se piensa utilizar en el próximo futuro agua para abastecer la ciudad de Guanajuato. Dentro de esta cuenca existen bosques de encino y matorrales con diversos grados de degradación, hasta áreas sin vegetación ninguna. Esta cuenca tiene una vocación hidrológica y minera. Es de importancia hidrológica, en especial por la sierra de Guanajuato, que con su cubierta forestal actúa como una “esponja”, concentrando sobre ella la precipitación, reteniendo el agua, recargando los acuíferos y manantiales, manteniendo vivos los cuerpos de agua que salen de ella durante la temporada de secas. Abastece finalmente una gran parte del estado con agua. La cuenca La Purísima es una de las cuencas que conforman la sierra de Guanajuato.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Se dividió a la Subcuenca La Purísima en cinco grupos con características socioeconómicas diferentes:

- . microcuencas con mayor actividad agropecuaria
- . microcuencas con menor actividad agropecuaria
- . microcuencas con mayor actividad minera
- . microcuencas sin población establecida
- . microcuencas con la mayor concentración urbana

En cada uno de estos grupos se caracterizaron los aspectos siguientes: demografía, vivienda, salud, instrucción escolar, servicios, ocupación, mi-

gración, producción, tenencia y usufructo de la tierra, comercialización, historia, instituciones y organizaciones.

Asimismo, y puesto que se conoce con mucha certeza que para lograr la rehabilitación de los recursos naturales en las cuencas, es fundamental contar con la participación activa y decidida de sus habitantes, se realizó un esfuerzo para conocer la percepción de los pobladores de la subcuenca relacionada con la problemática de sus recursos naturales y su entorno, como base para realizar las propuestas alternativas de manejo, conservación y rehabilitación.

En las microcuencas con mayor actividad agropecuaria se señaló que el abastecimiento de agua era su principal demanda. En segundo lugar la venta de tierras y la indefinición jurídica de las propiedades. Le sigue la aspiración a tener acceso a proyectos productivos y se siente mucha inquietud en otra de las microcuencas sobre la posibilidad de que la planta General Motors establecida dentro de su territorio, disminuya el volumen de agua de riego.

En las microcuencas con menor actividad agropecuaria se percibe como el principal problema también la falta de agua potable y la aspiración al agua de riego.

En las microcuencas con predominancia minera, la demanda es contar con suficiente agua potable y fuentes de trabajo locales.

Como se aprecia de lo anterior, la degradación de los recursos naturales no fue expresada en ningún caso mayoritariamente, por lo que futuros programas de intervención en la subcuenca deberán considerar una componente de comunicación y participación para convocar a los habitantes a participar.

ASPECTOS PRODUCTIVOS

Por orden de importancia, en caso de áreas de temporal, los principales cultivos que se producen son: maíz (asociado con frijol de guía y calabaza), sorgo, frijol y algo de tomate de cáscara. En caso de las zonas de riego que se ubican en las zonas planas con pendientes de hasta el 5% (que se ubican generalmente en las zonas aledañas a las riberas de los ríos y arroyos, y que obtienen el agua de pozos profundos), los principales cultivos son: alfalfa, maíz, sorgo, frijol, tomate de cáscara y cebolla.

RESUMEN DE LA PROBLEMÁTICA PRINCIPAL DE LA SUBCUENCA

Los principales procesos de degradación de la subcuenca La Purísima son la deforestación, el sobrepastoreo, los incendios provocados, el saqueo de recursos forestales y sus asociados, la venta de tierra para alfarería y construcción de tabiques, la erosión hídrica, la pérdida de fertilidad de los terrenos y la acumulación de sustancias tóxicas por desechos de minería. Esta problemática principal fue el eje vertebral en el cual se desarrollaron las líneas de acción para el Plan de manejo y conservación de la subcuenca.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Tal como se señaló al principio se hizo énfasis en desarrollar alternativas por microcuenca a la problemática encontrada. Dichas alternativas constituyen las propuestas de manejo y conservación que se pueden implementar y que se presentan identificadas por uso de la tierra.

Para llegar a la propuesta de cuantificación de las prácticas agrícolas se utilizó la metodología siguiente: la subcuenca La Purísima se delimitó en tres rangos de pendiente, de 0 a 8 %, de 8 a 20 % y más de 20 %. Posteriormente, se sobrepuso el mapa de uso de suelo agrícola de temporal y de riego, y se obtuvieron las superficies de ambos usos de suelo por rangos de pendiente por microcuenca.

Tomando en cuenta las recomendaciones técnicas de las prácticas de conservación fue como se definieron las superficies posibles donde se pueden establecer las prácticas. Se hicieron las consideraciones siguientes:

1. en pendientes de hasta el 8 % lo recomendable es utilizar el surcado al contorno.
2. en pendientes de 8 a 20 %, se recomienda utilizar las barreras vivas con nopal o maguey, y en caso de existir piedra se pueden construir barreras de piedra complementadas con zanja de infiltración.
3. en pendientes mayores al 20 %, lo más recomendable es establecer barreras de piedra con zanja de infiltración y terrazas de formación paulatina.
4. en las áreas de riego que generalmente están en planicies con pendientes no mayores al 4 %, se recomienda el trazo del surcado con pendiente

**CUADRO 1. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA USO AGRÍCOLA
EN LA SUBCUENCA LA PURÍSIMA**

PROBLEMÁTICA AGRÍCOLA

Cultivos de escarda con el trazo de los surcos sin seguir las curvas de nivel.

Presencia de piedras en la superficie del suelo cubriendo entre el 30 y 60% de la superficie con diámetros variables de 5, 10 y hasta 15 cm.

Cárcavas de profundidades variables (de 50 cm hasta 1.5 – 2.0 m).

Nula utilización de prácticas de conservación dentro del terreno que influyan en recortar la longitud de la pendiente.

Baja fertilidad de los suelos, nula aplicación de abonos orgánicos que ayuden a incrementar el contenido de materia orgánica y los fertilizantes no se aplican en las dosis adecuadas que se refleja en la obtención de bajos rendimientos.

Existen parcelas agrícolas ubicadas en lomeríos que tienen suelos delgados debido a la presencia de erosión hídrica laminar, es más notorio conforme se avanza hacia la cima (las profundidades van de los 30 a 55 cm como máximo).

No realizan rotación de cultivos que incluya la utilización de una leguminosa para mejorar la fertilidad del suelo, solamente utilizan gramíneas con maíz y sorgo, principalmente, y la tendencia es al monocultivo.

Areas agrícolas de riego con aplicación de láminas de riego excesivas.

Las parcelas de riego cuentan con suelos profundos pero se están explotando para la producción de ladrillo.

Conducción del agua de riego a través de canales de tierra no revestidos que implica pérdida de agua por conducción.

que propicie un manejo eficiente del agua de riego, además, los canales de conducción se deben de revestir, y se debe capacitar a los usuarios sobre la aplicación de láminas adecuadas de riego.

5. la rotación de cultivos es una práctica que se debe generalizar para aplicarla en todas las áreas dedicadas a la agricultura en la subcuenca. De igual forma ocurre para la práctica de incorporación de abono orgánico.

PROPUESTAS DE MANEJO

- Surcado al contorno en terrenos agrícolas para cultivos de escarda (maíz y sorgo).
 - Despiedre y utilización de la misma en el establecimiento de barreras de piedra con una zanja de infiltración.
 - Construcción de represas de piedra acomodada.
 - Terrazas de formación paulatina en terrenos con pendientes de hasta el 20%, o barreras vivas con nopal o maguey.
 - Fomentar la aplicación de abono orgánico (estiércol) y utilizar dosis adecuadas de fertilizantes considerando las recomendaciones técnicas.
 - Establecer una o varias de las prácticas de conservación de agua y suelo que aquí se recomiendan.
 - Realizar la rotación de cultivos que considere la siembra de una leguminosa como frijol.
 - Capacitar a los productores en la aplicación de las láminas de riego adecuadas de acuerdo al cultivo establecido.
 - Fomentar el no crecimiento del número de ladrilleras y buscar otras fuentes de materia prima para la producción.
 - Revestir los canales de riego.
-

En el cuadro siguiente, se presentan los resultados por microcuenca de la distribución de la superficie de acuerdo al uso del suelo y rango de pendiente, y la cuantificación de necesidades de prácticas de conservación.

Las prácticas de manejo Pecuarias propuestas para atacar la problemática identificada en la subcuenca "La Purísima" se puede resumir en los siguientes puntos:

CUADRO 2. DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA AGRÍCOLAS CUANTIFICADAS POR MICROCUENCA

MICROCUENCA (CLAVE)	SUPERFICIE POR PRÁCTICA DE CONSERVACIÓN (HA)				ROTACIÓN DE CULTIVO
	SURCADO AL CONTORNO	TERRAZAS DE FORM. PAULATINA	BARRERAS VIVAS	BARRERAS DE PIEDRA	
MAA		9.76			9.76
MAB		108.7			108.7
MAC		39.2			39.2
MAD	4.41	48.60	2.34		55.35
MBA		1.68			1.68
MBB					0.0
MBC		9.14			9.14
MBD	12.19	13.22			25.41
MCA	5.47	0.88	13.12	20.00	83.93
MCB	500.00	79.03	119.28	435.70	1,506.0
MCC	250.00			170.82	406.65
MCD	180.00	3.88		116.84	300.66
MCE	100.00		12.58	76.82	296.81
MDA	700.00	200.00		507.09	1,407.0
MEA			7.86		7.86
MEB		12.14			12.14
MEC	300.00		62.48	200.00	562.48
MEL		2.88		16.38	19.26
MEK	4.44	85.27	150.00		239.71
MEM	14.42	1.33	9.93		25.68
MEN	50.00	2.92	32.49		85.41
MEP	100.00	3.09	65.38		168.47
MEQ	120.00		39.73	69.39	230.91
MER	50.00		16.13	34.77	90.90
MEY	150.00		13.62	83.96	247.58
MEZ	150.00	20.63	36.38	177.73	384.74
MZZ	500.00	17.32	40.04	293.21	1,005.8
TOTAL	3,190.93	659.67	621.36	2,202.71	7,331.5

*En total se contabilizaron 474 cárcavas con una longitud promedio de 24,915 metros lineales, si de acuerdo con el diseño tipo realizado llegáramos a tener una

PRESAS DE PIEDRA	SUPERFICIE POR PRÁCTICA DE CONSERVACIÓN (HA)				
	ROTACIÓN	INCORPORACIÓN	REPRESAS PARA	TRAZO DE	REVESTIMIENTO
	DE CULTIVOS	DE ABONO ORGÁNICO	CONTROL	SURCADO PARA	DE CANALES
			DE CÁRCAVAS	RIEGO	
	9.76	9.76	2	0.00	0.00
	108.7	108.7	8	0.00	0.00
	39.2	39.2	4	0.00	0.00
	55.35	55.35	6	0.00	0.00
	1.68	1.68		0.00	0.00
	0.0	0.0		0.00	0.00
	9.14	9.14	1	0.00	0.00
	25.41	25.41	2	0.00	0.00
	83.93	83.93	16	47.47	47.47
	1,506.63	1,506.63	32	372.62	372.62
	406.65	406.65	18	35.83	35.83
	300.66	300.66	25	0.00	0.00
	296.81	296.81	25	107.41	107.41
	1,407.09	1,407.09	42	0.00	0.00
	7.86	7.86	1	0.00	0.00
	12.14	12.14	2	0.00	0.00
	562.48	562.48	45	0.00	0.00
	19.26	19.26	12	0.00	0.00
	239.71	239.71	55	0.00	0.00
	25.68	25.68	6	0.00	0.00
	85.41	85.41	8	0.00	0.00
	168.47	168.47	8	0.00	0.00
	230.91	230.91	35	1.79	1.79
	90.90	90.90	15	0.00	0.00
	247.58	247.58	46	0.00	0.00
	384.74	384.74	25	0.00	0.00
	1,005.8	1,005.80	35	155.2	155.23
	7,331.95	7331.95	474*	720.32	720.35

presa cada 18 metros, en total serían 1,384 presas de piedra que tendrían que construirse para controlar las cárcavas cuantificadas en el área agrícola.

1. establecimiento de sistemas de pastoreo y manejo del agostadero mediante el uso de cercos para la división de potreros, distribución de puntos de abrevadero y saladeros o comederos;
2. exclusión al pastoreo de áreas con alta degradación y de superficies que funcionen como bancos de semilla de las especies nativas forrajeras de la región;
3. establecimiento de superficies de forrajes de corte para su conservación y almacenamiento para la suplementación alimenticia en épocas de escasez de forraje, acordes a la disponibilidad de agua y la adaptación de los forrajes sugeridos;
4. construcción de obras de captación de agua para abrevadero y, en su caso, de infraestructura para la distribución de agua que favorezca el uso adecuado del agostadero; y
5. acciones que favorezcan la infiltración y retención de humedad en el suelo para el mejoramiento de la producción de forraje, como pueden ser las tinas ciegas y el surcado lister.

Lo anterior específicamente para las áreas de pastoreo extensivo, aplicando prácticas para la conservación de los recursos agua-suelo-vegetación, en las unidades de producción con régimen de propiedad privada o ejidal, según se crea conveniente. Para el caso de las unidades de producción con sistemas de estabulación y semiestabulación, los problemas técnicos identificados requieren en general del establecimiento de un mejor manejo sanitario y nutricional de los animales, básicamente.

Las prácticas de manejo propuestas se hicieron para cada microcuenca, y a manera de ejemplo se presentan algunas de ellas en el cuadro 3.

De igual forma se identificaron las propuestas para Uso Forestal y también se cuantificaron por microcuenca. Enseguida se presenta a manera de ejemplo la distribución de prácticas forestales para algunas de las microcuencas.

PRIORIZACIÓN DE INTERVENCIÓN EN LAS MICROCUENCAS

Una vez que se han definido las propuestas de intervención en la subcuenca La Purísima, surge la pregunta de ¿en cuál microcuenca se deben comenzar los trabajos de conservación, rehabilitación y manejo?. Al respecto cabe señalar que existen variados criterios para seleccionar y jerarquizar áreas

CUADRO 3. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS PECUARIAS EN LA SUBCUENCA LA PURÍSIMA

MICROCUENCA (CLAVE)	PRÁCTICAS PECUARIAS RECOMENDADAS
MAA	<p>Establecimiento de cercos que limiten el acceso al interior de la microcuenca MAA, dado que es una superficie de reserva ecológica.</p> <p>Considerar el uso de cercos vivos, utilizando especies de árboles nativos a lo largo de la colindancia entre esta microcuenca y la MAB (6,750m) o en los puntos de mayor impacto</p>
MAB	<p>Evaluación de capacidad de carga animal y coeficientes de agostadero</p> <p>Exclusión al pastoreo de áreas de mayor degradación</p> <p>Reforestación con especies arbóreas nativas</p> <p>Establecimiento de sistemas de pastoreo en pequeñas propiedades</p> <p>Construcción de obras de captación de agua para abrevadero</p> <p>Cultivo de forrajes en áreas agrícolas de bajo potencial como cultivos de cobertera</p> <p>Conservación de forrajes mediante henificación o ensilaje</p>
MAC	<p>Evaluación de capacidad de carga animal y coeficientes de agostadero</p> <p>Exclusión al pastoreo de áreas de mayor degradación</p> <p>Reforestación con especies arbóreas nativas</p> <p>Establecimiento de sistemas de pastoreo en pequeñas propiedades</p> <p>Construcción de obras de captación de agua para abrevadero</p> <p>Cultivo de forrajes en áreas agrícolas de bajo potencial como cultivos de cobertera</p> <p>Conservación de forrajes mediante henificación o ensilaje</p>
MAD	<p>Evaluación de capacidad de carga animal y coeficientes de agostadero</p> <p>Exclusión al pastoreo de áreas de mayor degradación</p> <p>Reforestación con especies arbóreas nativas</p> <p>Establecimiento de sistemas de pastoreo en pequeñas propiedades</p> <p>Construcción de obras de captación de agua para abrevadero</p> <p>Cultivo de forrajes en áreas agrícolas de bajo potencial como cultivos de cobertera</p> <p>Conservación de forrajes mediante henificación o ensilaje</p>

(Continúa)

CUADRO 3. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS PECUARIAS EN LA SUBCUENCA LA PURÍSIMA

MICROCUENCA (CLAVE)	PRÁCTICAS PECUARIAS RECOMENDADAS
MBA	No se observó actividad ganadera en esta microcuenca
MBB	Exclusión al pastoreo Reforestación
MBC	Exclusión al pastoreo Reforestación
MBD	Exclusión al pastoreo Reforestación

de atención en una cuenca, desde los muy estratégicos para centros de población, hasta los de carácter político o compromisos de otra índole.

Ante esta situación se recomienda seguir criterios lo más objetivamente posible ya que se enfrentan situaciones y argumentos de todo tipo para defender las diferentes posturas. Por supuesto que las habrá muy bien sustentadas como el aprovisionamiento de agua potable, zonas de recarga, áreas naturales protegidas, zonas con fuerte valor cultural, entre muchas otras.

En este trabajo se aplicó un método para hacer más objetiva la selección y/o priorización ya que se optó por calificar numéricamente a las microcuencas en función de tres tipos de parámetros que se convirtieron a índices y se interpolaron entre todos para obtener un valor numérico y así priorizar las microcuencas.

Se utilizó como parámetro del medio biofísico el porcentaje de afectación de cada microcuenca por los dos principales procesos de degradación que están ocurriendo en la subcuenca: la erosión hídrica y la deforestación; también se utilizaron los valores de la Organización Meteorológica Mundial para calificar la disponibilidad de agua estimada mediante el análisis hidrológico y finalmente se utilizaron parámetros sociales de nivel de pobreza, grado de participación en programas ambientales y campesinización. Se desarrolló la matriz que se presenta en el cuadro 4.

Como se aprecia en el cuadro anterior las microcuencas MAC, MAD y MAB ocupan los primeros lugares siguiendo este criterio de atender las microcuencas que presenten mayor nivel de degradación. Lo anterior podría complementarse escogiendo además las microcuencas que son estratégicas por abastecer de agua a la ciudad de Guanajuato o las que requieren un nivel de intervención para prevenir o mitigar los daños por inundaciones cuando se presentan fenómenos extraordinarios.

Con base en esta priorización se calculó el presupuesto para mostrar los costos que conlleva el rehabilitar lo que ya está degradado.

Así, a partir del costeo de los diseños tipo de las prácticas conservacionistas agrícolas, pecuarias y forestales, se obtuvieron los costos globales de la rehabilitación considerando que se aplicaran todas las prácticas propuestas de forma integral en la totalidad de la subcuenca.

Para concretizar el Plan de manejo de la subcuenca se hace un planteamiento de acciones a corto plazo (dos años), iniciando con el establecimiento de módulos demostrativos y de capacitación de 3 ha debido a que conforme a la tenencia de tierra es el promedio de la superficie usufructuada por los productores.

Las prácticas asociadas con la reforestación en sus diversas alternativas propuestas son las que mayor inversión requieren, sin embargo, se propone avanzar gradualmente con superficies accesibles al presupuesto anual y a la participación del Programa de Empleo Temporal (PET) que es llevado por diferentes entidades del gobierno federal. Las alternativas agrícolas y pecuarias también consideran en su costo la participación del PET.

Conforme al cuadro de priorización de microcuencas se sugiere iniciar en un corto plazo con las microcuencas MAD, MAC y MAB en orden de importancia y establecer módulos de las prácticas conservacionistas que así lo permiten. En el cuadro 5 se presenta la propuesta a corto plazo.

CONCLUSIONES

1. La situación actual de la subcuenca La Purísima es de creciente deterioro; lo cual reclama atención inmediata e intensiva, de lo contrario, su rehabilitación presentará cada vez mayores dificultades y mayores costos de inversión.

2. Se identificaron diversas alternativas de manejo; sin embargo, todas y cada una de ellas, deben ser puestas en marcha bajo una conciencia de

CUADRO 4. DISTRIBUCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO FORESTAL POR MICROCUENCAS

MICROCUENCA	PRESERVACIÓN FORESTAL	EXCLUSIÓN GANADERA	AGROFORESTERÍA	SIEMBRA		PLANTACIÓN POR ESTACAS
				ÁRBOLES BAJA DENSIDAD < 2200 MSNM	ÁRBOLES ALTA DENSIDAD < 2200 MSNM	
MAA	1484.18 F 68.86 FD	1484.18 F	36.89 D	—	—	17 km
MAB	549.18 F 25.21 FD	143.82 F	68.86 FD 449.94 D	—	—	30 km
MAC	209.14 F	209.14 F	25.21 FD	—	—	22 km
MAD	163.62 F	163.62 F	—	—	—	14 km
MBA	781.52 F 179.2 FD	781.52 F	166.01 D	200 P	70 P	24 km
MBB	26.80 F 25.87 FD	26.80 F	179.2 FD 476.10 D	—	—	6 km
MBC	301.55 F	184.42 F	25.87 FD	—	—	14 km
MBD	69.08 F	62.75 F	65.18 D	120 P	40 P	11 km
MCA	32.15 F	32.15 F	1.70 I	120 P	40 P	5 km
MCB	2.27 F	2.27 F	—	120 P	40 P	15 km
MCC	61.27 FD	—	296.10 D 61.27 FD	200 P	70 P	15 km

CUADRO 4. DISTRIBUCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO FORESTAL POR MICROCUENCAS

MICROCUENCA	PRESERVACIÓN FORESTAL	EXCLUSIÓN GANADERA	AGROFORESTERÍA	SIEMBRA ÁRBOLES BAJA DENSIDAD < 2200 MSNM	SIEMBRA ÁRBOLES ALTA DENSIDAD <2200 MSNM	PLANTACIÓN POR ESTACAS
MCD	36.62 FD	—	619.39 D	10 P	10 P	13 km
MCE	-	—	36.62 FD	50 P	20 P	2 km
MDA	47.56 FD	—	-	150 P	50 P	15 km
MEA	632.12 F	632.12 F	47.56 FD	—	—	—
MEB	611.8 FD	—	1726.56 D	—	—	32 km
MEC	3.39 F	3.39 F	611.8 FD	—	—	10 km
MEK	141.4 FD	—	783.44 D	25 P	6 P	14 km
MEL	101.38 F	101.38 F	747.74 D	—	—	—
	808.9 FD	—	141.4 FD	35 P	12 P	15 km
	176.14 F	176.14 F	772.06 D	7.57 P	—	13 km
	565.5 FD	—	808.9 FD	—	—	—
	—	—	664.64 D	—	—	—
	—	—	565.5 FD	—	—	—

F= Uso forestal D=Suelos desnudos FD= Forestal degradado P=Pastizal.

**CUADRO 5. CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN DE MICROCUENCAS UTILIZADOS EN LA SUBCUENCA
LA PURÍSIMA, GTO.**

MICROCUENCA	SUPERFICIE (HA) GRADO (P1)	PROCESOS DE DETERIORO (HA)		ÍNDICE DE P1
		EROSIÓN EN ALGÚN	DEFORESTACIÓN (P2)	
MAA	1,726.64	106.01	38.37	0.06
MAB	2,846.09	475.10	1,248.18	0.17
MAC	1,813.98	00.00	1,558.64	00.00
MAD	1,273.43	00.00	1,093.00	0.00
MBA	2,320.13	345.18	684.69	0.15
MBB	1,136.11	501.97	194.96	0.44
MBC	1,609.70	65.18	600.53	0.04
MBD	1,663.98	1.70	432.80	00.00
MCA	721.35	00.00	434.12	00.00
MCB	2,593.10	0.00	433.48	00.00
MCC	1,918.39	357.37	594.87	0.19
MCD	1,656.05	656.01	33.48	0.40
MCE	515.84	00.00	157.11	00.00
MDA	2,134.43	97.38	448.18	0.05
MEA	3,346.74	2,327.93	2.72	0.70
MEB	1,162.54	772.79	0.30	0.06
MEC	2,240.30	141.36	77.63	0.06
MEK	2,138.80	1,303.45	108.91	0.61
MEL	1,503.47	1,048.64	7.57	0.70
MEM	1,094.49	168.60	13.76	0.15
MEN	2,658.73	1,834.88	00.00	0.69
MEP	2,447.79	85.09	478.32	0.03
MEQ	2,209.40	1,234.44	422.62	0.56
MER	1,942.39	53.61	867.98	0.03
MEY	1,279.19	00.00	281.78	00.00
MEZ	886.37	00.00	396.41	00.00
MZZ	2,160.57	00.00	321.49	00.00

1. Organización Meteorológica Mundial.

2. Pobreza.

A) CIÓN (P2)	ÍNDICE DE SUPERFICIE AFECTADA		ÍNDICE DE	ÍNDICES	VALOR	PRIORIDAD
	P1	P2	HUMEDAD ¹	SOCIALES ²	ÍNDICE TOTAL	
7	0.06	0.02	0.71	0.5	1.29	14
3.18	0.17	0.44	0.71	0.5	1.82	03
3.64	00.00	0.86	0.71	0.5	2.07	01
3.00	0.00	0.86	0.48	0.5	1.84	02
59	0.15	0.29	0.71	0.3	1.45	09
96	0.44	0.17	0.48	0.2	1.29	14
53	0.04	0.37	0.71	0.2	1.32	12
80	00.00	0.26	0.48	0.2	0.94	21
12	00.00	0.60	0.39	0.5	1.49	08
48	00.00	0.17	0.39	0.4	0.96	20
37	0.19	0.31	0.48	0.4	1.38	10
8	0.40	0.02	0.48	0.4	1.30	13
11	00.00	0.30	0.39	0.4	1.09	18
18	0.05	0.21	0.39	0.4	1.05	19
	0.70	0.00	0.71	0.3	1.71	04
	0.06	0.00	0.48	0.3	0.84	22
3	0.06	0.003	0.48	0.4	0.94	21
91	0.61	0.05	0.48	0.4	1.54	07
	0.70	0.00	0.48	0.1	1.28	15
5	0.15	0.01	0.48	0.1	0.74	23
0	0.69	0.00	0.48	0.5	1.67	05
32	0.03	0.19	0.48	0.4	1.10	17
52	0.56	0.02	0.48	0.5	1.56	06
98	0.03	0.45	0.48	0.4	1.36	11
78	00.00	0.22	0.48	0.4	1.10	17
41	00.00	0.45	0.39	0.4	1.24	16
49	00.00	0.15	0.39	0.4	0.94	21

2. Pobreza, grado de participación y proceso de campesinización.

**CUADRO 6. NECESIDADES DE INVERSIÓN PARA ACCIONES A CORTO PLAZO EN LA SUBCUENCA
LA PURÍSIMA**

Uso FORESTAL							TERRITORIO (Módulo)
MICROCUENCA	SIEMBRA ALTA DENSIDAD		SIEMBRA BAJA DENSIDAD		ESTACAS		
	HA	\$	HA	\$	KM	\$	
MAB					10	33,840	2(3ha)
MAC					7	23,688	5(3ha)
MAD	50	195,139	20	167,590	5	16,920	5(3ha)
Total	50	105,139	20	167,590	22	74,448	12 MOD
Jornales	2,900		4,620		2,326		

Uso PECUARIO				
MICROCUENCAS	MANEJO Y REHABILITACIÓN DE PRADERAS		EXCLUSIÓN AL PASTOREO (100%)	
	MÓDULO	\$	KM	\$
MAB	1	2,185	2.6	32,874
MAC	5	11,080	0.5	6,660
MAD	10	21,618		
Total	16	34,883	3.1	39,534

AS	USO AGRÍCOLA								ROTACIÓN DE CULTIVOS (MÓDULO)	SURCADO AL CONTORNO (MÓDULO)
	TERRAZAS		BARRERAS		REPRESAS		INCORPORACIÓN			
	(MODULOS)		VIVAS (100%)				DE ABONOS			
							(MÓDULO)			
\$		\$	HA	\$	HA	\$		\$	Nº	Nº
33,840	2(3ha)	84,000			0		1(3ha)	960	1	0
23,688	5(3ha)	84,000			1	654	2(3ha)	1,920	2	0
16,920	5(3ha)	210,00	2.34	7,132.5	2	1,308	5(3ha)	4,800	5	1
74,448	12 MOD.	504,000	2.34	7,132.5	3	1,967	8 MOD.	7,680	8	1

estricta responsabilidad, lo cual, supone la participación activa de sus habitantes y de las diferentes instancias de gobierno.

3. De acuerdo con lo manifestado por los habitantes de la subcuenca, respecto de los problemas que cotidianamente se les presentan, es posible deducir que la iniciativa debe ser tomada por las instituciones gubernamentales, puesto que se trata de resolver una problemática que no se percibe de forma clara por los habitantes del medio rural que serán quienes finalmente ejecuten las actividades prácticas.

4. La metodología de utilizar a la subcuenca como unidad de planificación y a las microcuencas dentro de ella como unidades de intervención, puede facilitar el trabajo de planificación participativa que deberá llevarse a cabo con los habitantes de cada una de las microcuencas por parte de los técnicos operativos. Aquí se presentan elementos orientativos de cómo abordar e iniciar las acciones dentro de un Plan de manejo, conservación y rehabilitación en las diferentes microcuencas.

BIBLIOGRAFÍA

- Becerra M. A. 1999. *Escorrentía, erosión y conservación de suelos*. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.
- Colegio de Postgraduados-SARH. 1991. *Manual de conservación del suelo y del agua*. Tercera edición. Montecillo, México.
- Figueroa, S.B., Amante, O.A., Cortés, T. H.G., Pimentel, L.J., Osuna, C.E.S., Rodríguez, O., J.M., Morales, F.J. 1991. *Manual de predicción de pérdida de suelo por erosión*. Colegio de Posgraduados Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México D. F.
- Wruck, S.W., Gómez, G.A., Medina, M.R. 1999. Microcuencas del Estado de Guanajuato (División hidrológica), Memoria Técnica de proyecto. IMTA, Morelos, México.
- Young, A. 1989. *Agroforestry for Soil Conservation*. CAB International, Sallingford, Oxford, Reino Unido.

MANEJO INTEGRAL DE MICROCUENCAS EN LA SUBCUENCA GUANAJUATO, GUANAJUATO

Juan Carlos Pérez García

ANTECEDENTES

Para ubicar el término microcuenca, nos referiremos en el presente documento de la siguiente manera: “microcuenca es la totalidad del área drenada por una corriente, o sistema interconectado de cauces, tales que todo el escurrimiento originado en tal área es descargado a través de una única salida”.¹

El municipio de Guanajuato tiene una extensión de 993.843 km²., representa el 3.26 % del estado, con una población de 127,708 habitantes distribuidos en 178 comunidades rurales y la cabecera municipal. Se identifican los siguientes climas: templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad c(w1), templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media c(w2), semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (clasificación según Koppen), y su precipitación pluvial promedio es de 659.2 mm. Su temperatura media es de 17. 9° C, la altura promedio sobre el nivel del mar es de 2,100 mts. Carece de corrientes permanentes durante todo el año debido a su accidentada orografía y en su fisiografía se tienen identificados dos tipoformas: mesa del centro con sierra y llanuras del norte de Guanajuato (75 %) y eje neovolcánico bajío Guanajuato con llanuras y mesetas con lomeríos (25 %). En el rubro de cuencas y subcuencas, el municipio de Guanajuato que pertenece a la región Lerma–Santiago se ubican dos cuencas: La Lerma–Salamanca, donde se ubica la Subcuenca Guanajuato, que cubre el 74.84 % del municipio y donde se ubican 27 microcuencas, y la Laja–Peñuelitas, que cubre el 25.16 % del municipio y se ubican 7 microcuencas.²

En diciembre de 1997, el municipio de Guanajuato inicia su participación en el desarrollo comunitario bajo el esquema de microcuencas; en 1998 toma la sectorización del programa definiéndose la Dirección de Proyectos Productivos y Ecológicos como la responsable de este proyecto, tomando como estrategias de atención, considerar la microcuenca como la zona mas adecuada para trabajar, hacer el trabajo coordinado comunidad e instituciones, la organización de grupos de trabajo comunitarios, capacitar a los habitantes de las comunidades y la aplicación de la metodología de la planeación participativa.

En este programa, se planteó como objetivo primordial, la rehabilitación de los recursos naturales de estas regiones denominadas microcuencas, mejorar el manejo del agua, suelo, plantas, ganado en las parcelas, tomando en cuenta para qué sirven mejor las condiciones de lluvia, sequía, plagas y sobre todo, los recursos económicos y humanos disponibles; además de tratar de aumentar la cantidad de vegetación y conservar la existente, se tomo en cuenta que uno de los objetivos más importantes, es el factor humano, al que se pretendía, como hasta hoy, asegurar empleos, mejor productividad y por consiguiente una mejor calidad de vida.

LA PROBLEMÁTICA Y SUS EFECTOS

En este municipio, como en la mayoría de los municipios de México, se tiene una problemática ambiental similar, aunque con sus características específicas.

En el municipio de Guanajuato se presenta un grave problema de deslaves, erosión y pérdida de suelo; al ser un municipio de vocación forestal, la tala inmoderada y los desmontes son factores que incrementan la problemática ambiental; además el sobrepastoreo, la sequía y la contaminación, vienen a mermar los recursos naturales existentes.

Sin embargo, para llevar a cabo el manejo integral de estas regiones denominadas microcuencas, no podemos dejar de lado los problemas sociales que se presentan como la pobreza extrema, el desempleo, la carencia de ingresos. En algunas comunidades la desnutrición y los problemas de salud, los problemas de infraestructura y servicios básicos son deficientes cuando no nulos y, sobre todo, la emigración que en el mejor de los casos es hacia la cabecera municipal tanto de este municipio como de otros aunque la mayoría se orienta hacia el extranjero.

Cabe mencionar que a la problemática institucional que se presenta, se deben considerar también, los afanes de protagonismo, planeación no incluyente, desfasamiento en proyectos, mala programación de recursos, falta de recursos humanos y desinterés.

Esta problemática ambiental, social e institucional tiene sus efectos negativos, esto nos provoca el azolve de presas, inundaciones en zonas medias o bajas, desintegración familiar, alcoholismo, drogadicción y prostitución, falta de credibilidad en las instituciones y el incumplimiento de metas y programas.

DESARROLLO DE INFORMACION

Para incidir en la conservación y rehabilitación de microcuencas, es necesario contar con la información necesaria que se muestra en documentos de planeación integral, y que sobre todo cuente con la participación de los habitantes de estas microregiones.

Un documento de planeación que consideramos adecuado es el “Plan Rector de Producción y Conservación”, el cual es un documento que contiene los esquemas y directrices donde se tendrá que incidir para lograr la rehabilitación de recursos, así como el desarrollo de las comunidades ubicadas dentro de la zona de la microcuenca. Este documento es una herramienta que nos enseñará cómo utilizar de manera eficiente los recursos suelo, agua, vegetación, recursos humanos y económicos; además, al contar con un documento de estas características nos permite orientar la asistencia técnica y la capacitación y, sobre todo, nos permite hacer la gestión de recursos económicos y materiales con diversas instituciones tanto gubernamentales como no gubernamentales.

A la fecha, contamos con siete Planes rectores de producción y conservación (PRPC) de las microcuencas que conforman la subcuenca Laja-Peñuelitas y cinco Planes rectores de producción y conservación (PRPC) de microcuencas que integran la subcuenca Guanajuato.

En los casos anteriores, la información integrada en los PRPC es la siguiente: localización, climatología, geología y fisiografía, suelos, hidrología, flora y fauna, infraestructura de servicios y productiva, sistemas de producción, financiamiento, población, tenencia de la tierra, salud, educación, vivienda, población económicamente activa, actividades económi-

cas, organizaciones, comunicaciones, propuestas de manejo a realizar, proyectos productivos que se implementarán y las especificaciones técnicas de las prácticas de conservación que se realizarán.

Además, con el objetivo de contar con un documento que nos permitiera conocer a detalle las microcuencas del municipio, mediante el cual se pudiera hacer una priorización de las microcuencas sobre las cuales incidir, se decidió elaborar con apoyo de la Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación A.C., el “Diagnóstico y Plan de Rehabilitación de la Subcuenca Guanajuato”, el cual incluye la cartografía de climas, uso de suelo, topografía, geología, precipitaciones pluviales, hidrología, todos en escala 1:50,000, ortofotos digitalizadas en escala 1:15,000 de la subcuenca Guanajuato; el diagnóstico físico y ambiental de la subcuenca considerando localización geográfica y política, vías de comunicación, fisiografía, sistema hidrográfico, climatología, ecología, suelos, y el uso actual del suelo; los aspectos socioeconómicos dividiendo a la subcuenca en microcuencas con mayor actividad agropecuaria, menor actividad agropecuaria, mayor actividad minera, sin población establecida y con mayor concentración urbana, conteniendo cada una de ellas la siguiente información: demografía, vivienda, salud, instrucción escolar, servicios, ocupación, migración, producción, tenencia y usufructo de la tierra, comercialización, historia, instituciones y organizaciones. En este diagnóstico, también se manejan los aspectos productivos dividiéndolo por actividades como se describe a continuación:

1. Actividades agrícolas: considerando la Agricultura de temporal, agricultura de riego, tipos de semilla, destinos de la producción, costos de producción, técnicas de protección y conservación y los aspectos institucionales.
2. Actividades pecuarias: considerando la descripción a nivel de la subcuenca de las áreas pecuarias de pastizales, matorrales y de forrajes cultivados; sistemas de producción, tenencia de la tierra, inventario ganadero y tamaños de hato, tecnología aplicada, sistemas de producción extensiva semiestabulado y estabulado, comercialización, participación institucional y situación actual de la ganadería.
3. Actividades forestales: tipos de sistemas forestales en la cuenca, dinámica de desarrollo de las superficies forestales y actividades forestales actuales.

4. Actividades mineras: producción minera, sistema de minado, beneficio.
5. Actividades acuícolas y de pesca: se describe la situación actual de esta actividad.

En este diagnóstico, se incluye un manual de las prácticas de conservación de suelo y agua, el cual se distribuye en las comunidades de las microcuencas donde se pretende realizar acciones tendientes a la conservación y rehabilitación de recursos naturales.

METODOLOGIA

El manejo de microcuencas debe ser estudiado en el contexto integral, esto es, considerando el entorno del sistema y los diversos modos de ocupación territorial, la participación del hombre es importante, la deforestación, el sobrepastoreo, la apertura de espacios al cultivo, que cada día se están haciendo más extensos sin los resultados productivos esperados, y en general la apertura al llamado desarrollo, producen impactos negativos que se manifiestan en los recursos naturales, principalmente en los niveles hídricos.

Por esto, el enfoque que se debe perseguir al incidir en la rehabilitación de estas pequeñas regiones llamadas microcuencas es interviniendo en el medio físico integrando factores sociales y tecnológicos con los socioeconómicos, con el único fin de apoyar y contribuir al incremento de la calidad o nivel de vida, primero de los habitantes de la microcuenca y, segundo, el de los habitantes de microcuencas contiguas, tomando como base el saneamiento, la conservación y rehabilitación de los recursos naturales existentes en la microcuenca en la que se trabaje.

Es importante comentar que el manejo integral de microcuencas no sólo es incidir en la conservación y rehabilitación de los recursos naturales, se debe considerar también el medio humano como la parte más importante del desarrollo, y la participación de los habitantes de estas regiones debe ser parte fundamental de este manejo, por eso, la herramienta de la planeación participativa es un pilar importante en el éxito de cualquier proyecto que se quiera emprender en el ámbito de microcuencas.

El proceso de planeación participativa, con el cual se logra la obtención y desarrollo del Plan Rector de Producción y Conservación se realiza en etapas, las cuales se describen a continuación:

1. Asamblea comunitaria: en esta etapa se realizan reuniones entre las instancias locales y los representantes y habitantes de las comunidades que se ubican dentro de la microcuenca en la que se pretende iniciar actividades. En dichas reuniones, los habitantes de las comunidades expresan sus necesidades y se acuerdan los objetivos que se perseguirán en el desarrollo de la microcuenca.
2. Elaboración del diagnóstico físico y social: para realizar este punto, es necesario designar un grupo de trabajo, en el cual participan representantes de las comunidades así como el técnico o técnicos responsables, con el fin de realizar el diagnóstico tanto físico como social de la microcuenca.
3. Análisis de la problemática: esta etapa es importante, ya que se debe determinar la problemática así como la posible solución, con lo cual se pueda desarrollar una propuesta de rehabilitación de los recursos, que además deberá ser adecuada para atender las demandas de los habitantes de la microcuenca.
4. Elaboración de propuestas de alternativas de rehabilitación: este rubro se relaciona directamente con los objetivos planteados en la asamblea comunitaria, con las necesidades detectadas por los habitantes de las microcuencas y con el grado de deterioro que presenta el medio físico.
5. Esta propuesta de alternativa debe ser acorde a las características económicas, sociales y culturales de la totalidad de las comunidades que se ubiquen dentro del espacio físico de la microcuenca.
6. Selección de alternativas y presentación de las propuestas: una vez elaborada la propuesta, ésta debe ser presentada a las comunidades que integran la microcuenca. Esta presentación debe ser de manera sencilla procurando que la selección de alternativas sea responsabilidad de los habitantes de las comunidades, con el objetivo de que ellos se apropien de la propuesta, para que se involucren directamente con este proyecto.
7. Elaboración del PRPC y su presentación a instituciones: en esta etapa, se integra la información obtenida en las etapas anteriores, de manera que se integre un Plan Rector de Producción y Conservación. La presentación del PRPC debe ser una iniciativa conjunta de las comunidades y de los técnicos responsables, invitando a las distintas dependencias a una reunión para informar de las necesidades de financiamiento y solicitando la participación de estas dependencias en el desarrollo del proyecto.

8. Gestión de apoyos con instituciones: como resultado de la etapa anterior, surgen algunos compromisos con dependencias gubernamentales, de donde se logra el recurso para llevar a cabo algunas acciones, cabe mencionar que los proyectos o acciones deberán ir detallados.
9. Puesta en marcha: una vez realizada la presentación y asegurado los apoyos solicitados, es necesario calendarizar las acciones que se realizarán, con el fin de iniciar los proyectos generados durante este proceso.
10. En esta etapa se pretende incrementar la productividad, conservar los recursos naturales, desarrollar modelos agropecuarios y forestales, y generar empleos a las comunidades.
11. Asesoría técnica y seguimiento: estas etapas se deben llevar a cabo durante todo el proceso, para asegurar el logro de los objetivos planteados.
12. Cabe mencionar que en el proceso, el equipo técnico trabaja con las comunidades, no para las comunidades.

EXPERIENCIAS Y LOGROS

Es importante mencionar, que los resultados que a continuación se mencionarán son producto de 6 años de trabajo continuo, basados en la dedicación de un equipo de trabajo comprometido³ con el desarrollo sustentable del municipio. Además se contó con una gran participación de las comunidades involucradas, así como el acompañamiento de una ONG local. En este sentido, a continuación se mencionan los resultados que se han obtenido en el municipio de Guanajuato en el manejo integral de microcuencas:

1. Participación de la comunidad: en este rubro, que se considera el más importante, se ha logrado en asambleas cooperación para realizar diagnósticos, priorización de necesidades, aceptación de los programas, participación en talleres de capacitación, participación en actividades de rehabilitación y conservación de recursos naturales y participación en foros de intercambio de experiencias.
2. Coordinación interinstitucional: esta coordinación ha permitido una comunicación estrecha entre las instituciones logrando con esto el trabajo en equipo, unificación de metas y objetivos, concurrencia de recur-

sos, intercambio de experiencias entre operadores, vinculación con universidades para apoyo de estudiantes de servicio social, tesis, investigadores y prácticas profesionales.

3. Concientización de la población e instituciones: a través de pláticas y reuniones se ha logrado la participación de la sociedad civil en actividades de rehabilitación y conservación, estructuración de programas de educación ambiental para la sociedad, asistencia a pláticas, talleres y cursos sobre conservación por parte de instituciones y sociedad civil, y la adopción de la herramienta de la planeación participativa, tanto por instituciones como por la sociedad civil.
4. Desarrollo organizacional: en este rubro se ha logrado el trabajo en equipo y la organización comunitaria para cada objetivo, la organización de grupos legalmente constituidos para la explotación de proyectos productivos y la conformación de grupos de trabajo comunitario en distintas actividades.
5. Acciones concretas en materia de conservación: en el ámbito de conservación de recursos naturales se ha hecho la construcción de zanjas de infiltración, la cual se ha realizado con los trazos de las curvas de nivel, construcción de tinajas ciegas, construcción de terrazas, construcción de cercos filtrantes, reforestaciones, agroforestería, construcción de invernaderos, construcción de letrinas secas y estufas Lorena como apoyo a programas de salud. aplicación eficaz y eficiente de los recursos y apoyos: en la aplicación de los recursos, se ha logrado que éstos se etiqueten para estas acciones, que son proyectos emanados de la propia comunidad. Estos recursos se plasman en un Plan Rector de Producción y Conservación para que las instituciones los asignen directamente hacia los beneficiarios, despertando en ellos el compromiso con sus proyectos.

Resumen de actividades realizadas en el rubro de microcuencas en el municipio de Guanajuato:

1. Construcción de huertos frutales,
2. Construcción de huertos hortícolas de traspatio,
3. Capacitaciones en trazos de curvas de nivel, fruticultura, corte y confección, belleza, cerámica, talla de madera, cocina, auxiliar de salud, turismo alternativo, entre otros,

4. Construcción de gallineros de traspatio,
5. Rehabilitación de caminos,
6. Actividades de rehabilitación de arroyos y ríos,
7. Trabajos de conservación de agua,
8. Proyectos de reconversión productiva,
9. Reforestaciones,
10. Pláticas de saneamiento básico,
11. Construcción de baños secos,
12. Construcción de estufas Lorena.

Resumen de proyectos implementados en el rubro de microcuencas en el municipio de Guanajuato:

1. Elaboración de conservas,
2. Frutales,
3. Avicultura de traspatio,
4. Taller de tallado de madera,
5. Taller de cerámica,
6. Taller de corte y confección,
7. Taller de cocina,
8. Turismo alternativo,
9. Invernaderos.

En este sentido, en el municipio de Guanajuato se han aplicado \$26,691,789.00 desde 1998 hasta 2003, específicamente para trabajos de conservación de suelo y agua, proyectos productivos, estudios de diagnóstico y planes de manejo, reforestaciones, saneamiento básico, capacitación, infraestructura y servicios, logrando con esto el manejo integral de las microcuencas, considerando todos los aspectos que intervienen en el desarrollo de estas microregiones denominadas microcuencas.

Cabe mencionar, que estos recursos se han gestionado con diversas instancias gubernamentales federales y estatales, así como con ONG e iniciativa privada, y son adicionales a los recursos aplicados por el municipio para los programas de desarrollo rural y obra pública que maneja el municipio en su programa de trabajo.

BENEFICIOS

En este rubro podemos enumerar varias expectativas, las cuales se mencionan en tres rubros: ambientales, económicos y sociales, cabe mencionar que ningún rubro es aislado de otro y se mencionan en un apartado específico de la siguiente manera:

Beneficios ambientales

- Incremento en la calidad y cantidad de captación de agua de lluvia, y del aprovechamiento de los escurrimientos, la cual se puede utilizar para cubrir las necesidades domésticas y de abrevaderos de ganado.
- Aumento en la infiltración del subsuelo ayudando a la recarga de acuíferos.
- Reducción y control de la pérdida de suelo, lo que permite reducir el deterioro en parcelas, y evitar el azolvamiento hacia terrenos e infraestructura ubicadas en la zona baja de la cuenca.
- Aumento de la cobertura vegetal y mantenimiento de la existente.
- Reducción en la presión de los suelos en laderas al utilizar más eficientemente las superficies con vocación agrícola o pecuaria mediante mayor productividad en lo agrícola y el uso más eficiente del forraje.
- Se incorporan nuevos predios reforestados y con un programa de manejo como explotaciones forestales.

Beneficios económicos

- Se genera un mayor ingreso por unidad de superficie, generando alimento para las familias, además de producir mayor cantidad de materia seca para alimento del ganado.
- Se incrementa el valor de las parcelas al controlarse la erosión, asegurando el equilibrio de los recursos naturales.
- Se generan alternativas productivas con la creación de UMAS.
- Se generan 2,790 empleos temporales.
- Con la incorporación de nuevos predios como explotaciones comerciales, se generarían empleos fijos en una actividad altamente remunerada, que bien administrada rinde beneficios económicos.

Beneficios sociales

- Se reduce la emigración tanto a cabeceras municipales como a los Estados Unidos.
- Se fomenta y propicia la integración familiar y comunitaria, logrando que los trabajos se realicen en forma comunitaria y familiar, generando además un proceso de organización a nivel comunitario al participar en actividades de beneficio común.
- Se convierte a los habitantes de las comunidades en autogestivos.
- Se logra la rectoría de los proyectos de rehabilitación y conservación y de desarrollo sustentable por la propia comunidad.

En este sentido partiendo de estas expectativas, los beneficios que se han logrado no los definimos de manera aislada, no obstante que se mencionan en un rubro específico. Al aplicar los criterios fundamentales de la sustentabilidad, los beneficios logrados a la fecha se mencionan a continuación:

1. Beneficios económicos: en este rubro, se han generado beneficios para las comunidades participantes, tanto en los proyectos productivos más avanzados los cuales comienzan a ser autosuficientes, como en aquellos que se encuentran en fase de consolidación, razón por la cual el acompañamiento es básico; por otra parte los trabajos de restauración han dejado ingresos directos a miembros de la comunidad.
2. Beneficios sociales: en lo social, se han generado labores organizativas, comités de trabajo, acciones que incrementan el grado de organización que posibilita el desarrollo comunitario; a nivel de género, el programa ha representado una experiencia positiva de la integración de las mujeres en los procesos comunitarios de toma de decisiones y acceso a los beneficios sociales de las acciones emprendidas.
3. Beneficios ambientales: en lo ambiental, este proyecto ha dejado claras muestras de mayor retención de agua con la consiguiente infiltración y recarga de acuíferos, también se ha podido observar un reverdecimiento de pastos perennes en tramos restaurados y se ha logrado retener una buena parte del suelo erosionado en las riberas de los ríos.

PROYECCIÓN 2004

El trabajo en materia de manejo integral de cuencas en el municipio de Guanajuato, ha fructificado en varios aspectos, y la continuidad es uno de los mayores logros alcanzados en este programa que el municipio ha implementado desde 1997, sin embargo la mejora continua en los procesos debe siempre estar presente.

Los cambios en las normativas de los programas de apoyo y los cambios de administración en los tres niveles de gobierno no debe ser condiciones para que un programa fracase, sin embargo, conscientes de estas situaciones, reiteramos que la participación social es el motor de cualquier programa, por eso este año se pretende reforzar ese rubro. No obstante la excelente participación de los habitantes de las comunidades, se menciona a continuación algunas otras acciones a implementar otras, como:

- Rehabilitación de arroyos y ríos
- Conservación de suelo y agua
- Reforestaciones
- Agroforestería
- Desarrollo e integración comunitaria
- Proyectos productivos
- Salud, saneamiento básico
- Educación ambiental
- Conservación de caminos
- Reconversión productiva
- Capacitación
- Apoyo a las cadenas productivas y comercialización
- Canalizar recursos a investigación en biotecnología, para desarrollo de controladores biológicos
- Instalación de módulos demostrativos de tecnologías alternativas, ecotecias y cultivos alternativos
- Giras de intercambio tecnológico y comunitario

CONCLUSIONES

La planeación de actividades y acciones tendientes a la restauración de microcuencas, no puede ser una planeación excluyente, sino que debe considerar a los habitantes de estas microregiones.

En un área cualquiera, los recursos naturales son su capital básico y el mal uso de los mismos constituye una pérdida económica además de un desastre ecológico.

La participación de los habitantes de la zona de la microcuenca, quien finalmente debe ser el motor principal de ese desarrollo, es la mejor garantía para considerar la planeación participativa como una herramienta importante; esto es, participar junto con la comunidad en la elaboración de proyectos que los involucren y que los acepten como suyos. Estos planes de trabajo deben mezclar actividades de conservación con actividades de supervivencia; actividades que no le cambien la vocación que han tenido las comunidades actividades que surjan como una alternativa de solución a una problemática existente en la comunidad.

NOTAS

1. Linsley et.al. 1949.
2. Cuaderno estadístico municipal (INEGI), 1999, Aguascalientes.
3. Vale la pena resaltar la labor que en estos 6 años se ha desarrollado por la Dirección de Proyectos Productivos y Ecológicos, siendo este el equipo: M.V.Z. Juan Carlos Pérez García, Director de Proyectos Productivos y Ecológicos; Ing. Rubén Hernández Hernández, Subdirector de Proyectos Ecológicos, Ing. Joaquín Arias Espinosa, Técnico Especializado; C. Joaquín Mayorga Montes, Técnico Especializado, todos ellos de la Presidencia Municipal de Guanajuato.

AGRADECIMIENTOS

Resulta oportuno agradecer a las personas que han colaborado para el éxito de este proyecto: Arq. Daniel Lanuza Rodé y C. Arturo García Lozano.

AUTORES

M.A. AGUAYO

IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532. Col. Progreso Jiutepec, Morelos.

L. DOMÍNGUEZ BARRADA

Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental S.C., (PLADEYRA),
Xalapa, Veracruz.

GERARDO BOCCO

Director General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología. Correo-e: gbocco@ine.gob.mx.

GEORGINA CAIRE

Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas. Instituto Nacional de Ecología (Semarnat). Correo-e: gcaire@ine.gob.mx.

JUAN ANTONIO CASILLAS GONZÁLEZ

Director Ejecutivo de Desarrollo Técnico e Institucional. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

HELENA COTLER

Directora de Manejo Integral de Cuencas Hídricas. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología. Correo-e: hcotler@ine.gob.mx.

I. GARCÍA COLL

Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental S.C., (PLADEYRA),
Xalapa, Veracruz.

T.H.G. CORTÉS

IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532. Col. Progreso Jiutepec, Morelos.

GUILLERMO CHÁVEZ ZÁRATE

Agua, Cuencas y Desarrollo S.C. Vicepresidente del Colegio de Ingenieros Civiles de México AC. Correo-e: gchavez_zarate@hotmail.com.

JUAN J. DÍAZ NIGENDA

Gerencia de Planeación Hidráulica. Subdirección General de Programación. Comisión Nacional del Agua. Correo-e: juan.diaz@cna.gob.mx.

AXEL C. DOUROJEANNI

Consultor Internacional; ex Director de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de CEPAL, Naciones Unidas. Correo electrónico: douro@vtr.net y axeldouro@hotmail.com.

S.W., GÓMEZ

IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532 Col Progreso, Jiutepec, Morelos.

JESÚS IVÁN GONZÁLEZ PIEDRA

Universidad de La Habana, Cuba.

HÉCTOR J. IBARROLA REYES

Gerencia de Planeación Hidráulica. Subdirección General de Programación. Comisión Nacional del Agua. Correo-e: hector.ibarrola@cna.gob.mx.

MICHEL LE PAGE

Investigador de L'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Paris, Francia en el seno del Grupo Chapala, GRUCHA, programa de investigación desarrollado en colaboración con la Universidad de Guadalajara.

CARLOS LÓPEZ LÓPEZ

Ex-alumno graduado del Colegio de Postgraduados, especialidad de hidrociencias.

JOSÉ MANUEL MAASS

Centro de Investigaciones en Ecosistemas. UNAM, Campus Morelia.

M.R. MEDINA

IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532 Col Progreso, Jiutepec, Morelos. Correo-e: rmedina@tlaloc.imta.mx.

S.M.D. OLVERA

IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532. Col. Progreso Jiutepec, Morelos.

A. MARTÍNEZ OTERO

Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental S.C., (PLADEYRA), Xalapa, Veracruz.

A. NIÑO CRUZ

Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental S.C., (PLADEYRA), Xalapa, Veracruz.

ENRIQUE PALACIOS VÉLEZ

Profesor investigador titular del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx. Correo-e: epalacio@colpos.colpos.mx.

M.G. PALMA

IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532. Col. Progreso, Jiutepec, Morelos.

JUAN CARLOS PÉREZ GARCÍA

Director de Proyectos Productivos y Ecológicos, Presidencia Municipal de Guanajuato, Gto. Pueblito de Rocha S/N, C.P. 36,000, Tel. 01 (473) 73 26934. Correo-e: carlos.perez.garcia@gto.gob.mx.

ÁNGEL PRIEGO

Instituto de Geografía, Unidad Morelia-Universidad Nacional Autónoma de México.

A. JUAN RIVAS

Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental S.C., (PLADEYRA),
Xalapa, Veracruz.

A. RAMÍREZ SOTO

Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental S.C., (PLADEYRA),
Xalapa, Veracruz.

JUAN C. VALENCIA VARGAS

Gerencia de Planeación Hidráulica. Subdirección General de Programación. Comisión Nacional del Agua. Correo-e:
juan.valencia@cna.gob.mx.

P.D. VIRAMONTES

IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532 Col Progreso, Jiutepec, Morelos.

ALAIN WINCKELL

Investigador de L'Institut de Recherche pour le Développement (IRD),
Paris, Francia en el seno del Grupo Chapala, « GRUCHA », programa de
investigación desarrollado en colaboración con la Universidad de
Guadalajara.

R.P. WRUCK

IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532. Col. Progreso, Jiutepec, Morelos.

K.M.A. YAÑEZ

IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532 Col Progreso, Jiutepec, Morelos.

*El manejo integral de cuencas en México:
estudios y reflexiones para orientar la política
ambiental*, compilado por Helena Cotler
se terminó de imprimir durante el mes de diciembre
de 2004 en los talleres gráficos de la empresa
Máster Print
Se tiraron 1,000 ejemplares