

Los retos del agua en México

Water challenges in Mexico

Felipe Ignacio Arreguín-Cortés¹, ORCID: 0000-0002-6577-6497

Mario López-Pérez², ORCID: 0000-0001-8797-7911

Claudia Elizabeth Cervantes-Jaimes³, ORCID: 0000-0002-5104-6258

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, farreguin2011@gmail.com

²Consultor independiente, mario.lopezamh@gmail.com

³Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México, celizacervantes@gmail.com

Autor para correspondencia: Claudia Elizabeth Cervantes-Jaimes, celizacervantes@gmail.com

Resumen

Se presenta el análisis que hace el Foro Económico Mundial sobre la correlación del agua con la mayor parte de las actividades humanas, señalando el incremento de la presión sobre las agendas sociales,

políticas, económicas y medioambientales. Con este antecedente se analizan los factores meteorológicos, geográficos, demográficos y los generados por el impacto del cambio climático en México, señalando los grandes retos para la administración de los recursos hídricos: posicionar su gestión como un asunto estratégico y de seguridad nacional; garantizar el derecho humano al agua, saneamiento y a un medio ambiente sano; cumplir con los objetivos de desarrollo sustentable; lograr la equidad de género; establecer la transparencia y rendición de cuentas, y desconcentrar y descentralizar la gestión del agua. Se hacen propuestas de solución, estableciendo tiempos y costos. Destacan dos conclusiones: no se puede resolver el reto del agua en México en seis años, pero sí es posible establecer las bases para hacerlo. Se requieren al menos 24 años (2042) para contar con infraestructura que contribuya a lograr la sustentabilidad y seguridad hídrica en el país.

Palabras clave: planeación hídrica, infraestructura hidráulica, seguridad hídrica, política hídrica, cuarta revolución industrial, sustentabilidad hídrica.

Abstract

The analysis of the World Economic Forum about the relationship between water and human activities is presented and the increase of pressure over social, political, economic and environmental activities is described. With this background, the meteorological, geographical and demographic factors are reviewed, as well as those originated by the climate change in Mexico, highlighting the great challenges for water

management: To place it as a strategic issue of national security; to guarantee the human right to water, sanitation and a healthy environment; to achieve the objectives of sustainable development; to achieve gender equity, to set transparency and accountability; and to devolve and decentralize the water management. Solutions are presented, including timeframe and costs. The two most important conclusions are: Water challenges in Mexico cannot be overcome in six years however, it is possible to establish the required environment. At least 24 years are needed (2042) to setting up infrastructure and conditions that make possible sustainability and water security in Mexico.

Keywords: Water planning, hydraulic infrastructure, water security, water policy, fourth industrial revolution, water sustainability.

Recibido: 21/11/2018

Aceptado: 24/08/2019

Introducción

El Foro Económico Mundial, en su Informe de Riesgos Mundiales 2019 (World Economic Forum, 2019) reconoce al agua como uno de los retos con mayor presión social, política y económica en el ámbito global y deja claro que casi toda actividad humana está entrelazada con el agua.

Al visualizar en el planeta los recursos naturales como una capa y a la población como otra, se reflejan problemas como la creciente demanda y contaminación de cuerpos de agua. A esas dos se suma la capa del cambio climático, con lo que se tiene un escenario complejo, que acentúa la brecha entre oferta y demanda en los sectores doméstico, agrícola e industrial, impactando de forma negativa al medio ambiente. El número de capas correspondientes a diversos temas conductores vinculantes con el agua es numeroso y vuelve mucho más complejo el análisis (Figura 1).

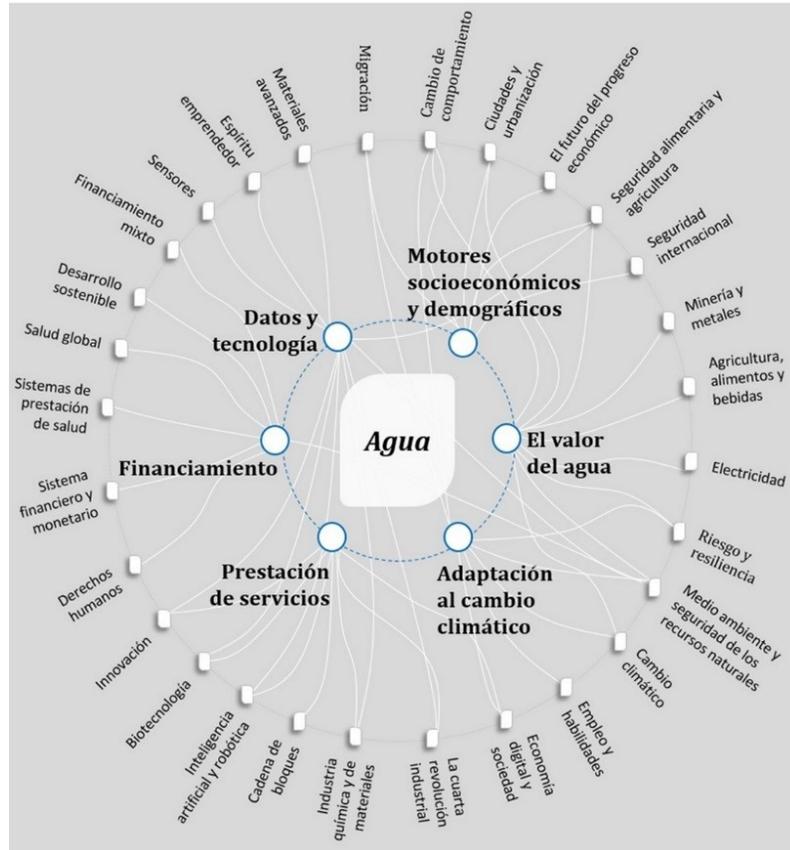


Figura 1. Temas clave de la agenda global. Agua, problema mundial.

Fuente: Foro Económico Mundial (2018).

Los siguientes datos proporcionan una idea global de los retos que enfrenta el planeta:

- Se estima un incremento de la población urbana para el año 2050 de 2 500 millones de habitantes (ONU, 2018).
- Se considera un aumento de un 10% en la extracción de agua para la producción de alimentos para el año 2050 (FAO, 2011).

- El impacto del cambio climático puede reducir el rendimiento de los cultivos en un 30% para 2080 (Alston & UN Human Rights Council, 2019).
- 2 200 millones de personas no tienen acceso seguro al agua potable y más de 4 200 millones no cuentan con servicio de saneamiento gestionado de forma segura (UNICEF & OMS, 2019).
- El 80% de la población que aún carece de servicios básicos vive en áreas rurales (UNICEF & OMS, 2019).
- La brecha financiera anual estimada en los sectores clave de los Objetivos de Desarrollo Sostenible es de \$2.5 billones anuales para el periodo 2015-2030 (UNCTAD, 2015).

La situación meteorológica, climática, geográfica y de vulnerabilidad en México

La extensión territorial de México es de 1 959 248 km² (INEGI, 2016). Por su ubicación geográfica, orografía diversa, y la presencia de fenómenos meteorológicos y climatológicos en diferentes escalas, México presenta una gran variedad de climas. Todos estos factores tienen influencia sobre la intensidad y distribución espacial y temporal

de la precipitación. Ejemplo de ello son las condiciones de sequía e inundaciones, que se han presentado en muchas regiones del país a través de su historia.

A diferencia de los grandes desiertos, que tienen latitudes comunes con México (Figura 2), el territorio nacional se ubica entre dos cuencas ciclogénéticas. Los ciclones tropicales transportan grandes cantidades de humedad desde los océanos hacia la zona continental (Figura 3). Este proceso contribuye al reabastecimiento natural de las fuentes superficiales y subterráneas de agua mediante la precipitación y, al mismo tiempo, es causa de importantes daños debido a inundaciones en centros de población y zonas productivas expuestos y vulnerables. Existen 162 000 km² del territorio nacional susceptibles de inundarse.

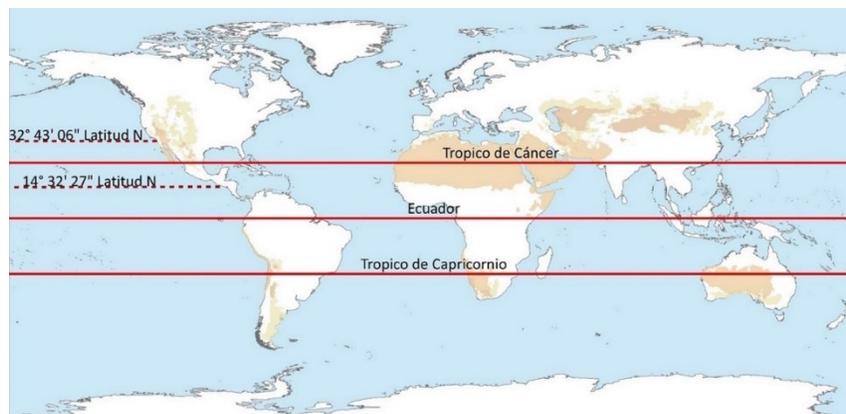


Figura 2. Ubicación geográfica de México y los grandes desiertos.

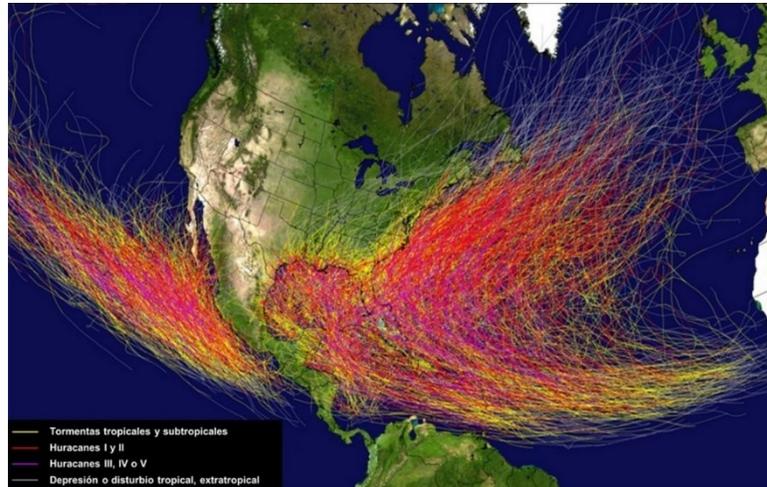


Figura 3. Trayectorias históricas de los ciclones tropicales: Atlántico, 1851-2013; Pacífico, 1949-2013. Fuente: NOAA (2014).

La precipitación media anual en la república mexicana (1981-2010) es de 740 mm, equivalentes a 1 449 km³ de agua (Conagua, 2018). En cuanto a la distribución espacial, los acumulados máximos se presentan en el sur del país, con registros mayores a los 4 000 mm anuales en algunas regiones. En contraste, en el noroeste, la región más seca del país, la precipitación media anual presenta una lámina inferior a 300 mm (Figura 4). Adicional al escurrimiento que produce dicha precipitación, México recibe cada año de EUA y Guatemala, a través de sus cuencas transfronterizas, 48 km³, y exporta hacia EUA 0.43 km³, con base en el Tratado de Aguas Internacionales, suscrito en 1944.

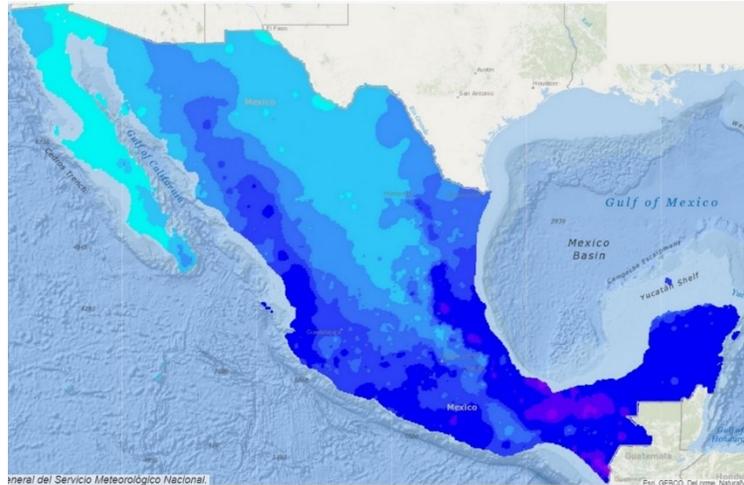


Figura 4. Distribución espacial de la precipitación media anual nacional.
Fuente: Conagua (2018).

El desarrollo económico nacional, que se refleja en la aportación al Producto Interno Bruto, está directamente relacionado con la concentración de la población y, por lo tanto, con la demanda del recurso. En México, 77% de la población está asentada en donde se encuentra sólo 33% del agua renovable. A esto se suma la contaminación del agua como otro factor limitante de la disponibilidad, pues 70% de los cuerpos de agua tiene algún grado de contaminación, conforme al monitoreo de la red de medición de calidad de aguas superficiales en México, que cuenta con 5 068 sitios o estaciones (Conagua, 2018) (Figura 5).

Impacto del cambio global en el ciclo hidrológico

Uno de los indicadores sobre el cambio global es el comportamiento de la anomalía de la temperatura media del planeta, por su tendencia ascendente y sus efectos sobre el ciclo hidrológico.

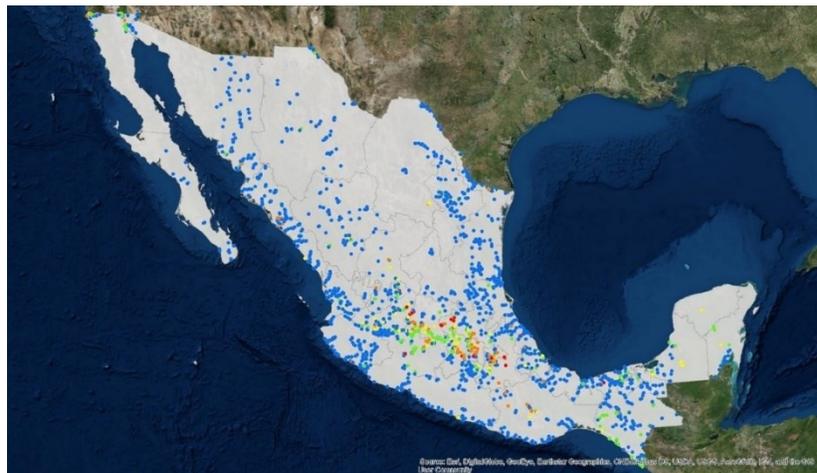


Figura 5. Calidad del agua: demanda química de oxígeno, 2016.

Fuente: Conagua (2018).

De acuerdo con las estimaciones de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés), y del Instituto Goddard para estudios Espaciales, basadas en registros de más de 6 000 puntos de monitoreo, el planeta se ha calentado 1.1 °C desde finales del siglo XIX. A partir de dichas estimaciones, 2016 fue el año más cálido y el tercer año consecutivo en que se estableció un nuevo récord de temperatura global; 2015 es el segundo año más cálido, a

éste le siguen 2017 y 2018, como el tercero y cuarto año más cálidos registrados, respectivamente; nueve de los 10 años más cálidos han ocurrido desde 2005, donde los últimos cinco años (2014-2018) han sido los de mayor temperatura; junio de 2019 es el junio más cálido registrado en 139 años (Figura 6).

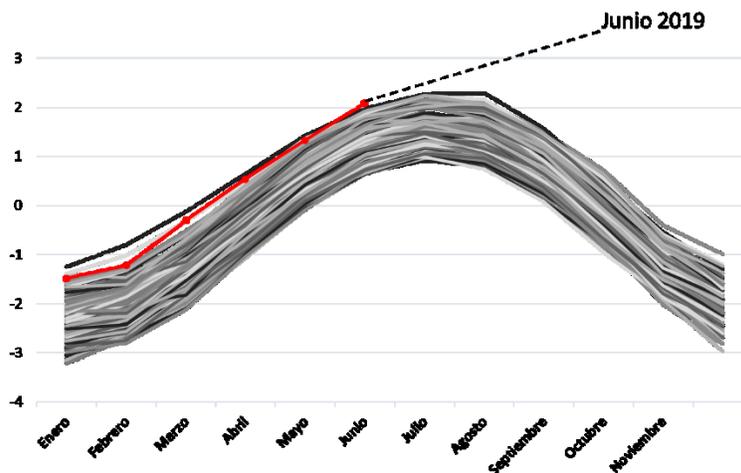


Figura 6. Anomalia de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), diferencia con respecto al ciclo estacional medio del periodo 1980-2015. Fuente: GISTEMP Team (2019).

En México, de enero a octubre de 2017 se presentó la temperatura más alta para tal periodo del año desde 1971, superando a la registrada en 2016 (NASA, 2018).

El *Atlas de vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático* (Arreguín-Cortés, López-Pérez, & Montero-Martínez, 2015) estima el efecto del cambio climático en las temperaturas máxima, mínima y

promedio, al igual que en la precipitación. Además, hace una estimación de los índices de ingreso de ciclones tropicales y de lluvias por municipio de acuerdo con los escenarios del Panel Intergubernamental del Cambio Climático para México. Dichos elementos son fundamentales para establecer e implementar una política pública adecuada y dinámica al respecto.

Administración y usos del agua en México

Las aguas superficiales del país se distribuyen en 757 cuencas, de las cuales 649 cuentan con disponibilidad de agua (Figura 7). En cuanto a las aguas subterráneas, las unidades hidrogeológicas administrativas son 653 —para fines prácticos, denominados acuíferos— de los que se han identificado 408 con disponibilidad (DOF, 2018) (Figura 8).

En las últimas décadas, el agua disponible se ha reducido de manera significativa, y se requieren estrategias para reducir este problema. El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) realizó un análisis de la seguridad hídrica en el ámbito municipal, que muestra los municipios en riesgo de no contar con agua suficiente y con la calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, o expuestos a daños por fenómenos hidrometeorológicos (Figura 9).

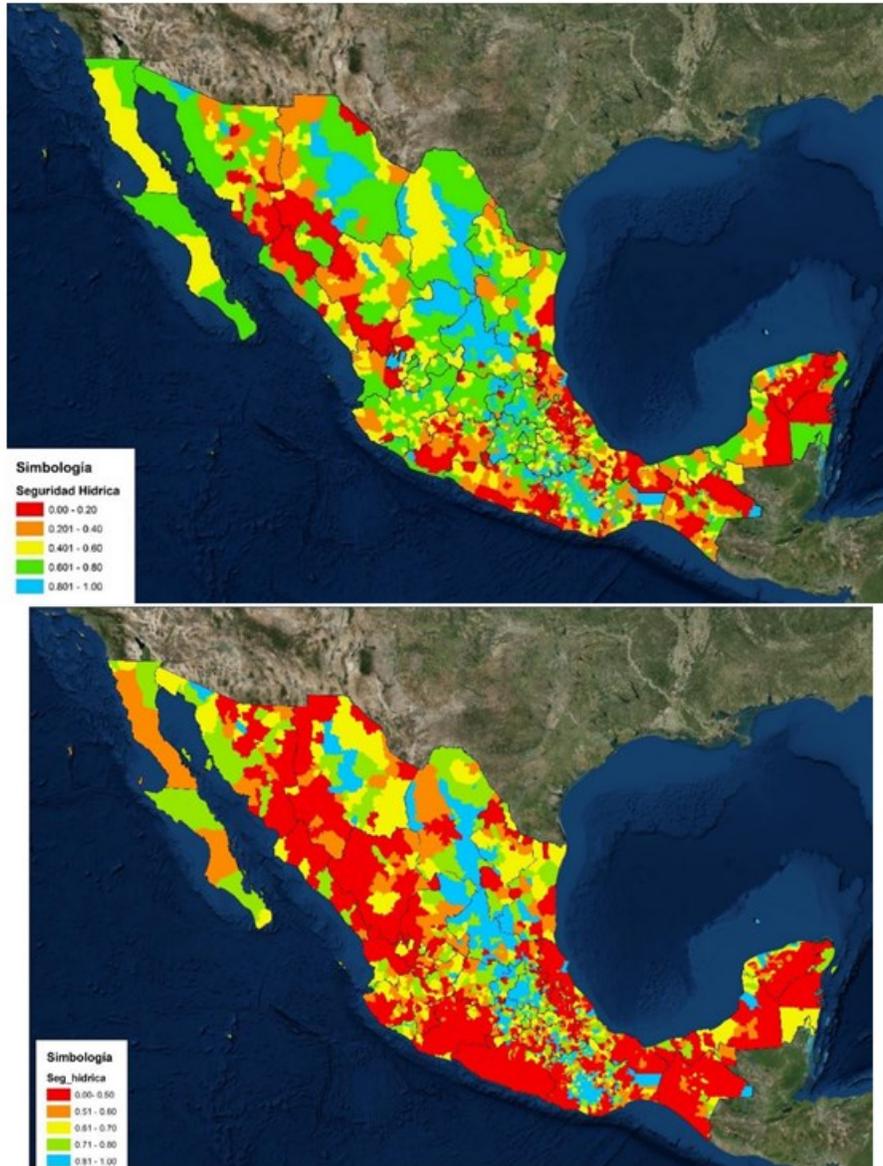


Figura 9. Índice de seguridad hídrica en la república mexicana. Fuente: Rodríguez *et al.* (2017).

Los grandes problemas del agua en México

México debe resolver múltiples problemas en materia de agua, mismos que han sido generados a lo largo de su evolución industrial y durante la cual no ha sabido gestionar de forma adecuada sus recursos hídricos. Se pueden sintetizar los grandes problemas del agua en:

- Las cuencas y acuíferos de mayor importancia en términos de habitantes y actividad económica están sobreconcesionados y sobreexplotados, respectivamente.
- El porcentaje de cuerpos de agua contaminados en el país llega al 70%.
- La seguridad hídrica está comprometida en muchas regiones (p. ej., abasto para consumo humano, saneamiento de agua residual, contaminación emergente de corrientes y desastres por fenómenos naturales y antrópicos, como tormentas severas, inundaciones y sequías).
- El cambio climático está impactando a diversos sectores a través del agua.
- El número de conflictos y la competencia por el agua va en ascenso, e involucra a los tres niveles de gobierno y a los usuarios del agua; también se manifiesta en las cuencas y acuíferos transfronterizos.
- La protección de humedales y cuerpos de agua, y el recurso para el medio ambiente están ausentes de la gestión integrada del agua en la realidad aun cuando la ley vigente considera tales aspectos.

- Existe poca valoración y cuidado del agua en la sociedad mexicana.
- Aún hay dispendio e ineficiencia en el uso del agua en todos los sectores, que manifiestan una cultura de agua incongruente con la situación de disponibilidad del recurso.
- El sector agua se ha descapitalizado de manera acelerada en personal calificado, lo que ha contribuido a una pérdida de autoridad y de actuación.
- La mayor parte de la infraestructura hidráulica fue construida antes de mediados del siglo pasado, por lo que ha alcanzado su vida operativa o lo hará en un corto plazo.
- El financiamiento del sector agua es cada vez menor, más comprometido a construir infraestructura hidráulica y menos a su operación y mantenimiento, así como a la gestión del agua, que es el objetivo fundamental de la Ley de Aguas Nacionales.
- El marco legal está desactualizado, es complejo y difícil de implementar.
- No se invierte lo suficiente en investigación y desarrollo tecnológico.

Los retos de la gestión del agua

La problemática descrita permite delinear cinco grandes retos para la gestión del agua en México:

1. Posicionar su gestión como un asunto estratégico y de seguridad nacional.
2. Garantizar el derecho humano al agua y saneamiento, y a un medio ambiente sano.
3. Cumplir con los objetivos de desarrollo sustentable (abasto, saneamiento, prevención y protección ante desastres, y cooperación transfronteriza).
4. Lograr la equidad de género, transparencia y rendición de cuentas.
5. Desconcentrar y descentralizar la gestión del agua.

Propuestas para enfrentar los problemas y retos del agua en México

Un tema que en los años recientes ha adquirido relevancia es la reglamentación del derecho humano al agua y al saneamiento, establecido en el artículo 4° constitucional. Existen varios proyectos de Ley General de Aguas que buscan integrar lo señalado en el artículo 4, lo previsto en el 115 y lo correspondiente al 27, párrafo quinto. Las razones por las que no se ha logrado consenso aún se deben

fundamentalmente a que son temas distintos: los artículos 4 y 115 se refieren al suministro de agua, y el 27 a la naturaleza de las aguas nacionales. Sería más conveniente elaborar dos leyes: una Ley General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, que reglamente los artículos 4º y 115 constitucionales, precisando atribuciones y responsabilidades a municipios, estados y federación. En ella es recomendable la creación de una Comisión Federal de Servicios Hidráulicos, el ente regulador de los servicios, así como el agente técnico para estos temas (Figura 10). Por otro lado, pero de manera armónica y articulada con la propuesta de la anterior Ley, es deseable renovar o actualizar la reglamentación del artículo 27, párrafo quinto constitucional, es decir, la Ley de Aguas Nacionales.

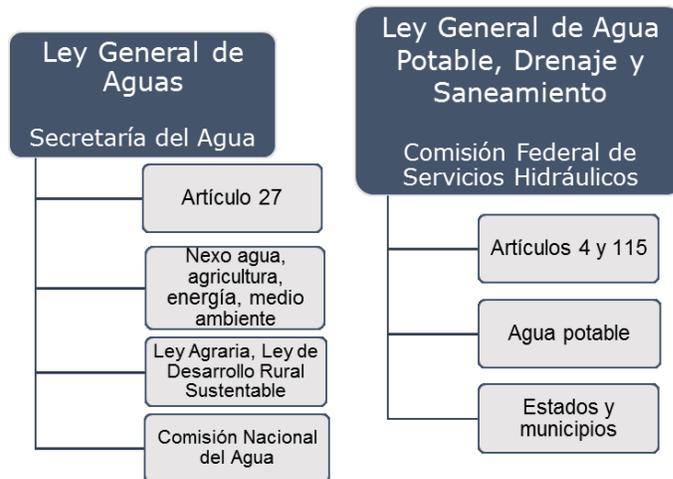


Figura 10. Resolución del marco legal separando el cumplimiento del derecho humano al agua de la gestión integral del agua.

Es necesario que la política hídrica esté al mismo nivel, articulada y armonizada con las políticas económica, energética, agropecuaria, acuícola, forestal, ambiental, de cambio climático, de desarrollo urbano, de ordenamiento del territorio y de protección civil. Sucede que la política hídrica sólo ha aplicado a la Comisión Nacional del Agua (Conagua), nunca se ha logrado su transversalidad y ha estado subordinada a las otras. El agua siempre se ha visto como un insumo o algo que se da por descontado que existe y puede ser empleada sin límite. Los ejemplos más evidentes están en el uso agrícola, principal usuario y causante de sobreexplotación de acuíferos y sobreextracción en cuencas; y el crecimiento urbano, sin considerar las fuentes de agua y zonas de recarga, entre otras. Es toral fortalecer la política hídrica, dando el nivel que merece a un recurso estratégico y de seguridad nacional.

En ese orden de ideas, es obligado diseñar, implementar y evaluar dicha política hídrica, con miras a ver su real impacto en el logro de retos y reducción de problemas en materia de agua. Ello debe ser mediante el establecimiento de un Sistema Nacional de Estadística del Agua, inclusivo, transparente y accesible a todos, para rendir cuentas de los avances.

La continuidad en la planeación hídrica y su evaluación ha sido una tarea inacabada y parcialmente ejecutada. Los objetivos de los tres últimos programas hídricos son en lo general muy similares. Todos apuntan a producir más en el sector agropecuario, con un uso más eficiente del agua; dotar de agua para consumo humano y servicios relacionados, incluido el saneamiento; mejorar el agua en cuencas y

acuíferos; consolidar la participación social en la toma de decisiones de la gestión del agua y promover una cultura del buen uso del agua; prevenir a la sociedad de riesgos derivados de eventos extremos, como inundaciones y sequías; mejorar técnica, financiera y administrativamente el sector hidráulico, y consolidarlo en el plano internacional. Si se comparan con los grandes objetivos del primer Programa Nacional Hídrico de 1975, se puede concluir que, en esencia, son los mismos. Se podría asumir que desde aquella época se tiene claro lo que se debe hacer en materia de agua y que sólo basta continuar para resolver los problemas del agua. Sin duda es obligado continuar con esa ruta, pero lo preocupante es que incluso con rumbo claro, la problemática del agua es más aguda. Entre las razones para ello están la poca o nula transversalidad de las estrategias y acciones emprendidas en otros sectores de la economía mexicana y en la propia autoridad del agua; el establecimiento de metas y acciones de poco impacto o poco alcance; la desvinculación de las acciones previstas en la planeación con compromisos que sí cuentan con presupuesto y prioridad de atención; la carencia de una cartera de proyectos o la desvinculación de ésta con la planeación; escasa o insuficiente asignación de presupuesto a las acciones previstas en el programa; escaso o nulo presupuesto a objetivos, estrategias y acciones, que implican conceptos fundamentales catalogados como gasto corriente (no de inversión), como estudios, medición del ciclo hidrológico y vigilancia del cumplimiento de la ley. La propuesta lógica es rescatar y fortalecer la planeación hídrica, dándole el sentido de guía de las acciones por realizar y soportarlo con presupuesto suficiente (Figura 11).



Figura 11. Fortalecimiento de la política hídrica en la nueva gestión del agua.

Un aspecto que requiere especial atención es la distribución de roles y competencias en la gestión integrada del agua en México. Se señala que la autoridad del agua no ha cumplido su tarea y se busca cambiar sus atribuciones en los distintos proyectos de ley, proponiendo una distribución de responsabilidades de los actores del agua diferente, pero tendiente a dar mayor participación a la sociedad.

Los temas fundamentales probados con éxito en muchos países y recomendados por organizaciones internacionales y por entidades de Naciones Unidas son los siguientes: la gestión del agua se debe hacer por cuenca (o por acuífero), nunca por estado, municipio o localidad; la

desconcentración de actos de autoridad en el nivel de cuenca o grupos de cuenca, nunca en otros órdenes de gobierno; la descentralización de tareas y acciones, no actos de autoridad. No se debe perder de vista que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala claramente que la administración de los recursos hídricos es indelegable e imprescriptible responsabilidad del ejecutivo federal. También indica la obligación de los municipios de proveer los servicios de agua y saneamiento a la población. Sin embargo, en un marco de corresponsabilidad y coadyuvancia para hacer más ágil y efectiva la gestión del agua es posible y deseable que múltiples tareas y acciones sean realizadas por estados y usuarios del agua organizados con fundamento en la ley (y apoyados en experiencias de buenas prácticas en otros países y recomendaciones internacionales).

Todos los anteriores conceptos y propuestas deberían quedar en la nueva Ley General de Aguas que reglamente el artículo 27 constitucional, párrafo quinto, con los siguientes principios:

- El agua es un bien vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental.
- El agua es un elemento estratégico para el desarrollo, por lo que su conservación, preservación, protección y restauración en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional.
- Su gestión debe ser:
 1. Por cuenca, con prioridad en la acción y decisiones de los actores locales.

2. Desconcentrada y descentralizada, con la participación de los tres órdenes de gobierno, usuarios, particulares y autoridades.
3. Integrada, con atención a su uso múltiple y sustentable, así como a su interrelación con otros recursos.
4. Que considere el cambio global y efectos de eventos extremos.

La tecnología y el agua en México

La nueva gestión del agua no puede estar ajena a las tecnologías de información y comunicación. Los países más avanzados en esta materia han actualizado la medición del ciclo hidrológico y utilizan para su análisis tecnologías de la cuarta Revolución Industrial. Entre los más relevantes se pueden mencionar:

- Adquisición remota de datos meteorológicos e hidrológicos (tecnologías geoespaciales — GRACE, GOES 16—, I o T).
- Manejo de grandes cantidades de datos (*Big Data*) (especialmente los vinculados con la medición del ciclo hidrológico con equipos automáticos y satelitales).
- Automatización de monitoreo del ciclo hidrológico, procesamiento, modelación y difusión de pronósticos de clima y escurrimiento (cómputo en la nube).

- Datos abiertos y desarrollo de algoritmos inteligentes (“machine learning”).
- Inteligencia artificial y aumentada.

Quizá el mayor avance de la tecnología para la gestión de recursos hidráulicos provenga de las imágenes satelitales captadas por la NASA y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), que mejoran su resolución y bandas recibidas. El proyecto denominado Laboratorio Nacional de Observaciones de la Tierra (LANOT), donde participan múltiples instituciones (14), incluido el IMTA, es el uso de la última tecnología del Satélite GOES 16. Su uso tiene que ver con propósitos meteorológicos, hidrológicos, geohidrológicos, y de cobertura del uso del suelo y su condición, entre otros; para mejorar evaluaciones y pronósticos es aún incipiente, pero muy promisorio y debe ser reforzado.

Otro ejemplo del empleo de las nuevas tecnologías en la gestión del agua es el Modelado de Información de Construcción (BIM, por sus siglas en inglés, *Building Information Modeling*) en seguridad de presas. Este modelado incluye el proceso de generación y gestión de datos de una presa durante su ciclo de vida, utilizando *software* dinámico en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción, abarcando la geometría de la presa, relaciones espaciales e información geográfica, así como las cantidades y propiedades de sus componentes. De esta forma, las variables de control más importantes del comportamiento de presas

están monitoreadas para que los equipos, sensores y elementos trabajen correctamente en el presente y en el futuro; los datos son representativos y con la precisión requerida, todos son accesibles y están actualizados para que el comportamiento de la presa sea entendido, y las anomalías detectadas para la correcta gestión de su seguridad.

Con el objetivo de mejorar la gestión integral del agua en la cuarta Revolución Industrial, México está obligado a invertir los recursos necesarios en investigación y desarrollo tecnológico. Es urgente impulsar la descentralización de actividades científicas y tecnológicas a múltiples instituciones de investigación y de educación superior, y promover los proyectos multiinstitucionales. Las dependencias del gobierno federal, los gobiernos estatales y municipales, y la iniciativa privada deben invertir más en investigación y desarrollo tecnológico. Un programa nacional de investigación y desarrollo tecnológico en materia de agua con fondos suficientes, tal y como lo señala la Ley de Aguas Nacionales vigente, es de suma relevancia.

Costo y tiempo para lograr la sustentabilidad hídrica

Se consideran cuatro grandes ejes para lograr la sustentabilidad y seguridad hídrica: cuencas y acuíferos sustentables, corrientes

saneadas, derecho humano al agua y la atención ante fenómenos hidrometeorológicos extremos (sequías e inundaciones). México debe superar un déficit de agua de 41.28 miles hm^3 para tener cuencas y acuíferos sustentables. Asimismo, debe captar, tratar y descargar con calidad suficiente 4 079.4 hm^3 de aguas residuales municipales para sanear sus corrientes. También se deben ofrecer servicios con infraestructura de agua potable y alcantarillado a 36.8 y 40.5 millones de habitantes, respectivamente, para alcanzar el derecho humano al agua y saneamiento. Por último, debe mitigar los efectos de las inundaciones a 1.95 millones de habitantes, incluyendo las zonas metropolitanas de la Ciudad de México y Guadalajara, y 1.07 millones de hectáreas de zonas agrícolas.

Para lograr la sustentabilidad y seguridad hídrica se requiere una inversión total de 612.90 mil millones de pesos, principalmente en Valle de México, Lerma-Santiago-Pacífico y Río Bravo. Para tener cuencas y acuíferos sustentables se requieren 322.7 mil millones de pesos. Asimismo, son necesarios 73.2 mil millones para proteger poblaciones ante fenómenos hidrometeorológicos extremos. Para cubrir al 100% los servicios de agua potable y alcantarillado se requieren 83.1 y 88.5 mil millones de pesos, respectivamente. Para tener corrientes saneadas se necesitan 9.2 mil millones de pesos.

Conclusiones

No se puede resolver el reto del agua en México en seis años, pero sí es posible establecer las bases para hacerlo.

Se requieren al menos 24 años (2042) para contar con infraestructura que contribuya a lograr la sustentabilidad y seguridad hídrica en México, conforme al presente ritmo de inversiones de 48.8 mil millones de pesos.

A estas inversiones para infraestructura nueva se debe sumar el costo de operación y mantenimiento de las obras ya existentes, estimado en 17 mil millones de pesos, al igual que el gasto corriente y de inversión para la administración del agua y cumplimiento de la ley; la medición del ciclo hidrológico; la planeación hídrica; la participación social; la investigación, educación y formación de capacidades, y la cultura del agua, equivalentes a un presupuesto anual conjunto de 7 mil millones de pesos.

Referencias

Arreguín-Cortés, F., López-Pérez, M., & Montero-Martínez, M. (2015). *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático: efectos del cambio climático en el recurso hídrico de México*. Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Alston, P., & UN Human Rights Council. (2019). *Climate change and poverty. Report of the Special Rapporteur on extreme poverty and*

human rights. Recuperado de
<https://www.ohchr.org/EN/Issues/Poverty/Pages/AnnualReports.aspx>

Conagua, Comisión Nacional del Agua. (2018). *Estadísticas del agua en México, edición 2017*. Ciudad de México, México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

DOF, Diario Oficial de la Federación. (2018). *Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos (continúa en la Tercera Sección)*. DOF: 27/05/2016. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5439123&fecha=27/05/2016

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Managing systems at risk*. Rome, Italy/London, UK: FAO/Earthscan. Recuperado de www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf

GISTEMP Team. (2019). GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP). NASA Goddard Institute for Space Studies. Recuperado de <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). *Encuesta Intercensal 2015. Tabulados básicos*. Recuperado de www.inegi.org.mx

- NASA, Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio. (2018). *2017 global significant weather and climate events*. Recuperado de <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201713>
- NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. (2014). *Tropical cyclone climatology. High resolution history maps. All North Atlantic and Eastern North Pacific tropical cyclones*. Recuperado de <https://www.nhc.noaa.gov/climo/>
- ONU, Organización de las Naciones Unidas. (2018). *World urbanization prospects: The 2018 revision. Key facts*. Recuperado de <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>
- Rodríguez, M., Velitchko, T., Cortez, P., Sainos, A., Llaguno, O., Sandoval, L., Ortega, D., Mendoza, E., & Navarro S. (2017). *Índices de seguridad hídrica (ISH). Clave: HC1711.1. Informe final*. Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- UNICEF & OMS, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Organización Mundial de la Salud. (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities. FAO (2017). FAO's work on climate change. United Nations Climate Change Conference 2017*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i8037e.pdf>
- UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development. (2015). *De las decisiones a las acciones. Informe del Secretario General de la UNCTAD a la XIV UNCTAD.UNO*. Recuperado de https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/unctad_xivd1_es.pdf



2020, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA 4.0

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

World Economic Forum. (2019). *The global risks report 2019* (14th ed.).
Geneva, Switzerland: World Economic Forum.