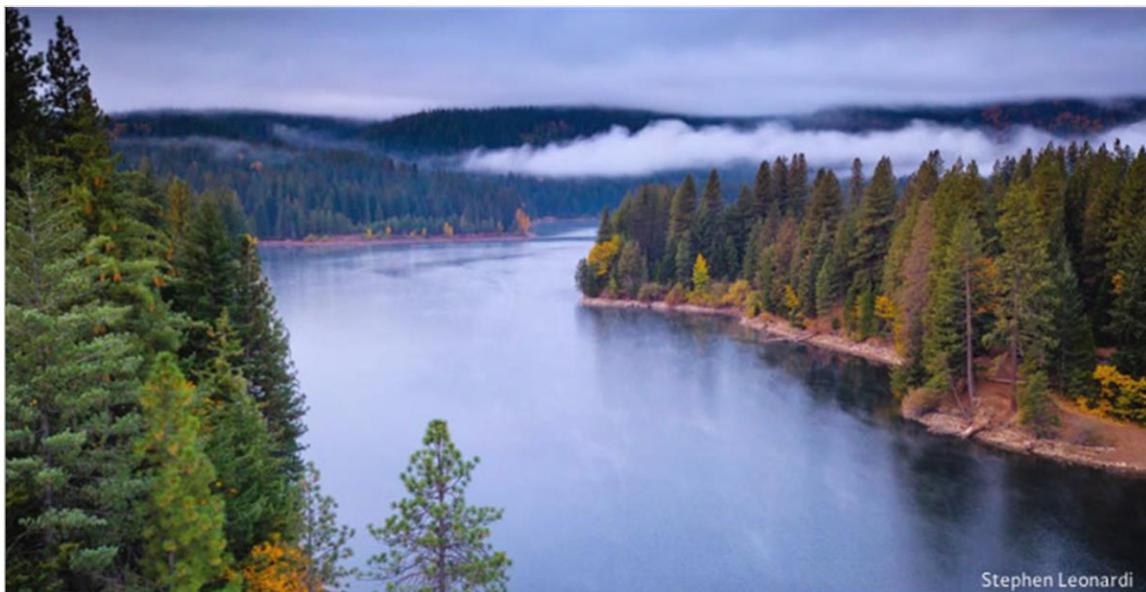


La sustentabilidad hídrica y el conocimiento del ciclo del agua

Autor:
Adrián Pedrozo Acuña
Fecha de publicación:
19 de julio de 2020

Disgregación del ciclo del agua



El uso de la tierra, el agua y la energía por parte de los seres humanos deja irremediablemente una huella de nuestras actividades sobre el planeta.

La definición sobre la sustentabilidad ambiental de nuestras actividades como especie se puede determinar a través de la suma de la huella ambiental local, regional o global de todas las actividades humanas, lo cual no es sencillo (Hoekstra, 2015).

El hecho comprobado es que las actividades humanas añaden gases de efecto invernadero a la atmósfera a un ritmo nunca antes visto en la historia, lo que amenaza con trastocar el delicado equilibrio de los ciclos energético, de carbono y del agua a nivel global. En el año 2014 se identificó un problema similar con la huella ecológica de la humanidad. Lin et al. (2018) presentaron un estudio que confirmaba que la huella ecológica de la humanidad había excedido la capacidad de la Tierra en un 70 %, lo que indica que se requieren 1.7 planetas para sostener nuestro actual tren de vida. Esto señala que hoy día, nuestro ritmo de vida se mantiene a expensas de la sobreexplotación del planeta, lo que necesariamente acelera su degradación. Lo complicado es que no es posible asociar esta conclusión de manera distintiva a una sola actividad humana, sino que es el resultado de la agregación de actividades a una escala global.



Dentro de una cuenca, la disponibilidad del agua está limitada por la cantidad de lluvia que cae de la atmósfera. El agua que proporciona la lluvia sobre una cuenca saldrá de la misma por dos vías: a través de la evaporación (de regreso a la atmósfera) o de los ríos (hacia el océano). El flujo invisible asociado a la evaporación (conocido también como agua verde) puede tomar una ruta alternativa de transpiración en cultivos y bosques antes de evaporarse, con lo que se le aprovecha para la producción de alimentos (p. ej. cultivos) y la generación de servicios hidrológicos ambientales de los bosques (p. ej. recarga, generación de lluvia). Por otro lado, la utilidad del flujo azul, caracterizado por el agua superficial y subterránea disponible en ríos, lagos, embalses y acuíferos, es posible a través de las extracciones de agua destinadas a los usos doméstico, industrial y agrícola. En esta lógica, y para el caso de los ríos, esta agua es utilizada antes de dejarla seguir su camino hacia la desembocadura de los ríos al océano.

En un primer vistazo, y a un nivel de cuenca, podríamos pensar que es posible hacer uso de toda el agua azul y verde disponible en un cierto periodo de tiempo. Sin embargo, es necesario señalar que temporalmente es posible utilizar más agua que la que hay disponible en una cuenca, si estamos dispuestos a sobreexplotar nuestros ríos y acuíferos. Desde luego, esta acción tiene consecuencias graves en el largo plazo, pues equivale a extraer más agua de la que naturalmente se repone en la cuenca o acuífero. El límite máximo inextensible para el uso consuntivo del agua en una cuenca o acuífero está siempre definido por la lluvia, pero este límite requiere ser ajustado a un límite máximo real considerablemente por debajo de ese volumen, debido a la necesidad de dejar grandes porciones del flujo azul y verde para la naturaleza. La aparente pérdida de una porción del ciclo hidrológico por evapotranspiración en bosques o de los flujos de agua en ríos que llegan sin aprovecharse al océano no representan pérdidas reales, pues mantienen funcionales a los ecosistemas de los que depende la sociedad.

Una posible vía alterna para alcanzar la sustentabilidad del agua en el planeta es a través de la definición de umbrales de huella hídrica azul y verde para las actividades humanas. Por ejemplo, es posible definir los niveles máximos para el uso de agua azul por acuífero y cuenca, que permitan la sustentabilidad, al mismo tiempo que se determinan la huella hídrica verde máxima por bioma o región ecológica.

Necesidades naturales de agua azul

El límite superior del agua azul disponible por cuenca está definido por el escurrimiento superficial total, menos el llamado gasto ecológico. Esta necesidad ambiental o flujo ecológico representa el volumen que requiere permanecer disponible en el río para sostener los ecosistemas ribereños y estuarinos, así como las vidas humanas que dependen de esos ecosistemas. Actualmente existe un consenso mundial sobre la incorrecta idea de utilizar la totalidad del escurrimiento superficial de un río. La biodiversidad a lo largo de los ríos y deltas depende de la presencia de agua en estos sistemas. Como un indicador grueso, es necesario mantener cerca del 80 % del flujo natural de un río para prevenir cambios drásticos en la estructura natural del ecosistema (Richter et al., 2012). Como regla general, la disponibilidad máxima de agua azul en una cuenca es tan solo del 20 % del escurrimiento de la misma. De hecho, ese 20 % disponible para los distintos usos no está del todo disponible para ser utilizable o explotable, en virtud de que existe una variación temporal en esta disponibilidad, con lo que no todo estará disponible en la temporada de crecimiento de cultivos, cuando aumentan las demandas agrícolas de agua. De esta manera, el volumen disponible de agua azul que puede ser utilizado de forma sostenible variará de una cuenca a otra.

Del mismo modo, es necesario preservar las extracciones de agua subterránea a un nivel que garantice la sustentabilidad de los acuíferos. El flujo subterráneo conforma en gran medida los escurrimientos base de los ríos, que son esenciales para mantener a los ecosistemas. En una primera mirada, uno podría pensar que es posible extraer un volumen de agua igual al definido por la recarga natural de los



acuíferos, pero esto es un error, ya que los acuíferos son sistemas dinámicos en los que el gasto de salida responde al gasto de entrada. En un equilibrio natural, el gasto de salida es idéntico al gasto de entrada. Si extraemos agua del acuífero, la entrada neta de agua al acuífero se reduce, lo que afecta al flujo de salida y, en consecuencia, al gasto base de los ríos. Por lo tanto, estudios recientes indican que, para alcanzar la sustentabilidad hídrica de los acuíferos, el uso de agua subterránea debe estar limitado a solo una fracción de la recarga natural de los mismos (Hoekstra, 2018). Otra razón importante es que la extracción de agua subterránea de un acuífero siempre afectará los niveles piezométricos: a mayor extracción, mayor abatimiento o caída de los niveles piezométricos. Gleeson y Richter (2018) sugieren que, para proveer una adecuada protección ecológica, la extracción de agua subterránea debería reducir mensualmente no más de un 10 % el gasto base natural, sobre todo para aquellos lugares en donde no se hayan realizado evaluaciones científicas detalladas del caudal ecológico.

Necesidades naturales de agua verde

El agua verde está conectada a la tierra, por lo que la definición de cuánta agua verde hay disponible para las actividades humanas depende de la respuesta a la pregunta de cuánta tierra existe disponible para uso humano. Necesitamos la tierra para vivir, trabajar, para la infraestructura de transporte y para actividades como la minería, el almacenamiento de residuos, los cultivos, los bosques y los pastizales. En este sentido, existe consenso en que sería poco inteligente utilizar toda la tierra disponible en el planeta para las necesidades humanas. Los estudios científicos más recientes estiman que es necesario proteger zonas de alto valor ecológico para asegurar la preservación de biodiversidad y las funciones de los ecosistemas, lo que es posible por medio de la protección de alrededor del 25 y 75 % del área total de estas regiones (Baille y Zhang, 2018). A nivel global, con el objeto de proteger la biodiversidad, este número fue estimado en 50 % de la superficie terrestre (Wilson, 2016). El agua verde disponible en una región (p. ej. una cuenca) depende de la cantidad de bosques, cultivos y zonas ecológicas, teniendo en mente que no toda el área disponible puede ser utilizada con propósitos agrícolas o forestales, pues necesitamos un cierto porcentaje del área total para asentamientos humanos, infraestructura, desiertos y algunas áreas que no sean apropiadas para la producción. De esta forma, la disponibilidad máxima de agua verde en una cuenca es tan solo una fracción del flujo total de evaporación (Hoekstra et al., 2011). Un estudio reciente estima que solo el 25 % del flujo verde global (evapotranspiración) está disponible para uso humano (Schyns et al., 2019). La disponibilidad y escasez de agua verde no ha sido lo suficientemente estudiada ni considerada en los debates y discusiones de política pública sobre la escasez de agua. Con el uso de la tierra para propósitos específicos, como bosques y humedales, se asignan de manera automática volúmenes de agua verde, por lo que la gestión territorial ecológica es una importante herramienta para la planeación y gestión del agua.

Tiempo y lugar para la disponibilidad

Es importante resaltar que las variabilidades de tiempo y lugar son dos variables que no se incluyen en la estimación de disponibilidades de agua a nivel nacional. Ambos flujos aquí descritos, el azul y el verde, son altamente dependientes del tiempo y el lugar. Por ejemplo, una huella hídrica azul para un uso dado puede representar un cambio menor en una cuenca tropical dada (p. ej. el sureste de México), mientras que ese mismo volumen puede significar la sobreexplotación del agua en una cuenca árida (p. ej. en el norte de México). Este mismo matiz puede ocurrir de forma temporal en una misma cuenca, mientras que un volumen dado puede parecer menor en la época de lluvias, este puede ser considerado como muy grande durante los meses de estiaje. En las cuencas del mundo, cuando agregamos las huellas hídricas asociadas a los usos de actividades humanas en los doce meses del año, hablamos de huella hídrica azul anual, pero no tiene sentido comparar esta huella hídrica global anual con la disponibilidad de agua azul agregada en un año; es decir, la falta de agua en una cuenca no puede ser compensada o relacionada con el exceso de agua en otra. Asimismo, la falta de agua en un mes específico no puede



ser relacionada con la abundancia de agua en otro mes. La escasez, sobreexplotación y contaminación del agua se manifiestan de forma local en regiones y tiempos específicos.

Por todo lo anterior, el IMTA trabaja en la generación de marcos de trabajo modernos que nos permitan identificar las diferencias de tiempo y lugar en la disponibilidad, de tal suerte que sea posible avanzar con pasos firmes a la gestión adecuada del agua a nivel nacional.

Referencias

- Baille J. y Zhang ZP, (2018) Space for nature. *Science*, 361 (6407):1051.
- Gleeson T., Richter B, (2018) How much groundwater can we pump and protect environmental flows through time? Presumptive standards for conjunctive management of aquifers and rivers. *River research and applications*, 34(1):83-92.
- Hoekstra, AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonnen MM, (2011) *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*, Routledge Earthscan, London, UK.
- Hoekstra, AY, (2015) The sustainability of a single process, production process or product. *Ecological indicators*, 57:82-84.
- Hoekstra, AY, (2018) Global food and trade dimensions of groundwater governance. In: Villholt, KG, López-Gunn, E, Conti, KI, Garrido, A, Van der Gun, J, (es) *Advances in groundwater governance*, CRC Press, Leiden, The Netherlands, pp. 353-366.
- Lin D, Hanscom L., Murthy A., Galli A, Evans M., Neill E., Mancini MS, Martindill J, Medouar F-Z, Huang S, Wackernagel M, (2018) Ecological footprint accounting for countries: Updates and results of the national footprint accounts, 2012-2018. *Resources*, 7(3):58.
- Richter BD, Davis MM, Apse C, Konrad C, (2012) A Presumptive standard for environmental flow protection. *River research and applications*, 28(8):1312-1321.
- Schyns JF, Hoekstra AY, Booij MJ, Hogeboom RJ, Mekonnen MM, (2019) Limits to the world's green water resources for food, feed, fibre, timber and bioenergy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(11): 4893-4898.
- Wilson EO, (2016) *Half-Earth: Our planet's fight for life*, WW Norton and Company, New York, USA.