

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



CUENCAS HIDROGRÁFICAS. FUNDAMENTOS Y PERSPECTIVAS PARA SU MANEJO Y GESTIÓN



CUENCAS HIDROGRÁFICAS. FUNDAMENTOS Y PERSPECTIVAS PARA SU MANEJO Y GESTIÓN



Cuadernos de divulgación ambiental

Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión

Primera edición 2013

Investigación y texto: Helena Cotler Ávalos, Adalberto Galindo Alcántar, Ignacio Daniel González Mora, Raúl Francisco Pineda López y Eduardo Ríos Patrón

Fotografía portada: Banco de imágenes UAQ-Maestría en Gestión Integrada de Cuencas.

Diseño: Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable

DR © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Bulevar Adolfo Ruiz Cortines 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, 14210, México D.F.
www.semarnat.gob.mx

Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable
Progreso 3, planta alta, Col. Del Carmen, Del. Coyoacán, 04100, México D.F.
<http://cecadese.semarnat.gob.mx>

Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas
www.agua.org.mx
Sección grupos de trabajo

Distribución gratuita.

ÍNDICE

Introducción	5
1. Cuencas hidrográficas, conceptos	7
2. Cuencas hidrográficas de México	13
3. Manejo de cuencas, una visión integral	16
4. Manejo de cuencas y cambio climático	18
5. Manejo sustentable de tierras y manejo de cuencas	19
6. Gestión institucional para el manejo de cuencas	21
7. Retos y prioridades para el manejo y gestión de cuencas hidrográficas	24
Fuentes	29



Cascadas de Llano Grande. Gustavo Ybarra, WWF México.

INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas son territorios definidos naturalmente donde todos los procesos socioecológicos están íntimamente ligados entre sí. En ellas, el manejo se entiende como un proceso de planeación, implementación y evaluación de acciones mediante la participación organizada e informada de la población.

La posibilidad de realizar un manejo de cuenca se inicia cuando nos reconocemos como habitantes de ella y, por tanto, como beneficiarios de sus servicios ecosistémicos¹ (que se originan con las funciones propias de ésta, desde los parteaguas o zonas más altas hasta los puntos de salida o zonas de emisión, como el mar o un lago), al mismo tiempo que nos visualicemos como generadores de impactos que se expresan en forma acumulativa en las partes bajas.

Reconocer la dinámica hidrológica, ecosistémica, cultural, social e institucional de las cuencas hidrográficas de México implica, primero, conocer donde vivimos, de dónde vienen los bienes y servicios ambientales de los que nos beneficiamos, el agua, la biodiversidad, el suelo, los bosques y las selvas, y cómo cumplen diversas funciones y se relacionan a partir del elemento integrador agua, que abarca en su red de arroyos y ríos una conexión inseparable entre la cuenca alta y la cuenca baja.

Este cuaderno de divulgación describe el concepto de cuenca hidrográfica a través de su estructura y función. A partir de ello, se describen las cuencas hidrográficas de México y se especifican las fuentes de información para su consulta.

La complejidad del manejo de una cuenca hidrográfica obliga a orientar acciones integrales y conceptualizar a la cuenca como un sistema complejo que a diversas escalas requiere del fomento de procesos colaborativos y de coordinación, temas que se abordan en un apartado especial.

¹ La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio los define como aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Esos beneficios pueden ser de dos tipos: directos e indirectos. Se consideran beneficios directos la producción de provisiones, agua y alimentos (servicios de aprovisionamiento), o la regulación de ciclos como las inundaciones, degradación de los suelos, desecación y salinización (servicios de regulación). Los beneficios indirectos se relacionan con el funcionamiento de procesos del ecosistema que genera los servicios directos (servicios de apoyo), como el proceso de fotosíntesis y la formación y almacenamiento de materia orgánica, el ciclo de nutrientes, la creación y asimilación del suelo y la neutralización de desechos tóxicos. Los ecosistemas también ofrecen beneficios no materiales, como los valores estéticos y espirituales y culturales, o las oportunidades de recreación (servicios culturales). Estos servicios ecosistémicos se denominan comúnmente servicios ambientales. www.millenniumassessment.org

El cambio en el régimen de precipitación, temperatura y escurrimiento, así como la aparición más frecuente de eventos extremos en las cuencas hidrográficas llevan a mencionar en una sección particular la relación fundamental de las cuencas hidrográficas y el cambio climático como elementos de atención y análisis bajo un enfoque de prevención tanto de inundaciones como de sequía y la necesidad de utilizar el enfoque de cuenca para el análisis del riesgo.

Esperamos que este cuaderno de divulgación cumpla su función informativa y didáctica al aclarar conceptos clave del manejo de cuencas, motive a conocer las cuencas hidrográficas de nuestro país y aporte ideas para reflexionar sobre las implicaciones del reto del manejo y la gestión con enfoque de cuenca de un territorio tan diverso como México. Pero también esperamos que sea fuente de conocimiento en nuestras escuelas e instituciones a partir de la guía del maestro, del promotor ambiental, del servidor público, que fomente la comprensión del territorio con el enfoque de cuenca, motivando a reconocer que lo que decidimos y hacemos en algún sitio particular tiene un efecto amplio en toda la cuenca.



1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS, CONCEPTOS

La cuenca es la primera y última nación cuyos límites, aunque pueden variar un poco, son indiscutibles.

Gary Snider, poeta.

Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales delimitados por un parteaguas² (partes más altas de montañas) donde se concentran todos los escurrimientos (arroyos y/o ríos) que confluyen y desembocan en un punto común llamado también punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago (formando una cuenca denominada endorreica) o el mar (llamada cuenca exorreica). En estos territorios hay una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico (suelo, ecosistemas acuáticos y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y/o mercados) y las instituciones (organización social, cultura, reglas y/o leyes).

Las cuencas hidrográficas permiten entender espacialmente el ciclo hidrológico,³ así como cuantificar e identificar los impactos acumulados de las actividades humanas o externalidades⁴ (sedimentos, contaminantes y nutrientes) a lo largo del sistema de corrientes o red hidrográfica, que afectan positiva o negativamente la calidad y cantidad del agua, la capacidad de adaptación de los ecosistemas y la calidad de vida de sus habitantes (ver figuras 1 y 2).

Si consideramos las externalidades generadas por distintas actividades humanas constatamos que el papel de cada actividad y, por ende, de cada actor es diferente en relación con su posición en la cuenca (cuenca arriba o aguas arriba o cuenca abajo o aguas abajo). Los movimientos de agua, suelos, nutrientes y contaminantes provenientes de distintas partes de una cuenca crean una conexión física entre poblaciones distantes unas de otras (Swallow, *et. al.*, 2001).

² El parteaguas es una línea imaginaria generada por las partes más altas de las montañas y/o cerros que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación que en cada sistema de corrientes fluye hacia el punto de salida de la cuenca. La delimitación de una cuenca hidrográfica parte de la identificación del parteaguas a partir de las curvas de nivel o mapa de altitudes del territorio.

³ El ciclo hidrológico o ciclo del agua se entiende como el movimiento general del agua: ascendente por evaporación y descendente por las precipitaciones y después en forma de escorrentía (flujos de agua) superficial y subterránea. (Escolero, *et al.*, 2006).

⁴ La externalidad es un concepto económico que se define como el resultado de una actividad que causa beneficios o daños a terceros, sin que el generador de la externalidad reciba compensación en el caso de los beneficios ni pague resarcimiento en el caso de los daños (Coase, 1960).



FIGURA 1. CICLO DEL AGUA O CICLO HIDROLÓGICO ⁵

Las cuencas hidrográficas además de ser unidades funcionales⁶, tener límites bien definidos y salidas puntuales, están estructuradas jerárquicamente, ya que pueden subdividirse en subcuencas, delimitadas también por un partearguas y donde se concentran los escurrimientos que desembocan en el curso principal del río.

Al interior de cada subcuenca se ubican las microcuencas, cuyos límites pueden incluir o no límites administrativos, como los de un ejido o un municipio.

Esta delimitación múltiple expresa el carácter jerárquico y anidado de las cuencas. La elección de los niveles jerárquicos (cuencas, subcuencas o micro-

⁵ De: Álvaro Figueroa. En: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/493/cap1.pdf>

⁶ Unidad funcional: los ecosistemas y los paisajes presentan una estructura específica compuesta por el tipo de rocas, suelos, vegetación, clima, tipos de aprovechamiento. Estos componentes estructurales determinan un funcionamiento específico definido por flujos (de agua, nutrientes, energía). En una cuenca este funcionamiento se puede delimitar territorialmente a grosso modo en tres zonas funcionales: cabecera (cuenca alta), captación (cuenca media) y emisión (cuenca baja), las cuales estarán interconectadas por el efecto que la gravedad ejerce sobre estos flujos.

FIGURA 2. IMPACTOS ACUMULADOS DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA ^{7, 8}



⁷ Un compuesto organoclorado, hidrocarburo clorado, clorocarbono o compuesto orgánico clorado es un compuesto químico orgánico, es decir, compuesto por un esqueleto de átomos de carbono, en el cual algunos de los átomos de hidrógeno unidos al carbono han sido reemplazados por átomos de cloro, unidos por enlaces covalentes al carbono. Su amplia variedad estructural y las propiedades químicas divergentes conducen a una amplia gama de aplicaciones. Muchos derivados clorados son controvertidos debido a los efectos de estos compuestos en el medio ambiente y la salud humana y animal, siendo en general dañinos para los seres vivos, pudiendo llegar a ser cancerígenos. Muchos de ellos se emplean por su acción insecticida o pesticida; otros son subproductos de la industria. En: <http://es.wikipedia.org/wiki/Organoclorado>

⁸ La eutrofización es el proceso de crecimiento desmedido de algas y malezas acuáticas en las aguas, provocado por fosfatos y otros contaminantes vertidos a las aguas. En: <http://www.ciceana.org.mx/recursos/Eutrofizacion.pdf>

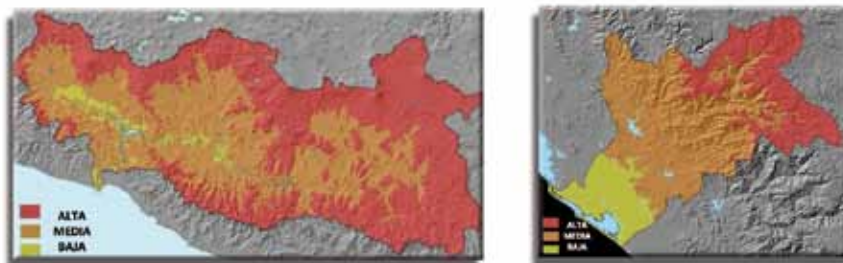
cuenas) dependerá de los objetivos, del problema o los problemas que se busquen resolver y de los alcances del manejo y gestión (ver figuras 4 y 4a).

Además de este tipo de subdivisión y estructura jerárquica, es importante reconocer que el funcionamiento de una cuenca hidrográfica no es el mismo en toda su extensión.

En función de la dinámica hidrológica se pueden reconocer tres zonas funcionales distintas al interior de una cuenca (Garrido, *et. al.*, 2010):

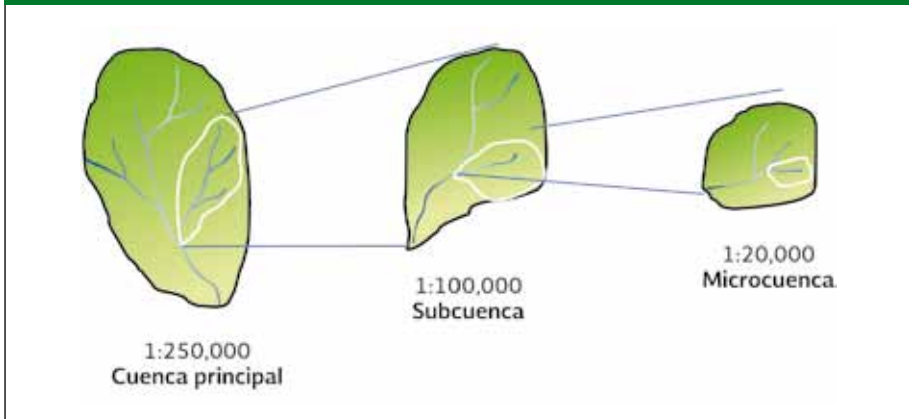
1. **La zona de captación, de cabecera o cuenca alta.** Son áreas aledañas a la divisoria de aguas o parteaguas en la porción altimétrica más elevada de la cuenca; abarca sistemas de montaña y lomeríos. En esta zona se forman los primeros escurrimientos (arroyos) luego que los suelos han absorbido y retenido toda el agua según su capacidad.
2. **La zona de almacenamiento, de transición o cuenca media.** Es una zona de transición entre la cuenca alta y la cuenca baja, donde los escurrimientos iniciales confluyen aportando diferentes caudales cuyas concentraciones de sedimentos, contaminantes y materia orgánica diferirán en función de las actividades que se realizan en cada subcuenca; es un área de transporte y erosión.
3. **La zona de descarga, de emisión o cuenca baja.** Es el sitio donde el río principal desemboca en el mar o bien en un lago. Se caracteriza por ser una zona de importantes ecosistemas, como los humedales terrestres y costeros (ver de esta misma colección *Los humedales de México. Oportunidades para la sociedad*⁹), además de muy productiva para el uso agrícola y donde se acumulan los impactos de toda la cuenca.

FIGURA 3. ZONAS FUNCIONALES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA. CUENCA DEL RÍO BALSAS (IZQ.) Y CUENCA DEL RÍO CULIACÁN (DER.)



⁹ Disponible en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Cecadesu/Libros/Humedales.pdf>

FIGURAS 4. ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA



FIGURAS 4A. EJEMPLO PARA LA CUENCA LERMA-CHAPALA, SUBCUENCA ALTA DEL RÍO LAJA, SUBCUENCA TÁMBULA-PICACHOS Y MICROCUENCA PUERTO DE NIETO ¹⁰



¹⁰ Elaboración: Milagros Córdova Athanasiadis, investigadora de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Universidad Autónoma de Querétaro.



Río Copalita. Ignacio González, WWF México.

Entonces, la principal fuerza que gobierna lo que sucede naturalmente en una cuenca es la gravedad, todo lo que está cuenca arriba podrá ser arrastrado superficialmente cuenca abajo en algún momento, generando una vinculación clara entre la cuenca alta, la media y la baja.

En el territorio los flujos de agua superficial y subterránea no siempre tienen los mismos límites, ya que responden a dinámicas hidrológicas que son espacial y temporalmente distintas. De esta forma, los flujos de agua superficial que se relacionan con la cuenca hidrográfica se refieren a ríos y arroyos, directamente alimentados por la precipitación y los escurrimientos, y los flujos de agua subterránea vinculados con la cuenca hidrológica están relacionados con los acuíferos, que se irán recargando en función del estrato geológico y las direcciones de los flujos. Estos dos tipos de flujo (superficial y subterráneo) tienen una relación estrecha y es necesario comprender y estudiar su dinámica de manera interrelacionada.

2. CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE MÉXICO

...Camino de Santa Rosa, la Sierra de Guanajuato, ahí nomas tras lomita se ve Dolores Hidalgo, yo ahí me quedo paisano allí es mi pueblo adorado.

José Alfredo Jiménez, Camino de Guanajuato.

Las cuencas hidrográficas son consideradas como la unidad territorial básica para la planeación y el manejo de los recursos naturales, así como una dimensión espacial y temporal fundamental para la adaptación ante el cambio climático (Biestroek, et. al., 2009; SEMARNAT, 2013). Sin embargo, para la implementación práctica de su manejo y gestión uno de los principales problemas a los que se enfrentaron científicos y tomadores de decisión era la ausencia de una delimitación de cuencas consensuada al interior de un país.

Con el objetivo de disponer de una cartografía única de cuencas hidrográficas, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología (ahora Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) unieron esfuerzos y esta-

FIGURA 5. CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE MÉXICO
(INEGI, INE, CONAGUA, 2007)

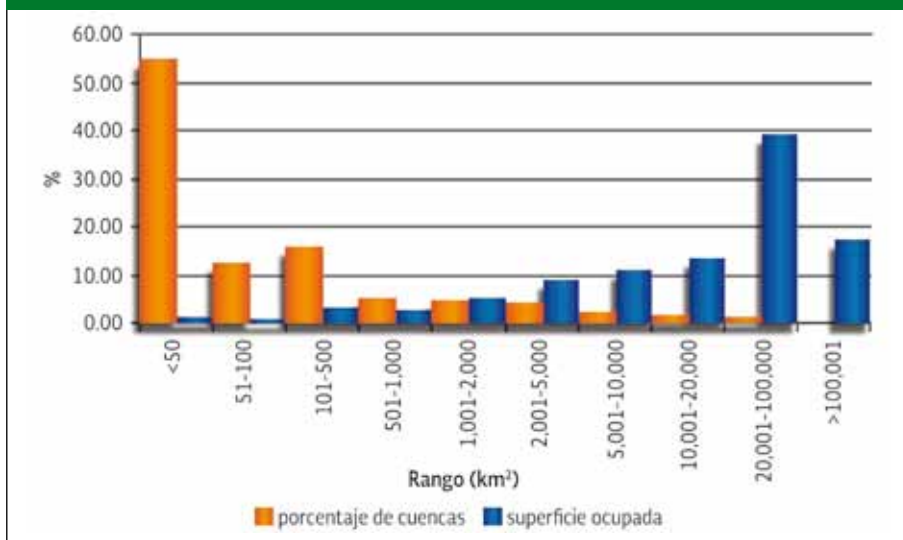


blecieron de manera conjunta criterios topográficos e hidrográficos comunes para la delimitación de cuencas hidrográficas de México y la definición de su toponimia (significado de su nombre).

En 2007 y como resultado de lo anterior se distinguieron 1,471 cuencas hidrográficas, de las cuales 1,389 son exorreicas, 77 endorreicas y 5 arreicas (donde los ríos no llegan a confluir, sino que se pierden o infiltran), éstas últimas ubicadas en la península de Yucatán (ver figura 5).

La gran heterogeneidad y diversidad geográfica del territorio nacional determina la existencia de un amplio rango territorial entre las cuencas: por un lado, aproximadamente 55 por ciento (807) tiene menos de 50 km² y, por otro, sólo 1.09 por ciento (16) cuenta con extensiones mayores a 20,000 km². Esta sola diferencia plantea grandes retos y dilemas sobre el tipo de manejo de cuencas necesario en función de su tamaño (<http://cuencas.ine.gov.mx/cuenca/> y Cotler, et. al., 2007) (ver gráfica 1 y cuadro 1).

GRÁFICA 1. TAMAÑO Y NÚMERO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE MÉXICO



CUADRO I. TAMAÑO Y NÚMERO DE CUENCAS
HIDROGRÁFICAS DE MÉXICO.

Rangos (km ²)	Número de cuencas	% Superficie ocupada	Rangos (km ²)	Número de cuencas	% Superficie ocupada
< 50	807	0.76	2001 - 5000	54	8.76
51 - 100	181	0.65	5001 - 10000	29	10.64
101 - 500	229	2.74	1001 - 20000	19	13.02
501 - 1000	71	2.51	20001 - 100,000	14	38.79
1001 - 2000	65	4.86	>100,001	2	17.26
			Total	1471	100

Conoce cada una de las 1,471 cuencas hidrográficas de México en el **Sistema de Consulta de las Cuencas Hidrográficas de México**, del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, en: <http://cuencas.inecc.gob.mx>

Situación de las cuencas hidrográficas en México

Uno de los principales cambios en las últimas décadas ha sido la pérdida de vegetación natural, la cual es una medida básica para conocer el estado ambiental de las cuencas y la posibilidad que éstas tienen de otorgar servicios ambientales. Entre 1976 y 2009, 80 por ciento de las cuencas perdieron entre 1 y 20 por ciento de su vegetación natural, mientras que 12 cuencas, situadas principalmente en el Golfo de México, perdieron 80 por ciento de su vegetación natural (Cuevas, et. al., 2010).

La condición socioambiental de las cuencas en México es bastante disímil, ya que en algunas la presión que se ejerce es mucho mayor. Tal es el caso de 13 cuencas donde se concentra 75 por ciento de la población del país: cuenca de México, río Bravo, río Balsas, Lerma-Chapala, río Santiago, río Pánuco, Grijalva-Usumacinta, río Papaloapan, península de Yucatán, río Nazas, río Verde, río Tijuana y río Teocolutla (Cotler, et. al., 2010).



3. MANEJO DE CUENCAS, UNA VISIÓN INTEGRAL

No podemos resolver problemas usando el mismo tipo de pensamiento que usamos cuando los creamos.

Albert Einstein.

El manejo integral de cuencas no es un estudio o un proyecto detallado (Sabatier, et. al., 2005), sino un proceso que busca la resolución de un complejo conjunto de problemas interrelacionados. Este proceso debe ser adaptativo, es decir, que se va construyendo y aprendiendo de las experiencias, sustentado en información científica y local. Este proceso busca resolver problemas comunes, por lo que requiere de la concurrencia, la cooperación y la colaboración de diversos actores e instituciones con una visión común (Cotler y Caire, 2009).

El manejo apropiado de una cuenca brinda beneficios a la sociedad, que se originan de una amplia gama de bienes y servicios ecosistémicos que parten de mantener las funciones ecológicas, sociales y económicas de la propia cuenca a partir del manejo participativo, adaptativo, sistemático y con visión a largo plazo del territorio.

Como proceso flexible y adaptativo, el manejo de cuencas puede estar formado por distintas etapas, aunque por lo menos se pueden distinguir siempre cuatro fases (Maass y Cotler, 2007; Cotler y Caire, 2009).



En términos generales, estas fases buscan identificar las causas del problema que se pretende resolver en conjunto con los actores involucrados e ir generando la información necesaria tanto para plantear acciones alternativas como para evaluarlas, permitiendo de ese modo corregir las prácticas en función de los resultados obtenidos. A este proceso se le denomina manejo adaptativo.

El proceso de manejo adaptativo inserto en una realidad de interrelaciones complejas requiere de muchas formas de conocimiento:

- El tradicional, contenido en nuestras comunidades rurales.
- El formal, a partir de una definición común de visión y problemática y con la búsqueda de cambio de paradigmas de intervención hacia modelos interdisciplinarios y más aún transdisciplinarios¹¹, donde la exploración de soluciones comunes implican la integralidad del enfoque de intervención en las cuencas hidrográficas partiendo de procesos participativos.

Enfoque de cuenca

Se habla de un enfoque de cuenca cuando en un proceso de gestión territorial se hace explícita la relación entre los territorios y los usuarios de cuenca alta y de cuenca baja. Es decir, que se consideran todos los impactos que se generan por las actividades en la cuenca alta hacia la parte baja de la cuenca. Asimismo, se reconocen los servicios ecosistémicos que provee la cuenca. Con este enfoque la gestión territorial parte de un análisis del territorio que integra todos sus componentes (no sólo el agua).



Pescadores del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Banco de imágenes CONAGUA.

¹¹ "En la transdisciplina la fuente de inteligencia se extiende a incluir el conocimiento no-científico, las preguntas de investigación se definen de manera conjunta [entre científicos y la sociedad] y la calidad del trabajo es revisada por ambos grupos, los usuarios como expertos en relevancia, y los científicos como expertos en rigor". (Spangenberg, 2011).

4. MANEJO DE CUENCAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Desarrollar programas de adaptación para mantener e incrementar la disponibilidad del agua superficial y subterránea, con un enfoque de manejo integral de cuencas hidrográficas.

Línea de Acción A.3.7 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40.

Uno de los principales impactos del cambio climático ocurre en la dimensión del agua. Los cambios en los patrones de temperatura y de precipitación proyectados afectarán la dinámica hidrológica y, con ello, el aporte de agua disponible para las actividades productivas y el consumo humano, así como la mayor ocurrencia de eventos extremos como las sequías y las inundaciones.

Para reducir los impactos del cambio climático se siguen dos caminos entrelazados:

- Uno consiste en la disminución de gases de efecto invernadero (mitigación).
- Y otro, en la implementación de acciones que permitan la adaptación de los sistemas socioecológicos y su resiliencia¹².

Los impactos del cambio climático no están determinados ni se rigen por estructuras administrativas (estados o municipios), más bien se expresan a través de flujos de agua que los atraviesa, y que caracterizan e integran a las cuencas hidrográficas. Por ello, abordar los impactos del cambio climático desde una perspectiva territorial implica trabajar con un enfoque de cuenca y con una visión de prevención bajo esquemas sólidos de información, planeación y coordinación.

La pertinencia de las cuencas hidrográficas como unidad para la planeación, gestión y adaptación al cambio climático está actualmente reconocida en la Estrategia Nacional de Cambio Climático: “dar preferencia a medidas de gestión integral de la cuenca (...) para garantizar la seguridad alimentaria ante las amenazas climáticas; impulsar con énfasis en cuencas hidrográficas la gestión territorial integral para la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático de ecosistemas; y buscar desarrollar programas de adaptación para mantener e incrementar la disponibilidad del agua superficial y subterránea, con un enfoque de manejo integral de cuencas hidrográficas”. (SEMARNAT/INECC, 2013).

¹² El concepto resiliencia se originó en el ámbito de los estudios psicológicos y se entiende como la capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas (Real Academia Española: www.rae.es). Resiliencia ecológica es la capacidad de los ecosistemas de recuperarse luego de una perturbación, es una propiedad emergente que opera a nivel del ecosistema en su conjunto (www.wikiensuma.mx/contenido/Marcos_Conceptuales).

5. MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y MANEJO DE CUENCAS

El manejo sostenible de la tierra es un prerequisite fundamental para llegar a satisfacer las Metas de Desarrollo del Milenio, especialmente aquellas sobre el hambre y la sostenibilidad ambiental.

Carsten Staur.

En nuestro país el suelo no está incluido de manera importante en la agenda ambiental, a pesar de que a nivel mundial se reconoce que es un recurso natural prioritario para el desarrollo y sobrevivencia de los humanos.

Las cuencas proveen un excelente marco espacial para el análisis del estado de conservación del suelo y, sobre todo, para establecer procesos de manejo sostenibles.

Los suelos cumplen con importantes funciones de las cuales se derivan servicios ambientales indispensables para el sostenimiento tanto del ecosistema como de la vida humana. La función más conocida es la de soporte y suministro de nutrientes a las plantas.

Sin embargo, el suelo cumple con otras funciones igualmente trascendentes como la de constituir un medio filtrante que permite la recarga de los acuíferos influyendo también en la calidad del agua. Asimismo constituye el medio donde se realizan ciclos biogeoquímicos y se secuestra el carbono (reduciendo su liberación a la atmósfera como CO₂, uno de los principales gases “invernadero” responsables del cambio climático). Los suelos también son hábitats para una multitud de organismos, desde células microscópicas a pequeños mamíferos y reptiles, manteniendo una amplia biodiversidad (Cotler, *et al.*, 2007).

Pero más importante aún es que los suelos no se renuevan a una escala humana, sino que tardan cientos de años, por ello su pérdida y degradación es aún más relevante.

El enfoque de cuencas contribuye a enlazar los procesos de formación y de pérdida de suelo con otros componentes como el agua y la vegetación, y posibilita la planeación de acciones que conserven todos los elementos de una cuenca, incluido el suelo.

El manejo sustentable de tierras, entonces, consiste en el ordenamiento de las actividades humanas y el desarrollo de prácticas de manejo en un contexto de producción y conservación armonizado de manera que se promueva un manejo adecuado de nuestro capital natural.

MICROCUEENCA LA JOYA



Banco de imágenes UAQ-Maestría en Gestión Integrada de Cuencas.

En la microcuenca La Joya se ubica el Centro Regional de Capacitación en Cuencas. Para conocer las actividades del Centro visita: www.crcc-uaq.org

6. GESTIÓN INSTITUCIONAL PARA EL MANEJO DE CUENCAS

...se debe hacer una gestión adaptativa que mejore las políticas y tenga en cuenta los cambios potenciales y las incertidumbres.

Claudia Pahl-Wostl

En México la Ley de Aguas Nacionales¹³ introdujo el concepto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos 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. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque”.

FIGURA 7. CONSEJOS DE CUENCA EN MÉXICO



¹³ Reformas del año 2004 a la Ley de Aguas Nacionales.

La gestión de cuencas está a cargo de la Comisión Nacional del Agua, por conducto de 26 consejos de cuenca que abarcan la totalidad del territorio del país. Estos consejos de cuenca deben ser órganos colegiados, de coordinación y concertación con una estructura de participación mixta (ver figura 7).

Esos 26 consejos cuentan con 195 órganos auxiliares operando, en una escala de subcuenca, acuífero o zona de emisión de las cuencas:

- * Comisiones de Cuenca (32)
- * Comités de Cuenca (42)
- * Comités de Playas Limpias (38)
- * Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (83).¹⁴

Las comisiones y los comités pueden coincidir con los límites de algunas cuencas o subcuencas hidrográficas. Algunas de estas figuras de participación y toma de decisiones han sido promovidas por la sociedad civil (véase el caso de Chalco-Amecameca, Pixquiatic¹⁵, entre otras).



¹⁴ Información de la CONAGUA (Gerencia de Consejos de Cuenca), septiembre de 2013.

¹⁵ Conoce el caso de la subcuenca del río Pixquiatic: “Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiatic, Veracruz”. En: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=664

Asimismo, existen 13 organismos de cuenca que son unidades técnicas, administrativas y jurídicas especializadas a nivel de cuenca hidrológica o grupo de cuencas y que ejercen la autoridad en la gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. Dependen de la Comisión Nacional del Agua (ver figura 8).

Además, el tema de la planeación del desarrollo rural y forestal se plasma en las leyes de Desarrollo Rural (2012) y de Desarrollo Forestal Sustentable (2013), en donde se destaca la necesidad de orientar los proyectos agropecuarios y forestales a las cuencas, vistas como una unidad básica para diseñarlos, planificarlos e implementarlos.

En los últimos años el papel de las cuencas también ha sido retomado por la sociedad civil y la academia. Un caso emblemático es la **Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas**, cuyo objetivo es difundir, comunicar, generar vinculación y sinergias, así como fortalecer capacidades técnicas y sistematizar información nacional en materia de manejo integral de cuencas hidrográficas, en virtud de que a lo largo y ancho del país hay diversos trabajos y acciones sobre gestión y manejo de cuencas que es preciso conjuntar.



Para conocer un poco más sobre la labor de la Red visita la página del Centro Virtual de Información del Agua: www.agua.org.mx, sección Grupos de Trabajo.

7. RETOS Y PRIORIDADES PARA EL MANEJO Y GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

La gestión del agua es un asunto muy serio que no se puede dejar a la improvisación sin sufrir las consecuencias.

Axel C. Dourojeanni¹⁶

En México y otros muchos lugares del mundo existen varios retos que afectan nuestra relación con el medio ambiente, como la creciente contaminación de los suelos y del agua, la pérdida de la biodiversidad, la alteración del régimen hidrológico, la disminución de los niveles de agua subterránea y el decremento de recursos naturales. Todo esto pone de manifiesto que la conservación y el buen manejo de nuestro patrimonio o capital natural es clave para aspirar a un desarrollo sustentable (en sus dimensiones ambiental, social, cultural y económica) en el futuro próximo. Por ello, debemos cambiar nuestra visión administrativa-política del territorio por una más ecosistémica (como la de cuenca), que permita volver a relacionar los grupos humanos con el ambiente de manera más armónica y favorezca una visión integrada de los problemas y, por ende, una relación más justa entre los grupos sociales que habitamos en México.



Preparación de abono orgánico para cafecultura, San Pedro el Alto. Miguel Palmas, WWF México.

¹⁶ De: <http://atl.org.mx/seminario/images/stories/water/axel.pdf>

Algunos puntos clave de reflexión en materia de cuencas que hay que considerar son:

- **Conservar y manejar apropiadamente el patrimonio natural de México**
El patrimonio natural de nuestro país funciona de manera compleja e interconectada y la cuenca permite determinar acciones claras para el manejo de cada ecosistema en cada zona funcional e identificar sus impactos, positivos y negativos, aguas abajo.

Para ello, el territorio y las actividades humanas deben ordenarse partiendo desde los componentes ambientales de las cuencas y con una amplia participación social. Un ejemplo es el Programa Nacional de Reservas de Agua, basado en la determinación de caudales ecológicos y que contempla no solamente el análisis de las necesidades sociales, sino también las ambientales de este vital recurso reconociendo la función ecológica de las cuencas para proporcionar bienes y servicios ambientales.¹⁷

- **Promover una planeación y acción participativas**

Fomentar **procesos de planeación participativos** con enfoque adaptativo en las cuencas hidrográficas. Estos procesos deben ser flexibles para adecuarse a las situaciones dinámicas de la cuenca e incorporar los retos que plantea la variación climática, cuyos impactos se dejan sentir ya en la actualidad. Tales procesos incluyen, también, la planeación estratégica basada en cuencas y subcuencas para ser considerada dentro del proceso de atención social y acciones específicas a nivel de microcuencas.

- **Fomentar procesos inter y transdisciplinarios para el análisis y solución de los problemas**

Incidir en las cuencas hidrográficas a partir de la integración de **procesos inter y transdisciplinarios**. Comprender, analizar y proponer soluciones mediante una aproximación transdisciplinaria donde se privilegie el acercamiento a la cuenca como un sistema complejo considerando todos los saberes relevantes sobre su manejo integrado. Conviene sugerir también que los procesos de planeación y atención que se deriven del análisis inter y transdisciplinario se orienten a las soluciones de los problemas, más que a su definición a ultranza.

- **Promover la conservación de los bienes y servicios ecosistémicos y vincular lo económico con lo ambiental en forma efectiva**

Conectar de manera efectiva a los usuarios y proveedores de los **bienes y servicios ecosistémicos** que se producen en las cuencas hidrográficas, in-

¹⁷ CONAGUA y Alianza WWF/FGRA, 2011; www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_cuencas-reservas-de-agua.php

corporando los valores social, ambiental y económico de dichos bienes y servicios para establecer **sistemas de compensación** que reflejen adecuadamente los costos de oportunidad¹⁸ de la conservación. La compensación debe sustentar los procesos de manejo integrado de cuencas que conserven la estructura natural y el funcionamiento de los ecosistemas como principio fundamental para la provisión sustentable de los beneficios que se obtienen de la cuenca y para mantener la posibilidad de un desarrollo económico y social más equitativo para sus habitantes.

- **Establecer procesos claros de corresponsabilidad y acción**

Fomentar la cooperación¹⁹, articulación²⁰ y coordinación²¹ de los actores y grupos de interés en las cuencas hidrográficas para la solución de problemas comunes con base en principios de **corresponsabilidad** y sustentabilidad. Las **acciones** que sean aplicadas como soluciones a los problemas identificados como prioritarios deben ser consensuadas entre los actores. Dichas soluciones deben fincarse en criterios de eficacia y eficiencia de las intervenciones de las instituciones, dependencias, organizaciones y comunidades, y tomando como marco para ello la estructura y función de la cuenca.

- **Desarrollar sistemas de monitoreo e información**

Crear sólidos sistemas de monitoreo para generar líneas base y datos que permitan evaluar la planeación e intervención en las cuencas hidrográficas de México. Los sistemas de monitoreo complementarán y apoyarán la toma de decisiones, los procesos de manejo adaptativo y la mejora continua. Dichos sistemas deben facilitar o ser capaces de la transformación de datos en **información** que sea accesible, transparente y útil para los procesos de gobernanza, gestión integrada y comunicación.

¹⁸ El costo de oportunidad es un concepto económico que implica el valor de la mejor opción renunciada; es el costo de dejar la última mejor opción para decidir otra. Por ejemplo, el costo de oportunidad de conservar y proteger una zona forestal es la cuantificación económica (a menudo en términos monetarios) de la opción a la que se renuncia para decidir otra, como podría ser el valor de la actividad ganadera que se renuncia u otro uso que se renuncia. Incorporar los costos económicos y sociales a las políticas públicas y a los sistemas de compensación de servicios ambientales requieren de la definición efectiva de incentivos económicos para motivar a elegir la conservación o la protección de los recursos naturales estratégicos de una cuenca hidrográfica, es decir, igualar o superar los costos de oportunidad de la conservación a otras actividades económicas que en el mediano plazo no son sostenibles.

¹⁹ Se define cooperar como: "Obrar juntamente con otro u otros para un mismo fin". (Real Academia Española: www.rae.es)

²⁰ Se define articular como: "Organizar diversos elementos para lograr un conjunto coherente y eficaz". *Ídem*.

²¹ Se define coordinar como: "Concertar medios, esfuerzos, etc., para una acción común". *Ídem*.



Sembrando nopal en La Joya. Banco de imágenes UAQ-Maestría en Gestión Integrada de Cuencas.

- **Desarrollar sistemas eficientes de educación, capacitación y comunicación** Diseñar e implementar programas innovadores de **educación, capacitación y comunicación** para el manejo integral de cuencas hidrográficas orientados a los diversos actores, empleando en cada caso los medios y tecnologías adecuados. Para esto es fundamental considerar los diferentes socioecosistemas²² de la cuenca hidrográfica, los ambientes rurales y urbanos y su transición, el nivel de manejo de información y conceptos por parte de los habitantes y las herramientas y medios de que se disponga. Todos esos elementos deberán emplearse en estrecha vinculación con los grupos sociales que serán sujetos activos de los programas de educación, capacitación y comunicación en la cuenca hidrográfica.

A manera de conclusión se debe destacar que requerimos cambios en nuestras formas de vida para movernos como sociedad hacia la sustentabilidad. Para ello las cuencas hidrográficas constituyen los territorios adecuados para conservar y manejar de manera óptima nuestro patrimonio natural, ordenando nuestro país con base en condiciones naturales y no administrativas para facilitar el manejo de los recursos naturales. Pero también el manejo de cuencas representa nuestra mejor oportunidad para disminuir el riesgo (inundaciones, deslaves, sequía) ante fenómenos hidrometeorológicos, para favorecer nuestra adaptación ante el cambio climático y como base para planear un desarrollo más equitativo entre las zonas rurales y urbanas de México.

Finalmente, el enfoque de cuencas es integrado y permite analizar, planear y actuar sobre el conjunto de componentes (suelo, agua, biodiversidad, gente) para buscar la mejora de sus funciones, esperando lograr así tener mejor calidad y cantidad de agua, conservar nuestros suelos y su capacidad productiva, y favorecer la conservación de un capital natural para un futuro común.

²² "...sistemas complejos producto del acoplamiento entre los procesos fisicoquímicos y biológicos de los ecosistemas, y los procesos económicos, sociales y culturales de las poblaciones que interaccionan con ellos". Manuel Maass, ciclo de videoconferencias *Cuencas hidrográficas de México. Retos y prioridades para su manejo y gestión*. Primera videoconferencia.



Conservación de manantial, San Miguel Suchixtepec. Romeo Salinas, Mbís Bin Semilla para la Siembra, A.C.

FUENTES

- Biestroek R., Swart R. y Van der Knapp W. (2009). "The mitigation-adaptation dichotomy and the role of spatial planning". En: *Habitat international* 33: 230-237 pp.
- Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión. *Ley de Aguas Nacionales*. Última reforma, 7 de junio de 2013. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16.pdf>
- ----- *Ley de Desarrollo Forestal Sustentable*. Última reforma, 7 de junio de 2012. En: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259.pdf
- ----- *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*. Última reforma, 12 de enero de 2012. En: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235.pdf
- Comisión Nacional del Agua (2010). *Estadísticas del agua*. SEMARNAT/CONAGUA, 249 pp.
- Comisión Nacional del Agua y Alianza WWF/Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. (2011). *Identificación de reservas potenciales de agua para el medio ambiente en México*. México: SEMARNAT, 85 pp.
- Coase, Ronald H. (1960). *The problem of social cost*. Journal of Law and Economy.
- Concepto de manejo adaptativo. En: www.wikiensuma.mx/contenido/Manejo_adaptativo
- Cotler H. y Caire G. (2009). *Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México*. México: Instituto Nacional de Ecología/WWF/Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P., 380 pp. Disponible en: www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=613
- Cotler H., Garrido A., Bunge V. y Cuevas M.L. (2010). "Las cuencas hidrográficas de México: priorización y toma de decisiones". En: Cotler H. (Coord.). *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México: Instituto Nacional de Ecología/Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P, 231 pp. Disponible en: www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=639
- Cotler H., Garrido A., Mondragón R. y Díaz A. (2007). "Las cuencas hidrográficas de México: un avance consensuado". En: *Boletín del archivo histórico del agua*. Archivo Histórico del Agua, CONAGUA, 5-7 pp.
- Cotler H., y Pineda R. "Manejo integral de cuencas en México, ¿hacia donde vamos?" En: *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, año 13, núm. 39, mayo-agosto, 16-21 pp.
- Cotler H., Sotelo E., Domínguez J., Zorrilla M., Cortina S. y Quiñones L. (2007). "La conservación de suelos: un asunto de interés público". En: *Gaceta Ecológica* 83, México: INE, 71 pp.
- Cuevas M.L., Garrido A., Pérez D.J.L. y González I.D. (2010). "Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural". En: Cotler H. (Coord.) *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México: Instituto Nacional de Ecología/Fundación Gonzalo Río



Gustavo Ybarra, WWF México.

- Arronte I.A.P, 231 pp. Disponible en: www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=639
- Escolero O., Domínguez E. y Martínez, S. (2006). "Ciclo hidrológico". En: Cotler, H., M. Mazari y J. de Anda (Comp.). *Atlas de la cuenca Lerma-Chapala, construyendo una visión conjunta*. México: Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: www2.inecc.gob.mx/emapas/download/lch_ciclo_hidrologico.pdf
 - FAO (2007). *La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas*. Estudio FAO Montes 150. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 139 pp. Disponible en: www.fao.org/forestry/index.jsp
 - Garrido A., Pérez D.J.L. y Enríquez C. (2010). "Delimitación de zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México". En: Cotler H. (Coord.) *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México: Instituto Nacional de Ecología/Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. Disponible en: www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=639
 - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2012). *Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones*. México: SEMARNAT/Comité Intersecretarial de Cambio Climático, 182 pp.
 - Maass J.M. y Cotler H. (2007). "El protocolo para el manejo de ecosistemas en cuencas hidrográficas". En: Cotler H. (Comp.) *El manejo integral de cuencas en México*. México: Instituto Nacional de Ecología, segunda edición, 347 pp.

- Pineda R., Cotler H. y Casillas J. A. (2008). *Propuesta de formación de la Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas*. En: <http://www.agua.org.mx/h2o/images/stories/REDCUENCAS/redmexcuencas.doc>
- Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas. Portal del Centro Virtual de Información del Agua. Sección grupos de trabajo. En: www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=section&id=156&Itemid=283
- Ríos E., Gonzalez I., Galindo A. y Suaste J. (2011). *Estrategia de fortalecimiento de la Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas*. En: http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1055&Itemid=
- Sabatier A.P., Focht W., Lubell M., Trachtenberg Z., Verdlitz A. y Matlock M. (Eds.), (2005). *Swimming upstream. Collaborative approaches to watershed management*. Londres: MIT Press, 327 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 Gobierno de la República*. 60 pp. Disponible en: www.encc.gob.mx/
- Spangenberg J.H. (2011). "Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons". *Environmental Conservation* 38 (3): 275-287 pp.
- Swallow M.B., Johnson L.N. y Meinzen-Dick R. (2001). "Working with people for watershed management". *Water Policy* 3: 449-455 pp.
- Toledo V. (2005). "Repensar la conservación. ¿Áreas naturales protegidas o estrategia bioregional?". En: *Gaceta Ecológica* 77, México: INE, 67-83 pp.



Microcuena La Joya. Banco de imágenes UAQ-Maestría en Gestión Integrada de Cuencas.

**Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas
para su manejo y gestión**
se imprimió en 2013 en Printing Arts México, S.de R.L. de C.V.,
calle 14, núm. 2430, Zona Industrial, Guadalajara, Jalisco.

El tiro consta de 10 mil ejemplares

La colección de los Cuadernos de Divulgación Ambiental forma parte de la producción editorial del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que se realiza en coordinación con instituciones del gobierno federal, de educación superior y de la sociedad civil. Está dirigida a docentes, promotores y educadores ambientales, así como a madres y padres de familia interesados en el tema, y busca contribuir a la reflexión sobre la problemática ambiental de México y el mundo. Constituye un acercamiento inicial a tópicos ambientales de nuestro tiempo, abordados con una visión amplia y considerando diferentes ópticas.

En esta ocasión la Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas presenta conceptos clave sobre el manejo de cuencas, invita a conocer las cuencas hidrográficas de nuestro país y aporta ideas para reflexionar sobre las implicaciones del reto del manejo y la gestión con enfoque de cuenca de un territorio tan diverso como México.

La intención es fomentar la comprensión del territorio con el enfoque de cuenca, motivando a reconocer que lo que decidimos y hacemos en algún sitio particular tiene un efecto amplio en toda la cuenca.