Recursos Naturales y Ambiente/no. 58: 103-109

Construcción de un sistema integral de información sobre la sostenibilidad ambiental de las cuencas[1]

Carlos H. Fonseca Z.[2]

El ISAAC es un índice complejo que emplea múltiples indicadores e índices y que permite construirse parcialmente, cuando la disponibilidad de información es limitada. Este índice agrupa tres grandes elementos: el agua superficial, el agua subterránea y los servicios ambientales y funciones ecológicas del agua. Como sistema de información, el índice parece funcionar bastante bien aunque se requiere un trabajo permanente de mejoramiento, tanto en la calidad de las fuentes como en los ajustes a cada uno de los indicadores. El índice se puede enriquecer con métodos de construcción participativa, por medio de talleres de consulta y de calificación de algunos indicadores.

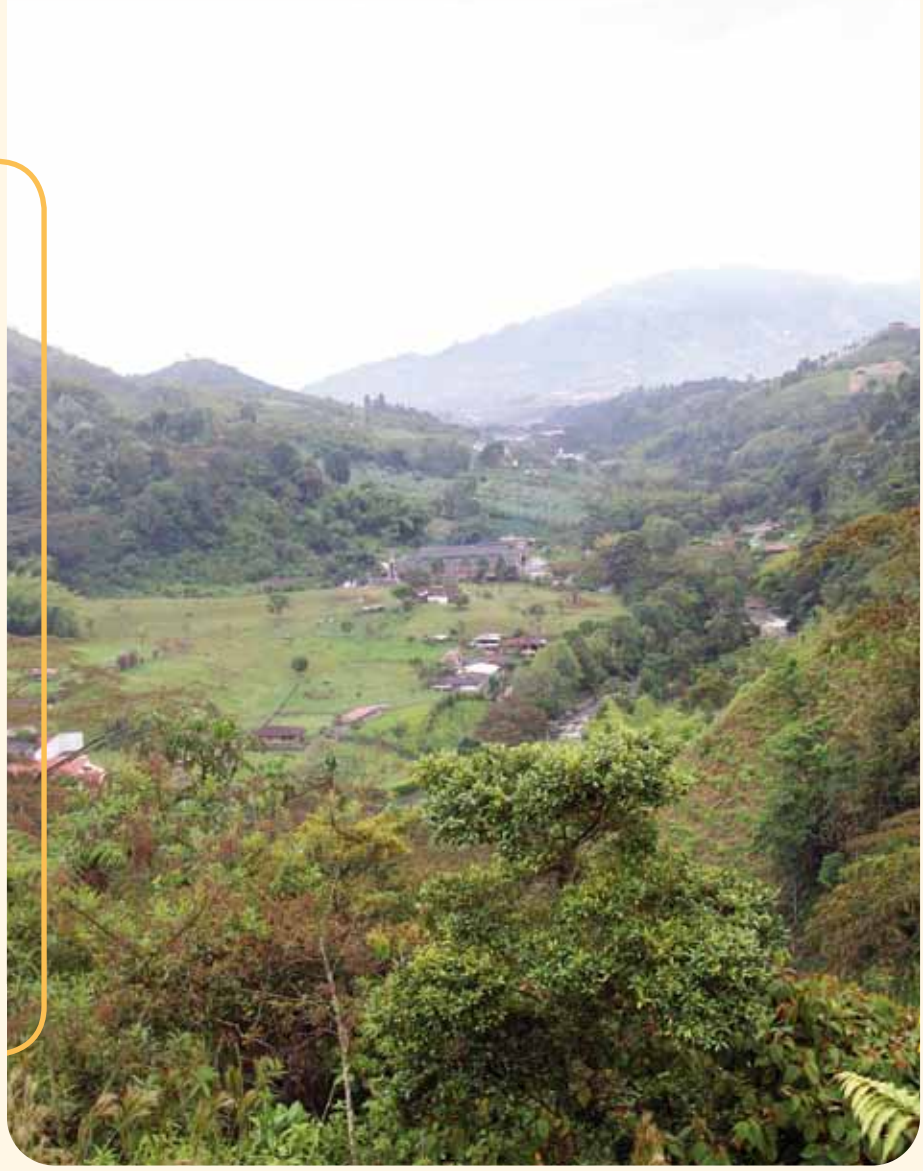

Foto: Carmen Lucía Miranda Ortiz.

[1] Este documento resume de manera simplificada un informe de consultoría ejecutada por el autor para la Comisión Nacional del Agua de México. El objetivo de la misma fue el diseño de un sistema dinámico de seguimiento de la sostenibilidad en las cuencas del país.

[2] Sistemas Ambientales y Urbanos. Estudiante de doctorado en Ciencias de la Gestión y Geografía. Actualmente es Director de Fomento a la Investigación en Colciencias, Colombia. carlosfonsecaz@gmail.com

Resumen

El deterioro de las cuencas y el cambio y variabilidad climáticos exigen nuevos instrumentos y estrategias de gestión, dentro de los cuales la información disponible y entendible para todos los actores es vital. Se propone la construcción de un índice integral (ISAAC: índice de sostenibilidad ambiental del agua en la cuenca),que recoge todos los aspectos de calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas, en sus dimensiones de Estado-Presión-Respuesta y de los servicios ambientales y calidad de los ecosistemas asociados a la cuenca, así como la tendencia frente al cambio climático. Dicho índice permite revelar la evolución de la cuenca mediante un indicador numérico que se convierta en algo familiar, como la tasa de inflación o el índice de calidad del aire en algunas ciudades. El sistema propuesto se exhibe como una matriz o "tablero de seguimiento" que permite leerse horizontal o verticalmente, para establecer índices parciales tanto para las aguas superficiales o subterráneas, como de calidad, cantidad, presión, estado, respuesta. Su calibración puede hacerse periódicamente en función de los cambios de percepción y prioridades de la sociedad, mediante ejercicios participativos con todos los actores de la cuenca. Una prueba inicial del ISAAC se hizo en la cuenca Lerma-Chapala, México, donde la cuenca alta, media y baja mostraron valores de 0,49, 0,38 y 0,27 respectivamente (1,0 sería muy buen estado). Se sugiere usar el sistema e índice cada dos años, incluyendo las consultas participativas, para consolidar su operatividad.

Palabras claves: Sistemas de información; sostenibilidad; medio ambiente; cuencas hidrográficas; servicios ambientales; ecosistema; Cuenca Lerma-Chapala; México.

Summary

An integral information system for measuring watershed environmental sustainability. Watershed degradation and climate change and variability require new management instruments and strategies; among them, easily available and understandable information is vital. It is proposed the construction of an integral index (ISAAC: Index of Environmental Sustainability of Water in the Watershed) that comprises every aspect of quality and quantity of surface and underground waters in their dimensions of State-Pressure-Response, environmental services and quality of the ecosystems associated to the watershed, as well as climatic change tendencies. Such an index shows the evolution of a watershed by means of a numerical indicator; it is intended that this indicator become as familiar as the inflation rate or the index of air quality used in some big cities. The proposed system displays a matrix or "monitoring board" that can be read both horizontally and vertically. It shows partial indexes for surface or underground waters, as well as quality, quantity, pressure, state, and response indexes. As society perception and priorities change, ISAAC may be periodically calibrated through participatory exercises with all the actors in the watershed. An initial validation exercise was conducted in the Lerma-Capala watershed, Mexico, where the upper, middle and lower watershed got values of 0,49, 0,38 and 0,27 (1 is the ideal situation). The model and system should be run every two years, including public consultation and adjustments, to consolidate its operation.

Keywords: Information Systems; sustainability; environment; watersheds; environmental services; ecosystem; Lerma-Chapala watershed, Mexico.

Introducci n

El problema del deterioro de las cuencas es generalizado en América Latina: tanto la cantidad como la calidad del agua, así como las funciones ecológicas y servicios ambientales asociados a la existencia y mantenimiento del recurso hídrico están disminuyendo, y en algunos casos de manera crítica. Las raíces del problema son múltiples; entre ellas, la deforestación, el uso indiscriminado de agroquímicos y malas tecnologías de manejo de suelos, el vertimiento de múltiples sustancias tóxicas o dañinas para los ecosistemas, la desviación de caudales. Adicionalmente, el calentamiento global está alterando significativamente los patrones de lluvias en cuanto a cantidad y periodicidad.

Ante esa situación, se requiere un sistema de información que reúna todos los aspectos de manera coherente y permita que los actores los entiendan y usen en la toma de decisiones. En la medida en que dicho sistema o "tablero de control" exista y ofrezca un formato sintético (mediante la construcción de un índice de sostenibilidad que reúna todos los aspectos del problema), se logrará que la sociedad avance más rápidamente hacia la solución de los problemas que el deterioro de las cuencas provoca.

Se propone, entonces, la definición de un **"índice de sostenibilidad ambiental del agua en las cuencas"** (ISAAC). Este índice agrupa tres grandes elementos: el agua superficial, el agua subterránea y los servicios ambientales y funciones ecológicas del agua. Se usa un 'tablero de control' que refleja el sistema estado-presión-respuesta de indicadores para cubrir todos los aspectos siguientes: estado (cantidad y calidad), presión social (demanda domiciliaria, industrial y agropecuaria y de otros usos posibles; costos crecientes de bombeo y tratamiento, etc.) y respuesta social requerida (disminución del consumo, tratamiento de aguas residuales, mayor productividad, acceso equitativo al recurso, control de infractores). Como se ve, es un índice de gran capacidad de síntesis que revela de una manera integral el estado, tendencias y acciones reales sobre la cuenca en función de su sostenibilidad.

El ISAAC se ensayó en la cuenca Lerma-Chapala en México, donde se obtuvo un buen resultado inicial. Para su diseño se recorrió toda la cuenca en compañía de funcionarios de Conagua, se sostuvieron reuniones y talleres tanto con funcionarios regionales como con usuarios del recurso, dentro de los cuales se encontraban empresas, comités de usuarios agropecuarios y entidades de servicios públicos. El propósito de estas reuniones y talleres fue recoger información y sobre todo conocimientos y experiencias de los actores de la cuenca, y presentar y construir colectivamente el modelo de índices.

Diagn stico de los sistemas de informaci n de cuencas

Existen varios parámetros e índices de información ambiental sobre cuencas tanto en México como en muchos países. En el caso de México y de la cuenca Lerma-Chapala, objeto del estudio, un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) acerca de los sistemas de información ambiental permitió revelar los aspectos que se detallan en el Cuadro 1. Es evidente que se requieren esfuerzos pedagógicos y de divulgación para asegurar que la herramienta propuesta (ISAAC), sea apropiada por todos los actores de la cuenca; pero una vez que los conceptos se acogen, así no sea con mucho detalle, los actores los respaldan y enriquecen.

Los elementos de ISAAC

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores, se construyó un índice sintético que recoja las inquietudes y aspectos relacionados con el uso sostenible del agua en la cuenca Lerma-Chapala:

ISAAC = ISAsup + ISAsubt+ ISAfea

En donde:

ISAAC = índice de sostenibilidad ambiental del agua en la cuenca

ISAsup = índice de sostenibilidad ambiental de aguas superficiales

ISAsubt = índice de sostenibilidad ambiental de aguas subterráneas

ISAfea = índice de servicios ambientales y funciones ecológicas del agua

Cada uno de los tres índices está compuesto de indicadores temáticos o sectoriales y se sustenta en diferentes datos y variables que describen la evolución de la sostenibilidad en la cuenca. La construcción de las curvas de normalización[3] es un elemento fundamental en la definición de los índices e indicadores de sostenibilidad ambiental. Por "normalización" se entiende el ejercicio de convertir todos los parámetros a una escala de importancia entre 0 y 1, que refleje claramente el valor otorgado a cada uno y que permita que el parámetro pueda ser agregado con otros temas, de manera que tal adición resulte en un índice mas comprehensivo.

Un importante componente adicional de los sistemas de información por indicadores es el de los "factores de ponderación" de cada uno de los indicadores frente al resto. En el caso del conjunto de indicadores y temas de evaluación incluidos en el sistema de indicadores, se propone asignar pesos relativos a cada uno de los indicadores y sus componentes[4].

[3] Si bien en el ejercicio de construcción del ISAAC se tuvieron en cuenta este tipo de curvas y los valores están implícitos (como se explica más adelante en el desarrollo del ejercicio), es necesario que se ejecuten ejercicios de calibración de cada uno de los índices y de sus curvas de valoración o "normalización" a medida que se adopte el indicador.

[4] De manera similar, el método Batelle-Columbus asigna pesos relativos a cada uno de los grupos temáticos de variables y, dentro de cada grupo, a cada una de las variables consideradas.

Cuadro 1. Análisis FODA practicado en la cuenca Lerma-Chapala, México

Componente-Análisis	Debilidad	Fortaleza	Oportunidad	Amenaza
Captura de información	Falta información y coordinación sobre la localización, frecuencia y criterios de toma datos (cantidad, calidad y función ecológica). No se usan sistemáticamente fuentes como las imágenes de satélite y fotos aéreas. Las redes de toma de datos son limitadas y precarias. Presupuesto insuficiente para programas de muestreo de campo.	Algunas redes miden parámetros que revelan gran variedad de características. Algunas entidades regionales son profesionales y muy competentes.	Si se compartiera información se podría disminuir costos y, sobre todo, lograr una visión más integral de la cuenca. Las universidades se podrían vincular formalmente a los programas de muestreo y análisis.	Cantidad insuficiente de información puede esconder tendencias críticas y permitir que algunos actores se comporten equivocadamente. A medida que se complica la condición de la cuenca se generan más tensiones. La información obtenida puede ser intrascendente frente a faltantes de información (p.e., metales pesados o sustancias tóxicas).
Procesamiento de la Información	Existen atrasos importantes en cantidad procesada; se usan métodos parciales o desactualizados; se obvian pasos de chequeo; falta estandarización metodológica.	Se han ido mejorando los sistemas de computación que permiten revisar y almacenar información en gran cantidad.	Las universidades se podrían vincular formalmente a los programas de muestreo y análisis.	
Interpretación de la Información	Especialistas específicos trabajan de manera aislada en el análisis de la información.	Se han ido mejorando los sistemas de computación que permiten interpretar e informar con mayor cobertura.	Las universidades se podrían vincular formalmente a los programas de muestreo y análisis.	
Presentación de la Información	Los especialistas presentan la información recuperada de manera descontextualizada.	Se han ido mejorando los sistemas de computación que permiten divulgar la información de manera gratuita y en gran escala.		
Retroalimentación a sistemas de información	La distancia entre los técnicos de diagnóstico y los gestores de decisión pública y privada es muy grande.	A medida que las entidades adquieren más experiencia e infraestructura se logra avanzar en la integración.		

Una 'condición dinámica' reconoce que los pesos pueden cambiar con el tiempo, a medida que el equipo calificador encuentre y concierte la necesidad de hacerlo debido a cambios sustantivos.

Índice de sostenibilidad ambiental de aguas superficiales[5]

En este índice se analiza la calidad (IQAsup) y cantidad del agua superficial (IKAsup). **El IQAsup** revela información sobre el estado del agua en función de los usos esperados. Los indicadores propuestos para el sitio de estudio son los siguientes:

- *Indicador de estado:* Demanda Química de Oxígeno (DQO) esperado (40 mg/l satisfactorio) / DQO promedio en el sector de la cuenca bajo análisis.
- *Indicador de presión:* (Población/ km^2 nacional / Población /km^2 promedio de la zona) X % población urbana SIN morbi-mortalidad por calidad del agua en Ciudad de México / % población SIN morbi-mortalidad por calidad agua de la zona de la cuenca.
- *Indicador de respuesta:* % caudal usado que recibe tratamiento (aguas residuales urbanas y efluentes industriales) / 0,75 caudal usado X (eficiencia REAL en el tratamiento / eficiencia teórica). Si se está haciendo gestión del agua, debería estar cercano o mayor a 3/3.

El IKAsup expresa la cantidad realmente disponible en la región que se esté analizando, a partir del balance hídrico convencional –sin incorporar los aportes de aguas subterráneas-; esto equivale a los aportes de la lluvia y los caudales superficiales aferentes en cada uno de los tramos del río y de la cuenca, menos la evaporación, evapotranspiración e infiltración.

Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo **(Ab)** = Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba **(Ar)** + Volumen medio anual de escurrimiento natural **(Cp)** + Volumen anual de retornos **(R)** + Volumen anual de importaciones **(Im)** - Volumen anual de exportaciones **(Ex)** - Volumen anual de extracción de agua superficial **(Uc)**

[5] Tanto la calidad como la cantidad de las aguas superficiales es afectada por el aporte de las aguas subterráneas. Para evitar doble contabilización, se tomó la decisión de contemplar los aspectos solo una vez, ya sea en aguas superficiales o en aguas subterráneas.

El indicador de respuesta social e institucional (IRSI) representa todas las medidas de manejo sostenible del agua que se hayan generado como respuesta a las condiciones de cantidad del agua disponible en la cuenca bajo análisis. El IRSI incluye las estrategias y programas de ahorro y uso eficiente del agua, los aumentos de productividad del agua por hectárea o por tonelada de producción agrícola o industrial, o por valor económico agregado por metro cúbico de agua usado. Además, se considera la minimización de desperdicios de agroquímicos o de pesticidas, el pago por el agua y los servicios ambientales asociados. Se propone considerar el número de hogares bajo programas de ahorro y uso eficiente de agua (Incluyendo micro-medición) / No. total de hogares en el sector de la cuenca.

Índice de sostenibilidad ambiental de aguas subterráneas

En este índice se analiza la calidad (IQAsubt) y la cantidad de agua subterránea (IKAsubt). **El IQAsubt** revela información sobre el estado de la calidad del agua en función de los usos esperados: consumo humano, recreación, uso pecuario, uso agrícola, uso industrial (dentro de este, el uso depende de la finalidad que se busca). Para ello, se especifica el rango aceptable de valores, para cada uso, de varios parámetros como hierro, manganeso, etc. Los indicadores propuestos para el sitio de estudio son los siguientes:

- *Indicador de estado:* de manera similar que para el índice de aguas superficiales, es necesario escoger dos parámetros representativos de la calidad de las aguas subterráneas y establecer los niveles por debajo de los cuales se considera que el agua es apta para consumo humano, para recreación y para desarrollo de la vida silvestre. De acuerdo con la normativa mexicana, se seleccionaron el hierro y manganeso como parámetros de comparación.
- *Indicador de presión* para analizar la evolución de la relación entre la sociedad y los ecosistemas: una aproximación bastante cercana sería la combinación de dos indicadores robustos; uno relacionado con la salud humana (morbi-mortalidad) y el otro con la productividad agropecuaria que podría verse afectada por la calidad del agua en la zona en estudio.
  - Indicador = morbi-mortalidad por enfermedades relacionadas con la calidad del agua en la zona de la cuenca / morbi-mortalidad por enfermedades relacionadas con la calidad del agua a nivel nacional[6].

  El segundo indicador se refiere a la productividad agropecuaria de las zonas en donde las aguas subterráneas están contaminadas, frente a la productividad de áreas de la misma cuenca sin problemas de contaminación de las aguas subterráneas. Se usa la comparación local para garantizar que las condiciones climáticas son lo más similares posibles.
  - Indicador = tons/m^3 de producción en la zona de la cuenca bajo análisis // tons/m^3 de producción en la cuenca.
- *Indicador de respuesta:* (medidas tomadas por la sociedad y efectividad de las mismas). En el caso de la calidad del agua subterránea, se podrían asociar dos indicadores: ahorro y uso eficiente de agua subterránea, por un lado, y proporción de aguas subterráneas con problemas de calidad vs. cantidad total de aguas subterráneas usadas en la zona de la cuenca en análisis, por el otro.
  - Indicador = (m^3 aguas subterráneas / habitante de la zona // m^3 aguas subterráneas / habitante promedio nacional) X m^3/tons producción agropecuaria de la zona // m^3/producción agropecuaria nacional.

    Alternativamente, m^3 aguas subterráneas con problemas de contaminación / m^3 de aguas subterráneas en la zona de análisis // m^3 aguas subterráneas con problemas de contaminación / m^3 de aguas subterráneas a nivel nacional.

En la determinación del **IKAsubt** (índice de cantidad de agua subterránea), es importante la estimación del volumen de los acuíferos de la cuenca, así sea aproximada. La información sobre el caudal extraído anualmente permite establecer los años remanentes de vida del acuífero; adicionalmente, la profundidad del nivel estático y su descenso gradual son críticos para la extrapolación de los costos crecientes de energía para el aprovechamiento de estas aguas. Los indicadores propuestos para el sitio de estudio son los siguientes:

- *Indicador de estado:* Cantidad del agua subterránea = Hm^3 estimados/km^2 de la zona de la cuenca en análisis // Hm^3 estimados/km^2 a nivel nacional o, alternativamente, de la cuenca.
- *Indicador de presión:* la tasa de aumento de profundidad del acuífero (abatimiento) por año puede compararse con la tasa de aumento de profundidad del acuífero a nivel nacional o internacional.
  - Indicador = metros / año promedio nacional de abatimiento de pozos // metros / año de abatimiento de pozos en la zona de la cuenca bajo análisis.
- *Indicador de respuesta:* es conveniente contar con información sobre la eficiencia del uso, tanto a nivel doméstico como urbano, industrial y agropecuario, en fun-

[6] Si bien este indicador está más dirigido a contaminación por aguas residuales domésticas, podría establecerse la causa de los problemas a partir del análisis de los diagnósticos locales.

ción de dos elementos de comparación: el consumo en otras regiones del país y del mundo y las metas de eficiencia fijadas para el uso del recurso subterráneo.

- Indicador = Proporción de agua subterránea en el abastecimiento total de la zona de la cuenca en análisis (%) / proporción de agua subterránea en el abastecimiento total nacional X (metros/ año promedio nacional de abatimiento de pozos // metros / año de abatimiento de pozos de la zona de la cuenca bajo análisis).

Índice de servicios ambientales y funciones ecológicas del agua

El ISAfea se refiere a las relaciones más directas entre agua y biodiversidad, representada por la diversidad ictiológica, de moluscos, crustáceos e insectos y microorganismos que habitan en el medio hídrico, y las formaciones vegetales relacionadas con el agua (vegetación ribereña, flotante o sumergida) en sistemas lóticos y lénticos. Este índice también abarca la existencia y buen estado de los ecosistemas terrestres críticos en términos de biodiversidad, teniendo en cuenta la gran proporción de endemismos entre los países con mayor número de especies por kilómetro cuadrado.

El ISAfea está compuesto, en resumen, por los siguientes índices: índice de caudal ecológico (IKECO), índice de salud y ordenamiento territorial y ecológico (ISOTA), índice de biodiversidad y endemismo ecológico (IBEE). El Cuadro 2 resume los indicadores de estado, presión y respuesta propuestos para cada uno.

El IKECO se refiere al respeto a la dinámica natural del río y de los cuerpos de agua. En la evaluación de este indicador, se toma la longitud total del río y se evalúan las zonas que presentan problemas estaciones de caudal que interfieren con la dinámica de reproducción de las especies ictiológicas, especialmente.

(longitud total del río - longitud de corriente que queda sin agua suficiente) / longitud total del río

En la determinación del **IBEE** es necesario hacer primero, una indagación histórica detallada para establecer qué especies existían antes de la construcción de todas las obras hidráulicas, cuáles fueron poblando el río y los cuerpos de agua como resultado de la construcción de estas obras y cuál ha sido su comportamiento a lo largo de los años, a medida que aumenta la contaminación y la presión sobre el recurso. Es importante hacer muestreos de peces, moluscos, crustáceos y macroinvertebrados bentónicos y demás especies indicadoras de calidad de agua a nivel de bentos, neuston y de la superficie en general. La ventaja de los bioindicadores es que son de carácter "crónico"; es decir, habitan allí de manera permanente y, por lo tanto, revelan las condiciones predominantes de su entorno. Este índice debe señalar el deterioro de la biodiversidad en general frente a la presión creciente de la demanda socioeconómica en la cuenca. Es necesario preguntar a los habitantes tradicionales, especialmente a los de la tercera edad, para establecer la línea de base histórica.

Además de los posibles indicadores mencionados en el Cuadro 2, también se puede incorporar como factor ponderador, la calificación creada por el INE (Instituto Nacional de Ecología) en la encuesta de disposición a entregar agua (450 encuestas a productores de la cuenca evaluada). Esa calificación revela una actitud acerca de la sostenibilidad del recurso basada en la percepción de los pobladores y en información creciente acerca del estado y presión sobre el recurso mismo. De manera especial se señala la necesidad de incluir un factor ponderador relacionado con el cambio climático, puesto que el aumento de temperatura promedio ya se ha confirmado con toda la validez científica y tendrá consecuencias gigantescas, tanto en la demanda de agua en todos los sectores (doméstico, industrial y agropecuario) como en la oferta superficial y subterránea, ya que el calor promedio y la evapotranspiración serán mayores

Aplicaci n inicial del ISAAC en la cuenca Lerma-Chapala

Se hizo un primer ejercicio de generación del ISAAC en la cuenca Lerma-Chapala, México, para lo cual

Cuadro 2. Indicadores propuestos para los índices que conforman el ISAfea

ISAFEA	Indicador de estado	Indicador de presión	Indicador de respuesta	Valor aceptable
IKECO	Escurrimiento remanente de la corriente superficial / caudal realmente usado	Crecimiento poblacional a nivel nacional / crecimiento poblacional en la zona en los últimos cinco años	Caudal legalmente asignado / caudal realmente usado	≥ 3/3
ISOTA	Área protegida en buen estado / área protegida formalmente establecida) x (área protegida formalmente establecida / área protegida recomendada)	Crecimiento área agrícola a nivel nacional / crecimiento de área agrícola en la zona en los últimos cinco años	Hectáreas adquiridas o bajo programas de recuperación, rehabilitación / número total de hectáreas identificadas como necesarias	≥ 3/3
IBEE	Número de especies de la corriente y cuerpos de agua de la zona / número de especies histórica o esperada por los científicos	Nivel ideal de bioindicadores (1) / nivel contaminación por bioindicadores (1 - 5)	Número de empresas y municipios que cumplen la norma / número total de empresas y municipios	≥ 3/3

se dividió la cuenca en tres zonas: alta, media y baja, con el fin de comparar el valor promedio del índice en cada una de las zonas y en la cuenca como un todo. Se usaron los valores de los parámetros disponibles. Los resultados del ejercicio se detallan en el Cuadro 3.

Como se evidencia en el cuadro anterior, la zona alta de la cuenca presenta un índice ISAAC levemente superior a las zonas media y baja (0,49 frente a 0,38 y 0,27). Sin embargo, es un valor relativamente bajo pues una cuenca debería estar alrededor de 1.0 para ser considerada en buen estado ambiental.

Como sistema de información, el índice parece funcionar bastante bien aunque se requiere un trabajo permanente de mejoramiento, tanto en la calidad de las fuentes como en los ajustes a cada uno de los indicadores. El ISAAC es un índice complejo que emplea múltiples indicadores e índices y que permite construirse parcialmente, cuando la disponibilidad de información es limitada. El índice se puede enriquecer con métodos de construcción participativa, por medio de talleres de consulta y de calificación de algunos indicadores.

Cuadro 3. Aplicación inicial del ISAAC a la cuenca Lerma-Chapala, México durante el período aplicación inicial del ISAAC a la cuenca Lerma-Chapala

Indicador	Estado	Presión	Respuesta	Total
Zona alta				
ISAsup				
IQAsup	0,14	0,20	0,72	0,20
IKAsup	0,13	0,70	0,84	0,74
Subtotal				
ISAsupt				
IQAsubt	1,0	1,12	1,02	1,14
IKAsubt	1,6	0,88	2,65	3,78
Subtotal				
ISAfea				0,18
IKECO		0,35		
ISOTA			0,70	
IBEE	0,29			
Total	0,64	0,65	1,18	0,49
Zona media				
ISAsup				
IQAsup	0,49	0,26	1,25	0,16
IKAsup	0,87	0,57	0,94	0,47
Subtotal				
ISAsupt				
IQAsubt	0,80	0,98	1,10	0,87
IKAsubt	0,62	0,71	0,95	0,41
Subtotal				
ISAfea				
IKECO		0,54		0,14
ISOTA			0,57	
IBEE	0,47			
Total	0,65	0,61	0,96	0,38
Zona baja				
ISAsup				
IQAsup	0,47	0,51	1,24	0,29
IKAsup	0,98	0,50	1,44	0,71
Subtotal				
ISAsupt				
IQAsubt	1,00	0,81	1,00	0,81
IKAsubt	1,32	0,73	0,95	0,91
Subtotal				
ISAfea				-0,17
IKECO	-0,95	-0,95		
ISOTA			0,50	
IBEE	0,38			
Total	0,83	0,32	1,03	0,27

Bibliograf a consultada

CIESIN (Center for International Earth Science Information Network). 2003. Population, landscape and climate estimates. Available at http://sedac.ciesin.columbia.edu/plue/nagd/place.html

ESL (European Statistical Laboratory). 2004. Dashboard of sustainability. Available at http://esl.jrc.it/envind/dashbrds.htm

Esty, DC; Porter, ME. 2005. National environmental performance: an empirical analysis of policy results and determinants. Journal of Environmental 10:4: 391-434

Fonseca, C. 2006-2007. Environmental evaluation of watersheds; design of an evaluation tool and application to the Lerma-Chapala Watershed. Final consultancy reports to the National Water Commission of Mexico. Mexico City, Mexico, World Meteorological Organization.

Grossman, GM; Krueger, AB. 1995. Economic growth and the environment. Quarterly Journal of Economics CX(2): 353-377.

IISD (International Institute for Sustainable Development). 2004. Compendium of sustainable development indicators. Winnipeg, Canada.

IUCN (International Union for Nature Conservancy). 2001. Wellbeing of nations. Available at http://www.iucn.org/info_and_news/press/wbon.html

Levy, MA; Meier, P. 2004. Early warning and assessment of environment, conflict, and cooperation. New York, USA, United Nations Environment Program and Woodrow Wilson Center.

Parris, TM; Kates, RW. 2003. Characterizing and measuring sustainable development. Annual Review Environmental Resources 28(13): 1-28.

Porter, ME. 1991. America's green strategy. Scientific American 264(4): 96.

Yale Center for Environmental Law & Policy. 2001. Environmental sustainability index 2001. New Haven, Conn., Yale University.

Yale Center for Environmental Law & Policy. 2002. Environmental sustainability index 2002. New Haven, Conn., Yale University.