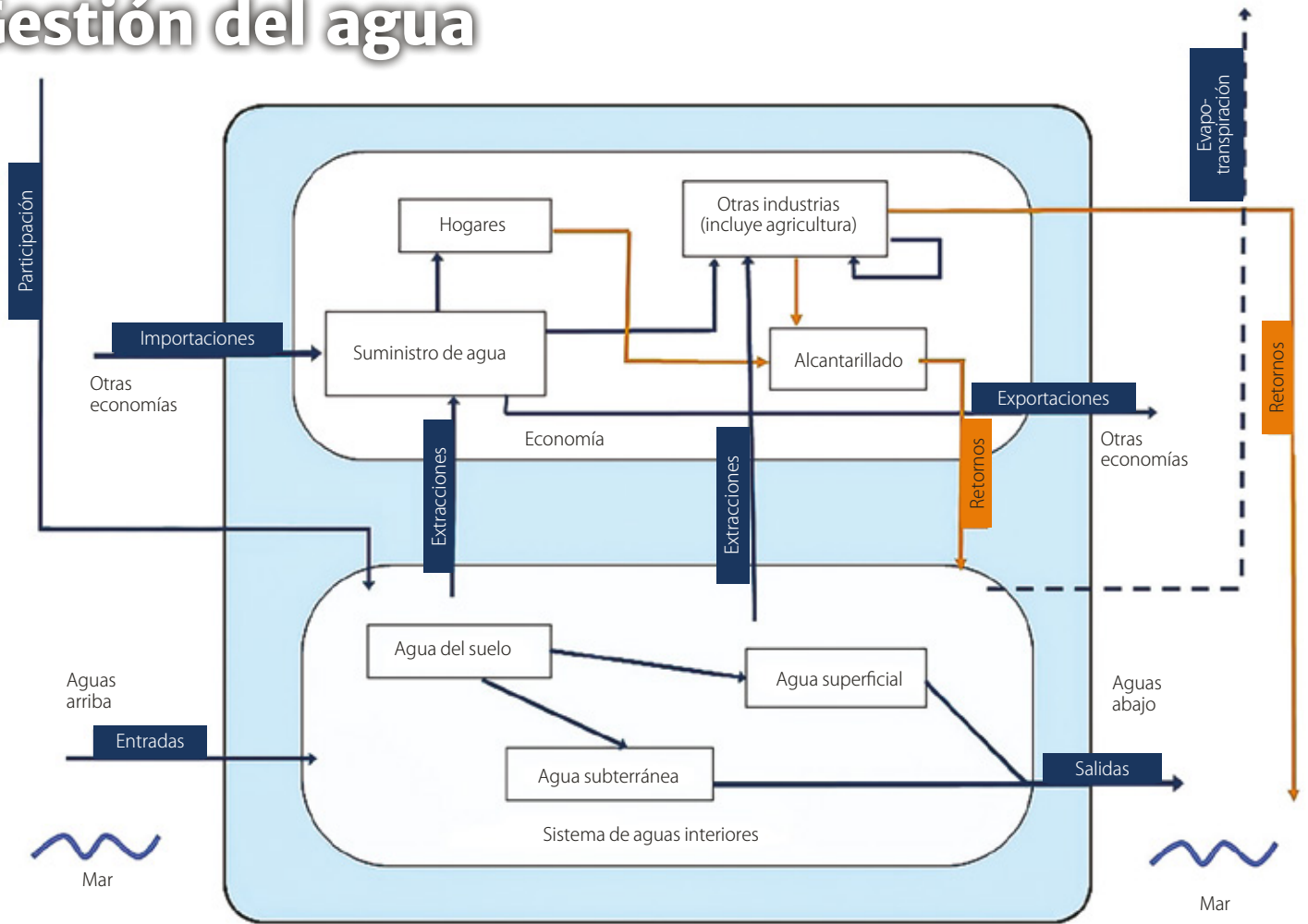


H₂O

Gestión del agua



Cuentas del agua: una herramienta para evaluar las políticas hídricas

El agua en tiempos de guerra. La amenaza a infraestructuras estratégicas. **Judith Domínguez Serrano** | Soluciones basadas en la naturaleza | El agua en la historia de la civilización | Alianzas y cooperación por el agua



SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Revista auxiliar de difusión del Sacmex dirigida a la población y profesionales interesados en el sector agua.





FYPASA CONSTRUCCIONES, S.A DE C.V. (GRUPO FYPASA)

Haciéndose cargo del cuidado uno de los activos más valiosos de los seres humanos: El Agua.

Las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales, materia fundamental de Fypasa Construcciones, son sin duda un instrumento crucial tanto para el cuidado de la salud pública como para la conservación del medio ambiente, que en el fondo son la razón de ser de la empresa y su grupo de subsidiarias.

Fypasa Construcciones, a lo largo de casi 40 años de actividad profesional ha logrado presencia en los 32 estados de la república, en construcción, expansión y rehabilitación de infraestructura tanto en potabilización del agua como de tratamiento de aguas residuales municipales, totalizando a la fecha 45 plantas potabilizadoras y 70 plantas de

tratamiento, habiendo alcanzado ya una cifra global de procesamiento de alrededor de 22,000 L/seg.

Beneficiamos a las comunidades, mientras cuidamos el medio ambiente.

El Grupo Fypasa está integrado por un grupo de empresas dedicadas a la Ingeniería, la Construcción, y la Operación de las instalaciones de tratamiento en la parte técnica, así como por un equipo de Administración, Gestión Comercial y Finanzas que le ha permitido participar

no solo en licitaciones en modalidad de precios unitarios y llave en mano (Turn Key Projects), sino que también en proyectos de servicios en concesión a largo plazo con financiamiento privado parcial (BOT Projects).

Aun cuando la empresa ha sido fundada, dirigida y administrada por 40 años por mexicanos, eventualmente ha contado y cuenta con servicios de asesoría de alta especialidad de profesionales y empresas norteamericanas y europeas, que le han permitido acometer proyectos técnicamente complejos y costosos con resultados satisfactorios, utilizando en la mayoría de los casos tecnología universal a la medida del problema a resolver. Igualmente ha contado con

el suministro de equipos de proceso de las más prestigiadas marcas a nivel internacional, tanto para el tratamiento del agua como de los lodos residuales subproducto del primero.

En el área de potabilización, hemos llevado a cabo tanto proyectos convencionales (remoción de hierro, manganeso, turbiedad y desinfección) como proyectos especiales (remoción de dureza, arsénico, sulfuros, nitrógeno, y sólidos disueltos), satisfactoriamente con capacidades que van de 50 hasta 2,000 L/seg. En algunos casos se ha diseñado y construido también, largas y grandes líneas de conducción del agua cruda para alimentar las instalaciones de potabilización.

En el tratamiento de aguas residuales la empresa ha empleado importantes tratamientos biológicos en la línea de agua (Loso activados o biofiltración) en varios proyectos, al igual que físico-químicos en otros con capacidades

que van de 50 L/seg a 2,500 L/seg de caudal medio. En la línea de lodos ha destacado la implementación de digestión anaeróbica en algunos proyectos, así como el desaguado de lodos con nuevas tecnologías. También se han llevado a cabo proyectos de elevación de la eficiencia energética de las plantas de tratamiento, mediante la incorporación de obras de co-generación. Así mismo, la empresa ha participado en proyectos que incluyen el reúso del agua residual, coadyuvando a disminuir la demanda de agua de primer uso de acuíferos sobre explotados.

Como parte del desarrollo y crecimiento de Fypasa Construcciones empresa, en los últimos 4 años ha llevado a cabo su expansión de actividades a América del Sur, tanto en Potabilización como en Tratamiento de Aguas Residuales, poniendo su experiencia no solo al servicio de nuestro país sino que también de la región latinoamericana.

.....
Acumulamos ya una presencia sostenida en el sector de casi 40 años.
.....

CONTACTO

+52 55 91 83 68 55

contacto@fypasa.com.mx

grupofypasa

Fypasa Construcciones S.A. de C.V.

<https://fypasa.com.mx/wp/contacto/>



Director general
Rafael Bernardo
Carmona Paredes

**Gerente general
de Coordinación
Institucional de
Operación y Servicios**
Raúl Othón
San Martín Silva

**Directora general
de Apoyo Técnico
y Planeación**
Claudia Lucía
Hernández Martínez

**Directora general
de Servicios a Usuarios**
Dulce María
Cruz Ulloa

**Director general
de Administración**
José María
Castañeda Lozano

**Director general
de Agua Potable**
Sergio
Ramos Tapia

**Director general
de Drenaje**
Santiago
Maldonado Bravo

Contenido

4 TEMA DE PORTADA
Cuentas del agua:
una herramienta para evaluar
las políticas hídricas
Ricardo Martínez Lagunes

10 AGUAS INTERNACIONALES
El agua en tiempos de guerra.
La amenaza a infraestructuras
estratégicas
Judith Domínguez Serrano



22 DESARROLLO
Alianzas y cooperación
por el agua
Helios



30 EL AGUA EN EL MUNDO
El agua en la historia
de la civilización
Helios



14 GESTIÓN
Soluciones basadas
en la naturaleza
Helios



36 BREVES
38 ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL
39 CALENDARIO
40 ARTE / CULTURA



AVISO AL LECTOR

H₂O Gestión del agua, un instrumento informativo, de opinión y de debate respetuoso, fundamentado y sustantivo, está abierta a la participación de quienes deseen poner a consideración del Consejo Editorial sus puntos de vista. Puede hacernos llegar sus contribuciones a helios@heliosmx.org



Revista auxiliar de difusión del Sacmex dirigida a la población y profesionales interesados en el sector agua.

Julio 2023

Portada: **Adaptado de ONU 2012**

Consejo Editorial

Ramón Aguirre Díaz
 Víctor Hugo Alcocer Yamanaka
 Luis Eduardo de Ávila Rueda
 Víctor Javier Bourguett Ortiz
 Rafael Bernardo Carmona Paredes
 Fernando González Villarreal
 César Herrera Toledo
 Adalberto Noyola Robles
 Adrián Pedrozo Acuña
 César Ramos Valdés
 Luis Robledo Cabello
 Jorge Carlos Saavedra Shimidzu

Dirección Ejecutiva

Daniel N. Moser da Silva

Dirección Editorial

Alicia Martínez Bravo

Coordinación de Contenidos

Ángeles González Guerra

Diseño

Diego Meza Segura

Dirección Comercial

Daniel N. Moser da Silva

Comercialización

Laura Torres Cobos

Difusión

Bruno Moser Martínez

Dirección Operativa

Alicia Martínez Bravo

Realización

HELIOS COMUNICACIÓN
 +52 (55) 29 76 12 22



HELIOS
 COMUNICACIÓN



Los artículos firmados son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la opinión del Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

Los textos publicados, no así los materiales gráficos, pueden reproducirse total o parcialmente siempre y cuando se cite la revista *H₂O Gestión del agua* como fuente. Para todo asunto relacionado con *H₂O Gestión del agua*, dirigirse a helios@heliosmx.org. *H₂O Gestión del agua*, publicación trimestral. Julio de 2023. Editor responsable: Daniel N. Moser. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2013-072517282900-102. Certificado de Licitud de Título y Contenido: 16133. Domicilio de la publicación: Nezahualcóyotl 109, col. Centro, alcaldía Cuauhtémoc 06080 Ciudad de México. Impresión y distribución: Helios Comunicación, S.A. de C.V., 8 de Septiembre 42, col. Daniel Garza, alcaldía Miguel Hidalgo 11830, Ciudad de México.

H₂O Gestión del agua es una revista auxiliar de difusión del Sacmex dirigida a la población y profesionales interesados en el sector agua. Nezahualcóyotl 109, Col. Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06080, Ciudad de México. Costo de recuperación \$60, números atrasados \$65. Suscripción anual \$625.

Golfo de California, fuente de vida, riqueza y diversidad

Para la sustentabilidad del Golfo de California hay que empezar en las cuencas para conservar nuestros océanos. Si no se toman medidas urgentes, para 2050 habrá más plástico que peces en el mar. Por ello, la Unesco ha declarado el periodo 2021-2030 el Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible. Pero no equivoquemos el rumbo: para conservar nuestros mares debemos comenzar en las cuencas, y el Golfo de California tiene el potencial de ser un ejemplo internacional.

El Golfo de California es un sistema que conecta 28 cuencas de aportación con un mar de belleza excepcional e increíble diversidad biológica. En sus aguas habita el 40% de las especies de mamíferos marinos, un tercio de los cetáceos que existen en todo el mundo y 838 especies endémicas. No sin fundamento la Unesco incluyó este tesoro como sitio natural en la Lista del Patrimonio Mundial.

Este sistema es un motor inigualable de desarrollo económico y social. En los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, más de cinco millones de personas se emplean en la producción nacional del 70% de la pesca, el 40% de alimentos y el 27% del valor de la minería.

A pesar de su gran valor, el Golfo de California se encuentra en un estado crítico como resultado de un manejo inadecuado de sus cuencas. Por ejemplo, actualmente el mar recibe 80% menos del agua dulce que hace 100 años. Además, la falta de prácticas sostenibles en las actividades económicas provoca la pérdida masiva de ecosistemas y la disminución de oportunidades para millones de mexicanos.

En la Universidad Nacional Autónoma de México hemos intensificado nuestros esfuerzos de investigación en el golfo para favorecer su desarrollo sustentable bajo el lema: “Los problemas del mar se resuelven con los pies en la tierra”. Buscamos conformar una visión integral y sistémica que considere el enfoque “de la cuenca al mar”.

Desde la UNAM, en coordinación con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el Fondo Nacional de Infraestructura y Banobras, convocamos a conformar la Red de Amigos del Golfo de California, una plataforma de intercambio para formular e implementar proyectos basados en ciencia que garanticen la sustentabilidad del Golfo de California.

Las primeras iniciativas de la Red de Amigos del Golfo de California son:

1. Implementar una plataforma para articular esfuerzos y generar acuerdos y consensos en beneficio de la región.
2. Conformar un sistema unificado de información y monitoreo de la sustentabilidad del golfo.
3. Diseñar programas sectoriales para impulsar proyectos de inversión de infraestructura.
4. Establecer un sistema financiero que considere un distintivo ambiental de buenas prácticas.
5. Fortalecer las capacidades locales y fomentar el valor estratégico del Golfo de California como fuente de orgullo y progreso para las generaciones actuales y futuras.

Sumemos esfuerzos para que el Golfo de California continúe como una fuente de vida, riqueza y diversidad.

Fernando González Villarreal





capitalcoalition.org

Cuentas del agua: una **herramienta** para **evaluar** las **políticas** hídricas

La mayoría de los países del mundo organizan su información macroeconómica con el Sistema de Cuentas Nacionales, a partir del cual se calcula el producto interno bruto. El Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas, SCAE, adoptado en 2012 por la ONU, complementa al SCN. Un número creciente de países, incluido México, elaboran cuentas ambientales y económicas con este estándar internacional; con ellas pueden evaluarse las políticas ambientales, y en particular la política hídrica.



RICARDO MARTÍNEZ LAGUNES

Ingeniero civil con maestría en Ciencias. Fue asesor interregional del Departamento de Asuntos Ambientales y Económicos del Agua de la ONU.

A lo largo de 70 años, desde su adopción en 1953 por la Comisión Estadística de la ONU, el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) ha demostrado ser un instrumento muy eficaz para el diseño y evaluación de las políticas públicas, en particular de las políticas macroeconómicas. A través del SCN se calcula el PIB y una gran variedad de indicadores económicos, con la ventaja de que la información es completa, consistente y comparable entre países y regiones. Además, el SCN ha logrado establecer un vínculo claro entre los datos, los cuales generalmente son costosos de recabar, y la información, que agrega valor a los datos porque permite darles un uso concreto. Cabe aclarar que, por ejemplo, los censos económicos, que se realizan de forma regular en muchos países, están perfectamente alineados con el SCN.

De forma paralela al uso del SCN en los países, se desarrollaron otros estándares complementarios, como la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) y la Clasificación Central de Productos (CPC), lo que permite armonizar la información estadística. En el caso de México, Estados Unidos y Canadá, en lugar del CIIU se utiliza el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) y existe una relación clara entre ambos sistemas de clasificación. Gracias a estos sistemas de clasificación es posible identificar claramente la contribución económica de cada actividad.

A pesar de que el SCN es un marco integrador de gran utilidad para el diseño y evaluación de políticas públicas, tiene algunas limitantes, como son:

- El agotamiento de las reservas (*stocks*) de los activos naturales se contabilizan como contribución positiva para la producción económica.
- No se contabilizan las condiciones en las que se encuentran los activos ambientales de un país, por lo que el agotamiento puede continuar sin ser detectado.
- Las transacciones relacionadas con daños ambientales se consideran como contribuciones positivas para la producción.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre para la Tierra, Río 1992), en la Agenda 21 se identificó la necesidad de un enfoque de sistemas para monitorear la transición hacia el desarrollo sostenible. Para tal fin se propuso el desarrollo de las cuentas ambientales y económicas integradas. La experiencia en la aplicación del SCN fue fundamental para lograr el desarrollo del nuevo sistema, en el que colaboraron expertos de muchos países y de organizaciones internacionales. No fue hasta febrero de 2012 que la Comisión Estadística de la ONU, con la representación de los países miembros, adoptó la primera versión del SCAE (ONU, 2014).

Diversos organismos internacionales, como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Banco Mundial, han impulsado la adopción del SCAE a través de sus diversos programas en sus países miembros y en los que brindan apoyo.

El SCAE requiere la compilación de información de una gran variedad de profesiones y organizaciones. En el caso del SCAE para el agua es necesaria la colaboración de ingenieros especia-

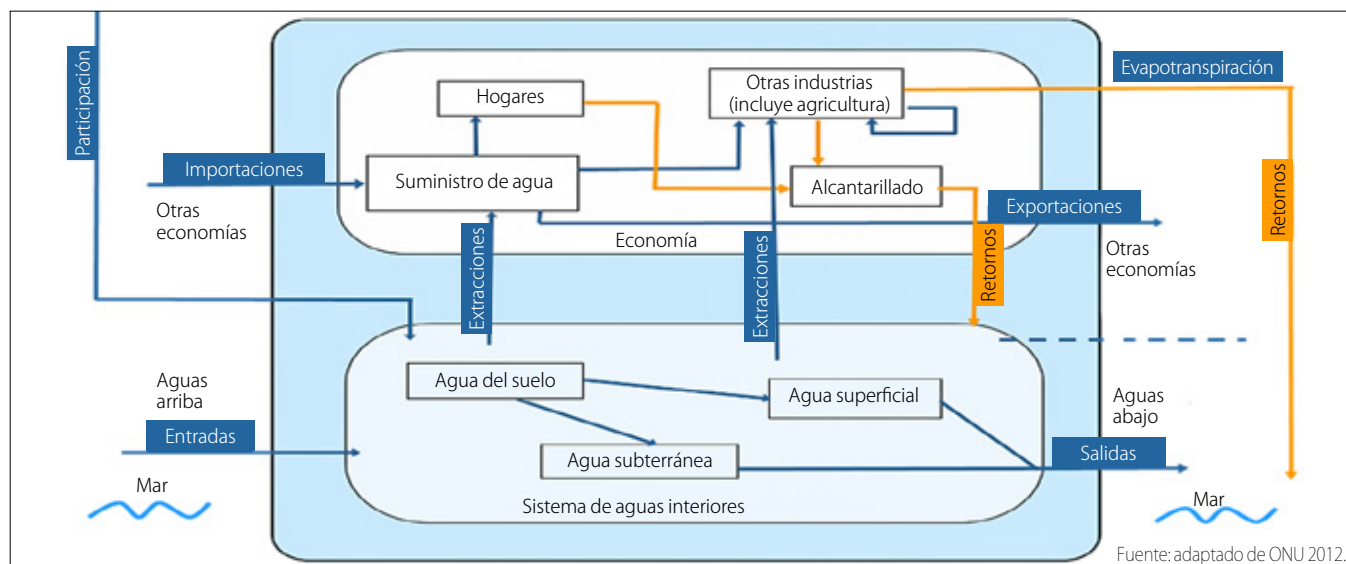


Figura 1. Modelo básico de las cuentas del agua.

lizados en agua, hidrólogos, economistas, expertos en estadísticas, biólogos y químicos, entre otros. A menudo la información se encuentra dispersa en diversas secretarías de Estado, agencias de agua, institutos de investigación y oficinas estadísticas. Las cuentas requieren un verdadero trabajo multidisciplinario e interinstitucional, lo que no siempre es fácil de lograr.

En la preparación del SCAE, uno de los recursos naturales que más se estudiaron fue el agua. En 2007 se adoptó como estándar interino el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas del Agua (SCAE-Agua), como un paso intermedio antes de la aprobación definitiva del SCAE. De manera paralela al proceso de preparación del SCAE-Agua, se desarrollaron las Recomendaciones Internacionales para las Estadísticas del Agua, las cuales se adoptaron en la Comisión de Estadística de la ONU en 2010. En los siguientes párrafos se abordará el tema específico del SCAE para agua, denominado comúnmente como cuentas del agua.

Características de las cuentas del agua

El punto de partida de las cuentas del agua es la compilación de información de todos los flujos y reservas (*flows y stocks*) que describen el ciclo del agua, tanto en el medio natural como en la economía, en términos físicos y monetarios. El modelo que sirve de base es el que se muestra en la figura 1.

Aunque no siempre es posible tener información exacta sobre cada uno de los flujos descritos en la figura 1, es importante completar el modelo con estimaciones que permitan integrar el modelo completo. La información monetaria solo corresponderá a algunos de los flujos que ocurren dentro de la economía.

La información se integra en cuadros de oferta y utilización (COU) con una estructura como la que se muestra en la Tabla 1. Los COU permiten compilar los valores de todos los flujos de agua que se ilustran en la figura 1. La primera ventaja de los COU es que permiten asegurar la coherencia de la información. Por ejemplo, la suma de cada columna del cuadro de oferta debe ser igual a la suma de cada columna del cuadro de utilización.

La segunda ventaja de los COU es que tienen la misma estructura que los COU monetarios de las cuentas nacionales, de manera que se pueden correlacionar los flujos de agua con los flujos monetarios, lo que permite generar diversos indicadores. En la tabla 1 se muestra un cuadro de únicamente cuatro actividades económicas, pero en la práctica los cuadros se desglosan en una gran cantidad de actividades económicas identificadas por su código SCIAN para garantizar la comparabilidad.

Los COU de las cuentas nacionales tienen información monetaria, entre otras, de producción, consumo intermedio y valor agregado, por lo que al combinar los cuadros monetarios de las cuentas nacionales con los cuadros físicos de las cuentas del agua es posible obtener indicadores como el valor agregado por cada metro cúbico de agua empleado en cada actividad económica.

Los COU se presentan como ilustración de la forma de organizar los datos en las cuentas del agua, basadas en el modelo de las cuentas nacionales. Además de los COU existen otras tablas en las que se compila la información de agua almacenada y flujos en ríos, lagos, reservorios y acuíferos. También existen tablas con información de emisiones contaminantes.

Tabla 1. Estructura básica de los cuadros de oferta y utilización física

Oferta física (en millones de metros cúbicos por año)						
	Agricultura	Manufactura y servicios	Servicio de agua potable	Generación de energía eléctrica	Hogares	Medio ambiente
Agua producida
Agua superficial
Agua subterránea
Pérdidas
Agua residual
Consumo de agua
Total

Utilización física (en millones de metros cúbicos por año)						
	Agricultura	Manufactura y servicios	Servicio de agua potable	Generación de energía eléctrica	Hogares	Medio ambiente
Agua producida
Agua superficial
Agua subterránea
Pérdidas
Agua residual
Consumo de agua
Total

Por sí sola, la información monetaria de las cuentas nacionales puede ser de gran utilidad para las políticas del agua. Por ejemplo, el análisis de la información de la industria de agua y saneamiento revela información de gran importancia para las políticas hídricas. La industria del agua y saneamiento se clasifica con la clave 2221 dentro del sistema de clasificación SCIAN. Para esta rama industrial, en México se realiza cada cinco años el Censo de Captación, Tratamiento y Suministro de Agua, cuyos resultados se publican en el Sistema Automatizado de Información Censal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2019).

Uno de los indicadores que pueden derivarse del censo económico mencionado es la proporción del volumen de agua extraída de las cuencas y acuíferos del país para agua potable que es facturada. El último censo económico de México muestra que en 2018 solo 42% de lo extraído por los prestadores de los servicios de agua potable fue facturada. Esto quiere decir que el 58% del agua corresponde a pérdidas reales o aparentes.

El indicador de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se refiere al cambio en el uso eficiente de los recursos hídricos con el paso del tiempo (ODS 6.4.1) se deriva directamente de los COU físicos y monetarios, donde se compara el valor agregado bruto de las diversas actividades económicas con el uso total de agua.

Las cuentas del agua en algunos países

Diversos países del mundo han realizado esfuerzos importantes para desarrollar sus cuentas del agua. A continuación se reseñan brevemente algunos de esos esfuerzos.

Australia fue uno de los primeros países en iniciar el desarrollo de sus cuentas del agua. La preparación de las cuentas del agua en ese país fue liderada por la Oficina Australiana de Estadísticas con la participación de la Oficina de Meteorología. Las cuentas proporcionaron indicadores clave durante la sequía que ocurrió en ese país entre 2008 y 2009. La experiencia de Australia fue de gran utilidad para el desarrollo del SCAE.

Costa Rica produjo sus primeras cuentas del agua en 2017 con información de 2012 a 2015. El esfuerzo fue liderado por el Banco Central de ese país, con la participación de la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, el Instituto Meteorológico Nacional y el Instituto Nacional de Estadística y Censos, entre otras organizaciones. Anualmente, el Banco Central de Costa Rica publica actualizaciones de sus cuentas del agua de ese país.

Brasil es otro de los países que han producido cuentas del agua. El esfuerzo fue realizado en forma conjunta entre la Agencia Nacional del Agua y Saneamiento, el Instituto Brasileño de Estadística y Geografía y la Secretaría de Recursos Hídricos y Calidad Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente. Brasil



publica de forma regular los cuadros estándares del SCAE con información desde el año 2013.

Las cuentas del agua en México

Desde el año 2008 la Comisión Nacional del Agua (Conagua) y el Inegi iniciaron la elaboración de las cuentas del agua a nivel nacional. Las cuentas se han actualizado anualmente y son publicadas por la Conagua en su publicación anual de Estadísticas del Agua en México (Conagua, 2021) y por el Inegi en sus Cuentas Económicas y Ecológicas de México.

Las cuentas del agua de México muestran información cuantitativa sobre los diferentes flujos de agua en el ciclo hidrológico nacional, incluyendo los flujos de agua para las diferentes actividades económicas. La información del ciclo hidrológico nacional proviene de los estudios de disponibilidad en las cuencas hidrológicas y acuíferos del país. La información del agua para las diversas actividades económicas proviene de la información del Registro Público de Derechos de Agua (Repda). Las cuentas se han realizado en escala nacional y con una agrupación muy agregada de las actividades económicas, por lo que no es posible identificar lo que sucede en usos industriales específicos.

La información monetaria proviene de las cuentas nacionales para la que se producen los COU con hasta 262 actividades económicas. Para fines de las cuentas del agua, es necesario desagregar algunas de las ramas de actividad por sus diferentes características en el uso del agua. Por ejemplo, en lo que respecta a la actividad de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica (SCIAN 2211), es necesario separar lo que corresponde a hidroeléctricas, que hacen un uso no consuntivo del agua, del resto de la generación, donde el agua se utiliza para el enfriamiento.

La agricultura se agrupa en las cuentas del agua como un gran bloque, cuando en realidad debería al menos dividirse en agricultura de riego y agricultura de temporal. La forma en la que se utiliza el agua en el riego es muy diferente al caso de los cultivos de temporal, lo cual es de gran relevancia por las diferencias de costos de infraestructura hidráulica, por un lado, y la productividad, por el otro.

En escala nacional no se identifican desbalances importantes, por lo que es necesario que las cuentas del agua se realicen en escala subnacional, por ejemplo, por regiones hi-

drológico-administrativas. Al menos deberían hacerse cuentas por separado de la parte norte, centro y sur del país, dadas las diferencias climáticas de cada zona.

El futuro de las cuentas del agua en México

La utilidad de las cuentas del agua se aprecia a lo largo de varios años de integración para poder observar tendencias. Una de las aplicaciones inmediatas de las cuentas del agua ha sido el cálculo de los indicadores de los ODS, especialmente el indicador 6.4.1, como se mencionó anteriormente.

Una de las grandes dificultades para la integración de las cuentas del agua es que la información del Repda no se encuentra clasificada conforme al SCIAN, lo que dificulta el desglose de usos de agua por actividades industriales. Gradualmente se ha incorporado la clasificación del SCIAN en las bases de datos de la Conagua, pero tomará tiempo poder desglosar los usos a un nivel apropiado.

Además de la información del Repda será importante incorporar la información sobre uso del agua que proporcionan los usuarios al pagar los derechos por extracción, uso y aprovechamiento de agua. Estos datos deberían ser más precisos, ya que reflejan las cantidades de agua realmente utilizadas y no solo los volúmenes concesionados o asignados.

La información del Censo de Captación, Tratamiento y Suministro de Agua que realiza el Inegi a los prestadores de los servicios de agua potable y saneamiento del país se ha aprovechado poco. Esta información está en perfecta alineación con las cuentas nacionales y permite tener un panorama claro de la industria del agua y saneamiento en el país.

Finalmente, como se mencionó, deberán realizarse cuentas del agua subnacionales, al menos por grandes zonas del país, ya que en escala nacional no se aprecian las diferencias entre oferta y utilización del agua que se concentran hacia el norte del territorio nacional ◀

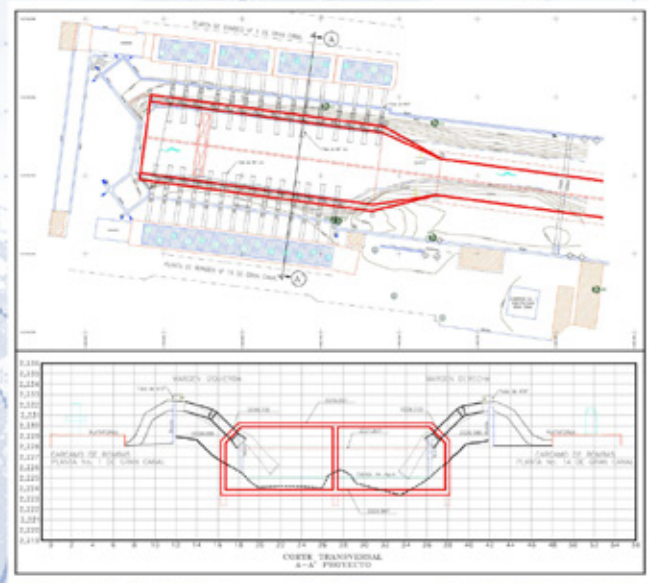
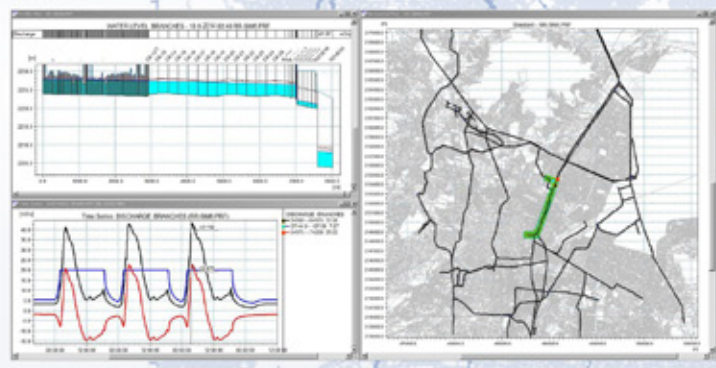
Referencias

- Organización de las Naciones Unidas, ONU (2014). Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas, Marco Central. Nueva York.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Inegi (2019). Censos Económicos 2019. www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/#Tabulados
- Banco Central de Costa Rica, BCCR. www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/cuentas-ambientales#:~:text=El%20Banco%20Central%20de%20Costa,relevancia%20para%20la%20riqueza%20nacional.
- Comisión Nacional del Agua, Conagua (2021). Estadísticas del Agua en México 2021. sina.conagua.gob.mx/sina/index.php?publicaciones=1

inesproc

s.a. de c.v.

26 años apoyando el desarrollo de la infraestructura hidráulica en México



- consultoría técnica especializada en estudios y proyectos ejecutivos de macrosistemas de agua potable y drenaje
- especialistas en el análisis y solución integral de infraestructura hidráulica mediante la implementación de modelos de simulación matemática de última generación
- peritos profesionales certificados en ingeniería hidráulica, cicm
- académicos titulares de la academia de ingeniería, México

santa catalina # 318, col. insurgentes san borja, deleg. benito Juárez, ciudad de México, c.p. 03100
teléfonos 55 57 68 60 02, 55 57 68 60 03, 55 78 24 96 59, 55 78 24 96 64, 55 84 36 03 41 al 44,
e-mail: inesproc@inesproc.mx
www.inesproc.mx



El agua en tiempos de guerra.

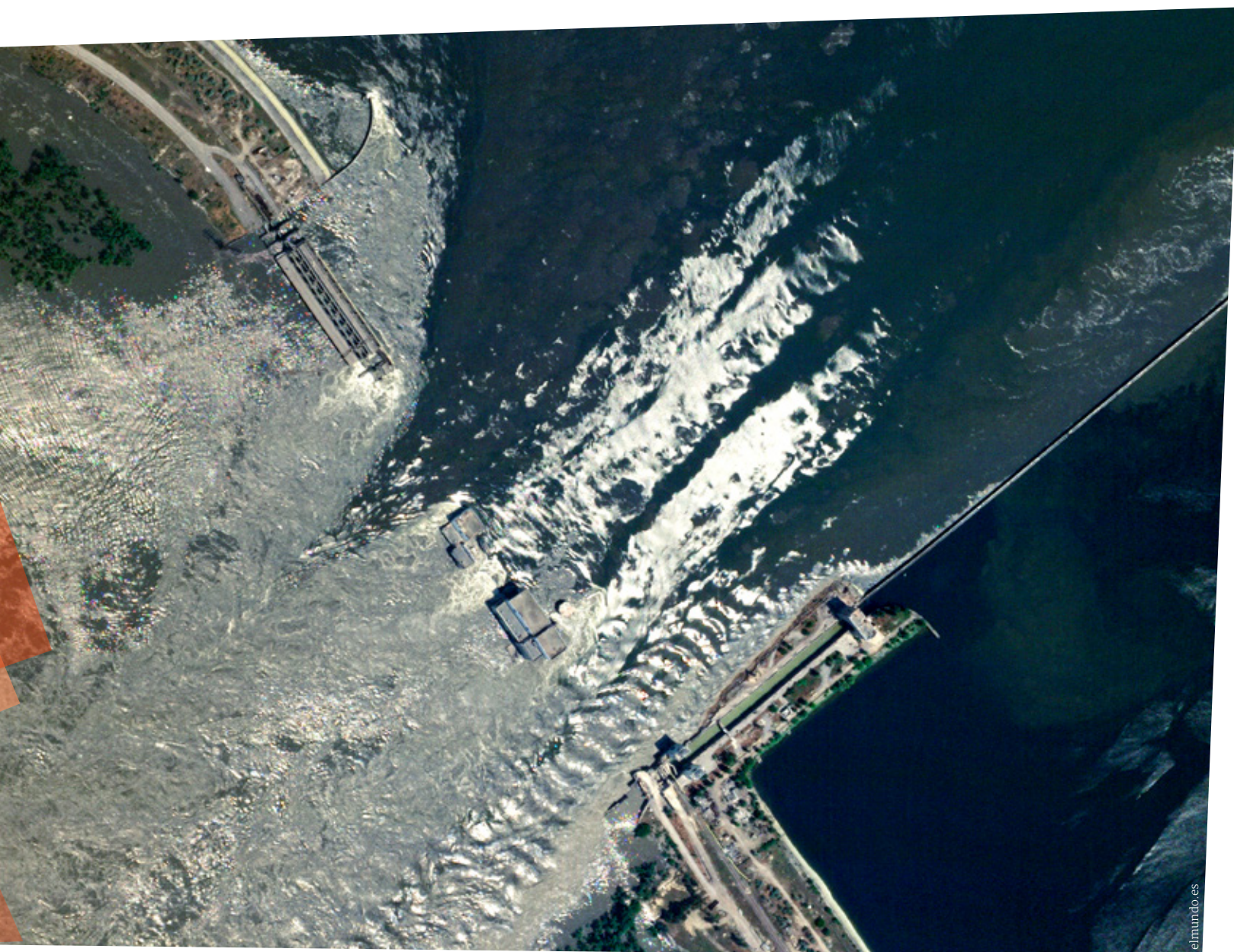
La amenaza a infraestructuras estratégicas



JUDITH DOMÍNGUEZ SERRANO

El Colegio de México. Asesora de la Vicepresidencia
Tercera del Gobierno de España.

El agua es un recurso geoestratégico, y los recientes acontecimientos ocurridos en el contexto del conflicto entre Rusia y Ucrania lo muestran. El derribo de la presa Nova Kajovka provocará no solo un daño ambiental y social de grandes dimensiones, sino que puede influir en el rumbo de la guerra. Como infraestructura estratégica no podía ser objeto de ataque, y sin embargo lo fue. Esto nos lleva a valorar en el futuro la importancia de la infraestructura hidráulica en el contexto de las crisis y los cambios geoestratégicos globales. Ningún país está exento, y lo que tenemos por delante es una dimensión más del agua: la política.



elmundo.es

Los tratados de guerra (que forman parte del *ius in bello*, el derecho internacional humanitario que regula las hostilidades para proteger a las víctimas de los conflictos) no regulan directamente cuestiones sobre el agua o su infraestructura; son los protocolos posteriores a la Convención de Ginebra, adoptados ya avanzado el siglo XX, y el derecho internacional consuetudinario los que incorporan algunos límites que se consideran “aceptables” cuando suceden las guerras, en relación con el acceso al agua o sobre la infraestructura hidráulica que puede ser considerada como estratégica o de

“especial vigilancia” si incluye “obras e instalaciones que contienen fuerzas peligrosas”. Varios episodios de guerras pasadas se refieren a la relevancia estratégica de los ríos en las guerras, que pueden ser determinantes para ganarlas o perderlas.

Si se hace un poco de historia, se verá que en los textos de las civilizaciones antiguas en los que se mencionan las “guerras justas” se encuentran referencias a unas mínimas reglas y conductas frente a territorios sitiados. Además, una serie de normas consuetudinarias rodean al entorno de la guerra, que constituyen en su conjunto parte del derecho internacional humanitario.

► Aguas internacionales

*El agua en tiempos de guerra.
La amenaza a infraestructuras
estratégicas*

Generalmente nos ocupamos del agua en tiempos de paz y poco trascienden las implicaciones que tiene en conflictos armados, sobre todo para los habitantes, más allá de los prisioneros o soldados de guerra. En tiempos de paz hemos aprendido a convivir con una escasez relativa de agua, un problema común a la mayoría de los países en vías de desarrollo. Para las sociedades que cuentan con un acceso continuo al agua para su consumo personal y doméstico no representa un gran problema, pero las olas de calor y las sequías, más prolongadas y severas, están provocando crisis en ciudades del primer mundo, como Barcelona, Monterrey o Ciudad de México.

Entre estas escasas normas que tocan aspectos vinculados a los bienes ambientales se encuentran la obligación de proporcionar a los prisioneros agua y alimentos, no destruir los árboles que dan frutos porque de ahí se pueden alimentar los propios combatientes o la prohibición de utilizar el agua como arma de guerra, sea como medio para hacer pasar hambre o para atacar, destruir, sustraer o inutilizar las reservas de agua potable o las obras de riego que son esenciales para la supervivencia de la población civil.

El agua cobra relevancia en una creciente complejidad global marcada por la conjunción de varias crisis: energética, hídrica y ambiental, y por los acontecimientos que vivimos, como la guerra de Ucrania, que ha representado un vuelco geopolítico para muchas naciones por los impactos que derivaron de ella, como la exportación de energía o de granos.

Cuando Ismail Serageldin, vicepresidente del Banco Mundial, escribió en 1995 que las próximas guerras serían por el agua, se refería a que sería un bien en disputa, trasfondo de conflictos e incluso de guerras. Algunos autores consideraron que era una exageración, frente a bienes a los que otorgamos mayor valor económico. Lo cierto es que ahora mismo existen varios conflictos en escala internacional o regional vinculados directa o indirectamente al uso y reparto del agua.

Generalmente nos ocupamos del agua en tiempos de paz y poco trascienden las implicaciones que tiene en conflictos armados, sobre todo para los habitantes, más allá de los prisioneros o soldados de guerra. En tiempos de paz hemos aprendido a convivir con una escasez relativa de agua, un problema común a la mayoría de los países en vías de desarrollo. Para las sociedades que cuentan con un acceso continuo al agua para su consumo personal y doméstico no representa un gran pro-

blema, pero las olas de calor y las sequías, más prolongadas y severas, están provocando crisis en ciudades del primer mundo, como Barcelona, Monterrey o Ciudad de México.

En tiempos de guerra, y ante conflictos cada vez más crecientes o catástrofes humanitarias, el agua se torna un bien esencial, pues la falta de ella puede provocar catástrofes.

En los primeros días de junio hemos visto la destrucción de la presa Nova Kajovka, construida en 1956 y considerada una de las grandes obras del comunismo. La presa, cuyo principal uso era la generación de electricidad, aprovechaba también las aguas del río Dniéper para los sistemas de irrigación, las instalaciones industriales y las piscifactorías, y para el canal de Crimea del Norte y el Dniéper-Krivói Rog. La presa, por sobre todo, abastecía a diversas poblaciones a su margen.

Se trata de una infraestructura estratégica relacionada con una planta nuclear, la red eléctrica de la que se abastecen miles de personas; una presa con una superficie de más de 2,100 km² y una reserva de agua de 18,000 hm³.

Con la rotura, el embalse se ha vaciado y sus aguas han inundando las ciudades próximas en un momento crucial de la guerra que, se dice, puede determinar su rumbo. Aún no se observan todas las consecuencias, pero aquellos que han afrontado inundaciones saben que las secuelas son largas y el tiempo de recuperación aun mayor. Las organizaciones ambientalistas consideran que la ruptura del embalse provocará una catástrofe ambiental, pues en los márgenes del río y la presa se desarrollaba una gran biodiversidad. A la fecha en que se escribe este artículo, ya eran 80 los asentamientos humanos afectados y se estiman en 40,000 las personas que serán reubicadas.

Inundaciones y desplazados, posibles enfermedades por los vectores hídricos y aguas tóxicas, falta de energía, pérdida de

cosechas y bienes materiales son solo el inicio de los estragos del paso del agua que ya no se usará.

Sin ir más lejos, en México también contamos con infraestructura hidráulica estratégica que, sin estar en guerra, es de vital importancia para el desarrollo regional. Pensemos en el conflicto que se suscitó con la obligación internacional, derivada del Tratado de Aguas de 1944, de entregar 130 millones de metros cúbicos de agua a Estados Unidos y que estuvimos a punto de no cumplir, debido a que actores sociales de un estado, en este caso principalmente agricultores, aunque no exclusivamente, se oponían a la salida de agua de las presas federales.

Conclusiones

Lo sucedido con la presa Nova Kajovka, aunque lejano en distancia para los mexicanos, debe ponernos en alerta sobre la

infraestructura estratégica que tenemos y que, en el contexto del cambio climático, puede ser vital para una ciudad o región. ¿Cuáles son las normas de protección en este caso? ¿Qué planes existen en el país para su defensa y resguardo? Las consecuencias de largo plazo pueden ser catastróficas, pero en el corto plazo también las hay. Devastación ambiental, inundaciones, cortes en el suministro de agua para todos los usos... el agua es más importante de lo que pensamos. La dimensión política y estratégica que tendrá en los próximos años, a todas las escalas, sean locales, regionales o internacionales, pone sobre la mesa no solo la gestión de los riesgos asociados al manejo del agua, sino también la consideración de otros contextos, que pueden parecer ajenos o distantes y que terminan siendo decisivos en el rumbo de un país ◀

Acondicionamiento de la Infraestructura de Agua Potable para la Conformación de los Sectores en Diferentes Alcaldías de la CDMX



**MULTIESTUDIOS GRUPO
ASOCIADO, S.A. DE C.V.
(MEGA)**

MEGA surge en 1990 con el firme propósito de tener una participación activa dentro de la ingeniería hidráulica. Con el paso del tiempo se ha consolidado y ha ampliado sus servicios a otras áreas de la ingeniería.

Tenemos experiencia en:

- Diagnóstico integral y programas hídricos de diferentes regiones hidrológicas del país.
- Proyectos de abastecimiento de agua potable, acueductos, sectorización y estudios de apoyo a organismos operadores.
- Proyectos ejecutivos para el equipamiento de pozos y plantas de bombeo.
- Estudios y proyectos de drenaje y control de inundaciones y rectificación de ríos.
- Peritaje en ingeniería hidráulica.
- Supervisión técnica y financiera, control de obra.

Ing. Héctor Francisco Fernández Esparza,
Director General

hectorferes@yahoo.com
(55) 5536-3511, (55) 5687-4148, (55) 5536-2877, (55) 1107-6373
Insurgentes Sur 594-401, colonia Del Valle, CP 03100, Ciudad de México
megaproinfo@yahoo.com.mx





Soluciones basadas en la naturaleza



La gestión de los recursos hídricos requiere nuevas soluciones para contrarrestar los crecientes desafíos de la seguridad hídrica derivados del aumento de población y el cambio climático. El Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018 propone una respuesta innovadora que, de hecho, ha existido durante miles de años: las soluciones basadas en la naturaleza.

Durante mucho tiempo, el mundo ha recurrido en primer lugar a la infraestructura construida o “gris” para mejorar la gestión de los recursos hídricos. Al hacerlo, frecuentemente ha dejado de lado el conocimiento tradicional e indígena, que adopta enfoques más ecológicos.

Hoy más que nunca debemos trabajar con la naturaleza, en lugar de contra ella. La demanda de agua aumentará en todos los sectores. El desafío que la humanidad enfrenta es satisfacer esta demanda de una manera que no exacerbe los impactos negativos en los ecosistemas.

Existen distintos tipos de soluciones basadas en la naturaleza (SBN) para el agua, que abarcan desde la escala micro o personal (por ejemplo, un inodoro seco) hasta las aplicaciones en escala de paisaje, que incluyen la agricultura de conservación. Existen las SBN que son apropiadas para entornos urbanos (como los muros verdes, jardines en azoteas e infiltraciones con vegetación o cuencas de drenaje), así como para entornos rurales, que a menudo constituyen la mayor parte de la superficie de una cuenca fluvial.

Sin embargo, a pesar de los recientes avances en la adopción de las SBN, la gestión de los recursos hídricos sigue dependiendo en gran medida de la infraestructura gris. La idea no trata necesariamente de reemplazar la infraestructura gris por infraestructura verde, sino de identificar el equilibrio más apropiado, rentable y sostenible entre la infraestructura gris y las SBN, teniendo en cuenta los múltiples objetivos y beneficios.

Aprovechar al máximo el potencial de la naturaleza para contribuir al logro de los tres objetivos principales de la gestión

► Gestión

*Soluciones basadas
en la naturaleza*

hídrica –aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos, mejorar su calidad y reducir los riesgos relacionados con el agua– requerirá crear un ambiente propicio para el cambio, que implica marcos legales y regulatorios adecuados, mecanismos de financiamiento apropiados y aceptación social. Con la voluntad política para hacerlo, los obstáculos actuales, como la falta de conocimiento, capacidad, datos e información sobre las SBN para el agua, se pueden superar de manera eficaz.

Cómo conseguirlo

Existen varios mecanismos que se pueden utilizar para acelerar la adopción de las SBN para el agua. Se ha demostrado que los esquemas de pago por servicios ambientales y los bonos verdes generan una interesante rentabilidad y reducen la necesidad (y los costos) de una infraestructura más grande, a menudo más costosa, necesaria para la gestión de los recursos hídricos y la provisión de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.

Las SBN para el agua desempeñan un papel crucial en el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, porque generan beneficios sociales, económicos y ambientales colaterales, incluyendo ámbitos como la salud humana y los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria y energética,

el crecimiento económico sostenible, los empleos dignos, la rehabilitación y mantenimiento de ecosistemas y la biodiversidad. El valor intrínseco de estos beneficios colaterales puede inclinar la balanza en favor de las inversiones en SBN.

La implementación de las SBN implica la participación de distintos grupos de actores, para fomentar así el consenso y contribuir a la toma de conciencia sobre lo que las SBN realmente pueden ofrecer para mejorar la seguridad hídrica.

Qué son las SBN

Las soluciones basadas en la naturaleza están inspiradas y respaldadas por la naturaleza y utilizan o imitan los procesos naturales para contribuir a la gestión mejorada del agua. Una solución basada en la naturaleza puede implicar la conservación o rehabilitación de los ecosistemas naturales y la mejora o creación de procesos naturales en ecosistemas modificados o artificiales. Se pueden aplicar a microescala o a macroescala.

La atención a las SBN ha aumentado de manera significativa en los últimos años. Esto se ha evidenciado a través de la incorporación de las SBN a una amplia gama de progresos legislativos, incluyendo los relacionados con los recursos hídricos, la seguridad alimentaria y la agricultura, la biodiversidad, el medio ambiente, la reducción del riesgo de desastres, los asentamientos urbanos y el cambio climático. Esta tendencia positiva ilustra una creciente convergencia de intereses en torno al reconocimiento de la necesidad de fijar objetivos comunes e identificar acciones de apoyo mutuo.

Las SBN proporcionan un medio esencial para ir más allá de lo convencional e intensificar el aumento de eficiencia social, económica e hidrológica en la gestión de los recursos hídricos. Resultan especialmente prometedoras en cuanto a progresos en la producción sostenible de alimentos, la mejora de los asentamientos urbanos, el acceso al suministro de agua potable y al saneamiento y la reducción del riesgo de desastres relacionados con el agua. También pueden ayudar a responder a los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos.

Las SBN apoyan una economía circular, restauradora y regeneradora por diseño, y fomentan una mayor productividad de los recursos para reducir su desperdicio y evitar la contaminación, incluso a través de su reutilización y reciclaje. Las SBN también respaldan los conceptos de crecimiento verde o



IMPORTANTE ACUEDUCTO DE MÁS DE 90 KM BENEFICIARÁ A TODA UNA POBLACIÓN EN EL SUR DEL ESTADO DE CAMPECHE; MÉXICO



EN MAYO 2022 **O-tek** DIO INICIO A LA FABRICACIÓN DE **TUBERÍA DE PRFV** EN DIÁMETRO 500 mm PARA LA REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL **ACUEDUCTO LÓPEZ MATEOS DE XPUJIL**

El proyecto se ubica en el Municipio de Calakmul, Campeche, en la zona de influencia donde se construye el Tren Maya. Llevará agua potable desde la región de Escárcega hasta Xpujil, con lo que se resolverá la problemática de escasez que actualmente se tiene en la región beneficiando a 13 371 habitantes de Xpujil.

El proyecto total constará de **97,000 m de tubería de PRFV** y se proyecta terminar en junio del 2023, para poder arrancar con el proyecto se realizó la sustitución del acueducto antiguo debido a que presentaba una gran cantidad de fugas por el rápido deterioro del material existente, lo que ha significado una gran pérdida en volumen del vital líquido afectando de manera sustancial a la población.

Las SBN proporcionan un medio esencial para ir más allá de lo convencional e intensificar el aumento de eficiencia social, económica e hidrológica en la gestión de los recursos hídricos. Resultan especialmente prometedoras en cuanto a progresos en la producción sostenible de alimentos, la mejora de los asentamientos urbanos, el acceso al suministro de agua potable y al saneamiento y la reducción del riesgo de desastres relacionados con el agua. También pueden ayudar a responder a los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos.

economía verde, que promueven el uso sostenible de los recursos naturales y el aprovechamiento de los procesos naturales para sustentar las economías. La aplicación de las SBN al agua también genera beneficios colaterales de carácter social, económico y medioambiental, que incluyen mejoras de la salud humana y los medios de subsistencia, el desarrollo económico sostenible, la rehabilitación y mantenimiento de los ecosistemas y la protección y mejora de la biodiversidad. El valor de algunos de estos beneficios colaterales puede ser sustancial y decisivo a la hora de inclinar la balanza de las inversiones a favor de las SBN.

Sin embargo, pese al largo historial y a la creciente experiencia en la aplicación de SBN, aún hay muchos casos en que la política y gestión de los recursos hídricos ignoran las opciones relacionadas con ellas, incluso cuando son evidentes y de eficacia probada. Por ejemplo, pese al rápido aumento de las inversiones en SBN, la evidencia sugiere que aún están muy por debajo del 1% de la inversión total en infraestructura de gestión de los recursos hídricos.

Las SBN para gestionar la disponibilidad de agua

Las SBN abordan el suministro de agua principalmente mediante la gestión de las precipitaciones, la humedad y el almacenamiento, la infiltración y la transmisión del agua, de modo que se llevan a cabo mejoras en la localización, temporización y cantidad de agua disponible para las necesidades humanas.

La opción de construir más embalses está cada vez más limitada por la sedimentación, la disminución de la escorrentía disponible, las preocupaciones y restricciones ambientales y el hecho de que en muchos países desarrollados ya se han utilizado los emplazamientos más rentables y viables. En muchos casos, formas de almacenamiento del agua más amigables con los ecosistemas, como los humedales naturales, mejoras en la humedad del suelo y una recarga más eficiente de las aguas subterráneas podrían ser más sostenibles y rentables que las infraestructuras grises como las presas.

La agricultura va a tener que satisfacer los aumentos previstos en la demanda de alimentos mejorando la eficiencia de su uso de los recursos y reduciendo a la vez su huella externa, y el agua es fundamental para esta necesidad. Una piedra angular de las soluciones reconocidas es la “intensificación ecológica sostenible” de la producción de alimentos, que mejora los servicios de los ecosistemas en los paisajes agrícolas, por ejemplo, a través de la gestión mejorada del suelo y la vegetación. La “agricultura de conservación”, que incorpora prácticas destinadas a minimizar el estrés del suelo, mantener su cobertura y regularizar la rotación de cultivos, es un ejemplo emblemático de abordaje de la intensificación sostenible de la producción. Los sistemas agrícolas que rehabilitan o conservan los servicios de los ecosistemas pueden ser tan productivos como los sistemas intensivos de alto aporte, pero con externalidades significativamente reducidas. Aunque las SBN ofrecen ventajas importantes en cuanto al riego, las principales oportunidades para aumentar la productividad residen en los sistemas de cultivo de temporal (secano), que representan la mayor parte de la producción actual y la agricultura familiar (y por lo tanto proporcionan las mayores ventajas en cuanto a medios de vida y reducción de la pobreza). Los avances teóricos que podrían lograrse a escala mundial rebasan los aumentos previstos en la demanda global de agua, por lo que podrían reducir los conflictos entre los distintos usos.

Las SBN para abordar la disponibilidad de agua en los asentamientos urbanos también son sumamente importantes, dado que en la actualidad la mayoría de la población mundial vive en las ciudades. Las infraestructuras urbanas verdes, incluidos los edificios verdes, son un fenómeno emergente que está estableciendo nuevos puntos de referencia y estándares técnicos que

abarcan muchas SBN. Las empresas y la industria también están fomentando cada vez más las SBN para mejorar la seguridad del agua para sus operaciones, impulsadas por un argumento empresarial convincente.

SBN para gestionar la calidad del agua

La protección de las fuentes de agua reduce los costos de tratamiento del agua para los proveedores urbanos y contribuye a mejorar el acceso al agua potable en las comunidades rurales. Los bosques, los humedales y las praderas, así como los suelos y los cultivos, si se manejan adecuadamente, tienen un papel importante en la regulación de la calidad del agua al reducir la carga de sedimentos, capturar y retener contaminantes y reciclar los nutrientes. Allí donde el agua está contaminada, tanto los ecosistemas construidos como los naturales pueden ayudar a mejorar su calidad.

La contaminación de fuentes no puntuales (difusa) provocada por la agricultura, especialmente los nutrientes, sigue

siendo un problema crítico en todo el mundo, incluso en los países desarrollados. Es también uno de los que más se adaptan a las soluciones naturales, ya que estas pueden rehabilitar los servicios del ecosistema que permiten que los suelos mejoren la gestión de los nutrientes, y por tanto disminuyen la demanda de fertilizantes y reducen la escorrentía e infiltración de nutrientes a las aguas subterráneas.

La infraestructura verde urbana se utiliza cada vez más para gestionar y reducir la contaminación provocada por la escorrentía urbana. Los ejemplos incluyen muros verdes, jardines en azoteas y cuencas de infiltración o drenaje cubiertas de vegetación para contribuir al tratamiento de las aguas residuales y reducir la escorrentía de las aguas pluviales. También se utilizan los humedales en entornos urbanos para mitigar el impacto de la escorrentía de las aguas pluviales y las aguas residuales contaminadas. Los humedales, tanto naturales como construidos, también contribuyen a la biodegradación o inmovilización de toda una gama de contaminantes emergentes, incluidos ciertos



productos farmacéuticos, y a menudo funcionan mejor que las soluciones grises. Para ciertos productos químicos pueden ser la única solución.

Existen límites a la forma en que pueden funcionar las SBN. Por ejemplo, las opciones que ofrecen las SBN para el tratamiento de las aguas residuales industriales dependen del tipo de contaminante y de la cantidad que contengan. Para muchas fuentes de agua contaminada, puede seguir siendo necesario adoptar soluciones de infraestructura gris. Sin embargo, las aplicaciones industriales de las SBN, en particular los humedales construidos para el tratamiento de las aguas residuales industriales, están aumentando.

Las SBN para manejar riesgos relacionados con el agua

Los riesgos y desastres relacionados con el agua, como las inundaciones y sequías asociadas a una creciente variabilidad temporal de los recursos hídricos debido al cambio climático, provocan pérdidas humanas y económicas inmensas y cada vez mayores en el mundo. Se calcula que alrededor del 30% de la población mundial vive en áreas y regiones que sufren los efectos de inundaciones y sequías de manera habitual. La degradación de los ecosistemas es la causa principal del aumento de los riesgos y fenómenos extremos relacionados con el agua, y reduce la capacidad de aprovechar plenamente el potencial de las SBN.

La infraestructura verde puede desempeñar funciones significativas a la hora de reducir riesgos. Combinando infraestructuras verdes y grises es posible conseguir una reducción de costos y mejorar sensiblemente la disminución general de los riesgos.

Las SBN para la gestión de las inundaciones pueden incluir la retención del agua mediante la gestión de las infiltraciones, los flujos superficiales y por consiguiente la conectividad hidrológica entre los componentes del sistema y el transporte del agua a través de este, creando espacios para almacenar el agua mediante llanuras inundables, por ejemplo. El concepto de “vivir con inundaciones”, que entre otros aspectos incluye toda una serie de enfoques estructurales y no estructurales que ayudan a “estar preparados” para una inundación, puede facilitar la aplicación de SBN apropiadas para reducir las pérdidas debidas a las inundaciones y, lo que es más importante, los riesgos de inundación.

Las sequías no están limitadas a las áreas secas, como se sugiere a veces, sino que también pueden suponer un riesgo de desastre en regiones que normalmente no padecen escasez de agua. La combinación de SBN para paliar la sequía es esencialmente la misma que para la disponibilidad de agua, y apunta a mejorar la capacidad de almacenar agua en los paisajes, incluyendo los suelos y las aguas subterráneas, para amortiguar los periodos de extrema escasez. La variabilidad estacional de las precipitaciones crea oportunidades para almacenar agua en el paisaje con el fin de proporcionar agua tanto a los ecosistemas como a las personas durante los periodos más secos. El potencial de almacenamiento natural de agua (particularmente en el subsuelo, en los acuíferos) para reducir el riesgo de desastres está lejos de haber sido alcanzado. La planificación del almacenamiento a escala regional y de las cuencas fluviales debería tomar en consideración una cartera de opciones de almacenamiento superficiales y subterráneas (y sus combinaciones) para llegar a los mejores resultados ambientales y económicos frente a la creciente variabilidad de los recursos hídricos.

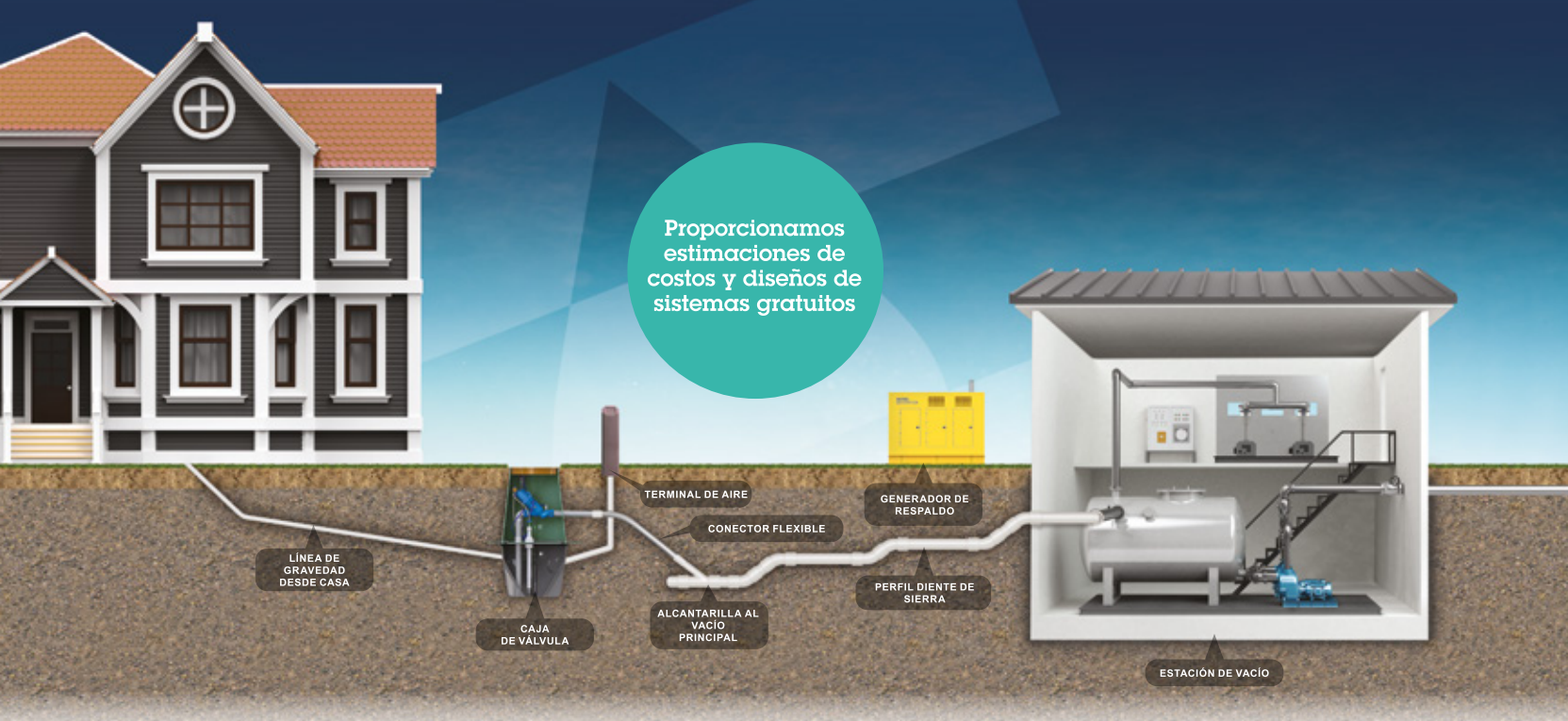
Para hacer frente a todos estos desafíos se requiere crear condiciones propicias para que las SBN se consideren a la par de otras opciones para la gestión de los recursos hídricos. Algunas condiciones incluyen:

- Movilizar el financiamiento
- Crear el entorno jurídico y reglamentario propicio
- Mejorar la colaboración intersectorial
- Mejorar la base de conocimientos

Conclusiones

Adoptar SBN no solo es necesario para mejorar los resultados de la gestión del agua y lograr la seguridad hídrica; también es fundamental para garantizar la prestación de beneficios colaterales que son esenciales para todos los aspectos del desarrollo sostenible. Aunque las SBN no sean la panacea, desempeñarán un papel esencial a la hora de construir un futuro mejor, más luminoso, más seguro y más equitativo para todos ◀

Este es un extracto del documento Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018.



El sistema de alcantarillado por vacío de Airvac

impide la contaminación de suelos y aguas subterráneas por las aguas residuales

- Seguro, eficiente, confiable
- Menos excavación
- Reducción del tiempo de trabajo
- Sistema completamente sellado
- Amigable con el medio ambiente
- Sin infiltración o fugas
- Sin exposición del operador a las aguas residuales sin tratar
- Solo una fuente de energía
- Servicio ininterrumpido durante cortes de energía

Airvac es **el líder mundial** en tecnología de alcantarillado por vacío.



Airvac

A brand of
Aqseptence Group

Descubre Mejor.

+55 11 99993-7460

info@airvac.com

○ visite airvac.com



Alianzas y cooperación por el agua

El Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023, cuyo tema es “Alianzas y Cooperación”, muestra que establecer alianzas y mejorar la cooperación en todas las dimensiones del desarrollo sostenible es esencial para acelerar el avance hacia el logro de los objetivos y metas en materia de agua.

Una alianza y cooperación extrasectorial involucra a actores de “fuera del ámbito del agua” cuyos focos y objetivos primarios no están principalmente relacionados con el agua, pero para quienes el agua desempeña un papel determinante.

Progresos hacia el ODS6

Las alianzas y la cooperación son esenciales para el progreso en la consecución de las metas del ODS6. Salvaguardar la seguridad hídrica, alimentaria y energética a través de una gobernanza sostenible, proporcionar suministro de agua y de saneamiento para todos, apoyar la salud y los medios de vida, mitigar los impactos del cambio climático y los eventos extremos, y sostener y restaurar los ecosistemas con los valiosos servicios que proporcionan son piezas de un rompecabezas magnífico y complicado. Las piezas tan solo encajarán por medio de alianzas y cooperación, y todos tienen un papel que desempeñar.

Las alianzas y la cooperación son más importantes que nunca en 2023, ya que el mundo se prepara para una gran conferencia de la ONU sobre el agua, la primera gran reunión sobre agua dulce que se celebra en el sistema de las Naciones Unidas desde hace 46 años, que pone de relieve la urgente necesidad de acelerar esfuerzos para alcanzar el ODS6.

Casi todas las intervenciones relacionadas con el agua implican algún tipo de cooperación. Las alianzas en torno al agua, que se producen en escala local y mundial, mediante acuerdos formales e informales, reúnen a distintas partes interesadas con intenciones diversas.

La cooperación es fundamental para alcanzar todos los objetivos y metas relacionados con el agua. La aceleración de los avances hacia ODS6 depende en gran medida de la eficacia y la productividad de las alianzas.

La participación inclusiva de las partes interesadas fomenta la aceptación y la apropiación. Tener en cuenta las diferentes



perspectivas de los implicados ayuda a determinar una visión clara y compartida de los objetivos, resultados y efectos basada en un entendimiento común de los problemas.

Abastecimiento de agua y el saneamiento

La necesidad de establecer alianzas y cooperar en materia de abastecimiento de agua, saneamiento e higiene (WASH) en los asentamientos humanos obedece a su naturaleza intersectorial.

Diversos actores, entre ellos el sector privado, las organizaciones no gubernamentales (ONG) y las comunidades, junto con los ministerios gubernamentales responsables de WASH, se ocupan de distintos aspectos del sector de abastecimiento de agua y saneamiento.

Además, la magnitud de los retos WASH en los asentamientos humanos formales e informales es tal que ningún país o institución por sí solo puede superar la creciente demanda de estos servicios.

La contaminación, los efectos del cambio climático y la degradación medioambiental de los recursos de agua dulce, combinados con el enorme déficit de infraestructuras en un mundo de escasos recursos financieros explican la multitud de actores estatales y no estatales que intervienen en la prestación de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.

Las alianzas y la cooperación efectivas hacen que los servicios se adapten mejor a las necesidades y recursos de las comunidades pobres, y que mejore la aceptación y apropiación de dichos sistemas por parte del público.

Agua y saneamiento para asentamientos humanos

La provisión de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en los asentamientos humanos se ve afectada por un sinnúmero de desafíos operativos y de gobernanza. En las últimas décadas, los proveedores de servicios de todo el mundo han recurrido a asociaciones entre pares para mejorar su capacidad.

► Desarrollo

Alianzas y cooperación por el agua

Estas asociaciones sin fines de lucro se conocen como asociaciones de operadores de agua (WOP, siglas en inglés de water operators' partnerships), que se basan en la confianza y el intercambio abierto de información y experiencia.

Las alianzas entre gestores de servicios de agua enlazan a empresas de abastecimiento afianzadas y con buen funcionamiento con otras que necesitan asistencia u orientación. La implementación de WOP puede tener un efecto dominó porque el beneficiario, después de haber mejorado sus capacidades y adquirido nuevas competencias, puede continuar y utilizar esta experiencia para ayudar a otras empresas de servicios públicos.

Muchos países tienen dificultades para ampliar los servicios a las zonas rurales, donde la cobertura de servicios de agua potable gestionados de forma segura (60%) es inferior a la de las zonas urbanas (86%).

A finales de 2020, el número de personas desplazadas por la fuerza se estimó en 82.4 millones. La migración forzosa produce más presión sobre las entidades locales (empresas, comunidades) competentes del suministro de agua y de los servicios hídricos.

Para responder a las complejas dinámicas que afectan a las poblaciones desplazadas y a las comunidades de acogida, se necesitan alianzas de múltiples actores que incluyan a organismos de Naciones Unidas, organizaciones internacionales, ONG y sociedad civil.

Agricultura y alimentación

La asignación de agua de la agricultura a los centros urbanos se ha convertido en una estrategia habitual para satisfacer las necesidades de agua dulce de las ciudades en expansión.

Generalmente, la reasignación de agua del sector agrícola ha tenido éxito a la hora de satisfacer la demanda hídrica de las ciudades. Desde la perspectiva agrícola/rural, se han observado consecuencias negativas, lo cual redundará en una menor seguridad alimentaria.

Se prevé que la competencia por el agua dulce entre las ciudades y la agricultura aumente debido a la rápida urbanización, para la que se prevé que la demanda urbana de agua aumente un 80% de aquí a 2050. Aproximadamente un tercio de las ciudades del mundo que dependen de las aguas superficiales se enfrentan a la competencia con la agricultura, que utiliza aproximadamente el 72% de las extracciones mundiales de agua dulce.

Las asociaciones de usuarios del agua son un ejemplo de modalidades y pueden tener éxito cuando se basan en procesos democráticos en los que participan otras instituciones locales.

Entre los agentes que participan en las asociaciones de usuarios suelen figurar agricultores, organismos gubernamentales, ONG, el mundo académico, instituciones de desarrollo, bancos de desarrollo y, en algunos casos, el sector privado. El desempeño deficiente suele atribuirse a alianzas débiles, particularmente a la falta de inclusión de mujeres, lo que conduce a una implementación deficiente y funciones y responsabilidades poco claras.

En la última década, el nexo agua-energía-alimentación-ecosistema (AEAE o WEF, sus siglas en inglés) surgió como un poderoso enfoque sistemático para entender la interrelación y los intercambios que existen entre dichos ámbitos. El enfoque AEAE integra todos los sectores y ofrece una visión holística de sostenibilidad que busca equilibrar los diferentes objetivos, intereses y necesidades de la gente y el medio ambiente.

En un mundo en el que los países luchan por adaptar sus sistemas agrícolas y alimentarios a condiciones de escasez de agua, los datos y la información sobre el agua son indispensables para afrontar los retos de la gestión hídrica.

Agua y medio ambiente

Los beneficios colaterales de los enfoques basados en ecosistemas son una prueba importante a favor de las soluciones basadas en la naturaleza, que pueden ser eficaces en todos los sectores.

Las medidas de protección y rehabilitación de las cuencas hidrográficas han dado vida a algunas de las alianzas más antiguas en materia de agua. La experiencia demuestra que no es necesario que todos los socios tengan los mismos objetivos, sólo un consenso sobre la acción que debe emprenderse y el reconocimiento de la importancia de compartir beneficios y costos.

Por ejemplo, a las empresas de servicios hídricos les interesa sobre todo reducir los riesgos de infraestructura, garantizar el cumplimiento de las medidas establecidas y reducir los costos. Otro sector puede estar interesado en los beneficios de la biodiversidad. Las soluciones basadas en la naturaleza pueden ofrecer ambas cosas de forma simultánea y rentable.

Los beneficios de la adaptación al clima, como la mitigación de las inundaciones, son especialmente atractivos. Las alianzas que incluyen a las comunidades locales se están utilizando cada



AMINCA

Asociación Mexicana de
Ingeniería y Ciencias del Agua

— CONSEJO DIRECTIVO —
2022-2024

QUIÉNES SOMOS:

SOMOS UNA ASOCIACIÓN MULTIDISCIPLINARIA,
SIN FINES DE LUCRO, DEDICADA A LA GESTIÓN INTEGRADA,
LA SUSTENTABILIDAD Y LA SEGURIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.



Dr. Humberto Marengo Mogollón
Presidente del Consejo Consultivo



Ing. Guillermo Leal Báez
Presidente del Primer Consejo Directivo



Dr. Óscar Vega Roldán
Presidente de la Junta de Honor

NUESTRA MISIÓN:

Impulsar, integrar y orientar acciones para una mejor gestión del agua y servicios asociados a ella, procurando el bienestar social, el fortalecimiento económico y la preservación del medio ambiente.

CONOCE MÁS:



► Desarrollo

*Alianzas y cooperación
por el agua*



vez más para mejorar la monitorización del medio ambiente y son especialmente importantes para llenar las enormes lagunas de datos sobre la calidad del agua.

Los fondos para el agua apoyan alianzas que reúnen a usuarios intermedios, como ciudades, empresas y servicios públicos, para invertir colectivamente en la protección de hábitats y la gestión del suelo de manera previa, con el fin de mejorar la calidad y cantidad del agua y generar beneficios a largo plazo para las personas al abordar el clima, la naturaleza y la contaminación. Ayudan a comprender y gestionar las complejidades asociadas al riesgo hídrico y a la protección de las fuentes de agua basadas en la naturaleza.

Agua y salud

Las débiles alianzas entre los sectores de la salud y del agua, el saneamiento y la higiene provocan importantes pérdidas de eficiencia, a pesar de sus evidentes interdependencias.

Se necesitan alianzas alineadas en los planos científico, estratégico y operativo para optimizar y acelerar el logro de los resultados positivos que puede aportar el sector del agua, saneamiento e higiene en términos de salud.

Los esfuerzos realizados a raíz del COVID-19 se han aprovechado cada vez más para reforzar políticas, normativas e inversiones en servicios de agua, saneamiento e higiene.

Agua, saneamiento e higiene, cruciales para la salud y el bienestar

A mediano plazo, el progreso promedio necesita avanzar cuatro veces más rápido para alcanzar el objetivo de proporcionar a todo el mundo agua, saneamiento e higiene gestionados de forma segura en 2030.

A pesar de la interdependencia que existe entre el sector del agua, saneamiento e higiene y el de la salud, existen lagunas en la coordinación y gobernanza, debido a que dichos sectores recaen en distintos ámbitos de competencia de ministerios, autoridades locales, organizaciones internacionales, ONG y actores del sector privado de todos los niveles.

Sorprendentemente, todavía existen grandes brechas en el WASH básico, con 1,800 millones de personas que utilizan instalaciones de atención médica que carecen de servicios básicos de agua y 800 millones que utilizan instalaciones sin baños.

El programa mundial de erradicación de la poliomielitis es un ejemplo bien establecido de una alianza en salud con laboratorios de aguas residuales, que utiliza las aguas residuales como parte de un enfoque más amplio de vigilancia y control. El tratamiento de las aguas residuales de las comunidades y los centros de salud, en la producción de plantas y animales y en la fabricación de antimicrobianos también limita la aparición y propagación de la resistencia antimicrobiana. Las alianzas en todos los ámbitos políticos que abordan el ciclo de vida de los productos nocivos son esenciales para reducir la contaminación del agua a fin de salvaguardar la salud humana y los ecosistemas acuáticos.

Agua y cambio climático

La naturaleza intersectorial y la interdependencia del agua y el cambio climático con otros recursos naturales vitales, como la tierra o la energía, pueden crear más oportunidades de establecer alianzas y cooperar.

La coordinación de las agendas sobre el clima y el agua es bidireccional. Por una parte, quienes son responsables de las políticas climáticas necesitan comprender mejor las necesidades de la comunidad de usuarios del agua para adaptarse al cambio climático, así como el papel que la gestión de los recursos hídricos, el suministro de agua y el saneamiento pueden desempeñar en la mitigación. Por otra parte, las personas responsables de las políticas sobre el agua necesitan dirigirse a las partes interesadas

en la cuestión climática para comprender mejor cómo funcionan los procesos producidos por el clima, así como para integrar los riesgos climáticos relacionados con el agua en las políticas, estrategias y planes nacionales en materia de recursos hídricos.

Acelerar la acción por medio de alianzas y cooperación entre las partes interesadas en temas de agua y clima puede generar más beneficios para los ecosistemas de agua dulce y para las poblaciones más expuestas y vulnerables y, por consiguiente, reducir los riesgos de catástrofe, ahorrar costos, crear empleos y generar oportunidades económicas. La política climática debe reflejar mejor el papel del agua y la política del agua debe integrar mejor los riesgos climáticos. En los compromisos establecidos por las partes del Acuerdo de París, más del 80% de los países han calificado los recursos de agua dulce como área prioritaria con respecto a la adaptación. Sin embargo, las oportunidades de mitigación a través de la gestión del agua, como la recuperación de biogás de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, merecen una mayor atención. Dado que tanto el agua como el cambio climático no conocen fronteras, la adaptación conjunta al cambio climático y la cooperación a través de las fronteras administrativas (en cuencas hidrográficas y acuíferos nacionales o transfronterizos) representan dos grandes oportunidades de colaboración intersectorial y entre países para compartir los costos y beneficios de las medidas de adaptación, garantizar su ubicación óptima en una cuenca hidrográfica y evitar los posibles efectos negativos de las medidas unilaterales de adaptación o gestión.

Agua, industria y energía

La industria tiene la capacidad de promover prácticas responsables e idear soluciones basadas en el mercado para acelerar la realización en escala de los ODS.

La acción colectiva en forma de alianzas y coaliciones cada vez más con socios no tradicionales es vital cuando los resultados deseados no pueden obtenerse mediante la acción unilateral por sí sola. El compromiso con objetivos compartidos y el reconocimiento de las posibles compensaciones entre los intereses de la empresa y los beneficios públicos más amplios son ingredientes esenciales para el éxito.

Las empresas de sectores que dependen en gran medida del agua para su actividad principal –como la fabricación de

bienes o la producción de insumos y materias primas– están cada vez más conscientes del estrés hídrico y de los riesgos que plantea para sus intereses comerciales. Como resultado, muchas empresas están explorando formas de reducir o mitigar los riesgos del agua en sus negocios y cadenas de suministro.

La acción colectiva de la industria puede adoptar muchas formas, desde un intercambio relativamente informal de perspectivas hasta procesos muy estructurados de toma conjunta de decisiones, aplicación y rendición de cuentas. Para que la acción colectiva sea eficaz, las empresas suelen tener que establecer relaciones poco convencionales con socios no tradicionales. Normalmente, las partes interesadas deben tener un sentido compartido del riesgo, la responsabilidad y el beneficio para que la acción colectiva tenga éxito. Las ventajas potenciales de actuar con otros para gestionar los riesgos relacionados con el agua deben sopesarse frente a los retos y complejidades potenciales de consultar a otras partes, compartir información, tomar decisiones o compromisos conjuntos y compartir la responsabilidad de la aplicación.

En los últimos años se ha hecho evidente el valor adicional de sumar a estos acuerdos aspectos medioambientales, sociales, de gobernanza y de gestión del agua, no sólo en el sentido comercial, sino también en el contexto más amplio de la sostenibilidad global del agua, con el fin de obtener resultados beneficiosos para todas las partes. Aunque el liderazgo de las empresas individuales es necesario para acelerar la acción hacia el ODS6, no es suficiente para alcanzar este objetivo.

Será necesaria una acción intersectorial entre empresas, gobiernos y organizaciones de la sociedad civil. Las empresas que se anticipen a ese futuro en las decisiones estratégicas que tomen hoy tendrán más probabilidades de prosperar y de

Entre 2000 y 2019 hubo pérdidas económicas por 650 mil millones de dólares debido a inundaciones, que afectaron a 1.65 mil millones de personas y causaron más de 100 mil muertes. En el mismo periodo, las sequías afectaron a otros 1.43 mil millones de personas, con pérdidas estimadas de casi 130 mil millones.



► Desarrollo

Alianzas y cooperación por el agua

aprovechar las oportunidades que puede brindar un planeta más estable desde el punto de vista medioambiental y más integrador desde el punto de vista social.

Educación y desarrollo de capacidades

La educación y el desarrollo de capacidades son cruciales para acelerar el progreso hacia el ODS6. El progreso tecnológico es uno de los principales motores del aumento de la capacidad. La pandemia de COVID-19 ha dado un gran impulso a la adopción de tecnologías de la información y la comunicación para la enseñanza y la formación en todo el mundo y para mejorar las comunicaciones entre los socios.

Algunos retos son de naturaleza técnica, como la creación de plataformas y sistemas en línea inclusivos que maximicen el acceso a los grupos y comunidades desfavorecidos. Pero es necesaria una mayor adopción de enfoques asociativos como las comunidades de prácticas, la ciencia ciudadana, las redes profesionales, la innovación abierta y el aprendizaje permanente.

Datos, información y supervisión

Entre las principales limitaciones para acelerar el progreso se encuentran las lagunas de datos desde el nivel local hasta el internacional, incluidos los niveles insuficientes de segregación y las dificultades (o reticencias) a la hora de compartir datos. La mejora de las alianzas es esencial para garantizar que los datos pertinentes se generen y procesen eficazmente en información objetiva que se ponga a disposición de los usuarios finales.

Los repositorios de datos mundiales de libre acceso tienden a carecer de la resolución espacial o el nivel de desagregación necesarios para intervenciones más específicas. Es necesario aumentar considerablemente la capacidad de los organismos gubernamentales encargados del seguimiento y la gestión de los recursos para generar datos mejorados que permitan abordar los problemas económicos y sociales relacionados con el agua.

Innovación

Las alianzas entre universidades, empresarios y proveedores de capital de riesgo pueden acelerar las aplicaciones empresariales y deben reforzarse y ampliarse en los países de renta media y baja. Las comunidades de prácticas para la cocreación de conocimientos y la innovación con socios del norte y del

sur podrían contribuir en gran medida a desarrollar soluciones técnicamente factibles, económicamente viables, socialmente aceptables y localmente adaptables.

También se necesitan nuevas alianzas para acelerar la adopción de nuevas tecnologías de procesamiento, distribución y tratamiento del agua. Pero la introducción de nuevas tecnologías e innovaciones debe garantizar que no agrave las desigualdades, por ejemplo en el caso de algunas aplicaciones de las TIC que perjudican a quienes carecen de un acceso adecuado a internet o a conexiones de telefonía móvil, por no hablar de la electricidad.

Financiamiento de la inversión

Lograr un acceso equitativo al agua potable para todos en 2030 podría requerir triplicar los niveles de inversión actuales. Parte del financiamiento actual puede estar mal orientada e incluso ser contraproducente a la hora de abordar las necesidades de las personas y comunidades más pobres.

Una mejor cooperación entre los lados de la demanda y la oferta de financiamiento requiere una mejor comprensión mutua entre los socios de cada una de sus perspectivas y requisitos. Productos financieros mejor adaptados y específicos para las instalaciones de abastecimiento de agua y saneamiento a nivel doméstico, como microcréditos para consumidores y hogares con bajos ingresos, podrían mejorar el impacto del financiamiento.

Gobernanza

Los procesos de elaboración de políticas y proyectos deben adaptarse mejor a las preocupaciones y a la contribución potencial de los distintos grupos mediante una alianza y una cooperación reforzadas. Para tener éxito, las alianzas público-privadas deben establecer una cooperación beneficiosa para todas las partes interesadas que sirva al interés público y proporcione al mismo tiempo un rendimiento decente al proveedor del servicio.

Tanto las operaciones del sector privado como las del sector público son más eficaces en países con marcos legislativos claros, predecibles y estables, ya que permiten respaldar con confianza las inversiones a largo plazo y obtener una rentabilidad razonable. La naturaleza interconectada del agua requiere un enfoque de toda la sociedad muy mejorado que abarque tanto las instituciones formales como las informales ◀

Derecho humano
al agua

Coordinación
Sacmex
y Sederec

No a la
privatización del
servicio

Condonación
en colonias
con mal servicio

Regulación
de pipas

Consejo
de vinculación
delegacional

Aspectos relevantes
de la nueva
**Ley de Agua
y Sustentabilidad
Hídrica CDMX**

Instalación
de bebederos
públicos

Consejo
consultivo

Programa de
sustentabilidad
obligatorio

Junta de
Gobierno

Indicadores
de gestión social
e institucional

Juicios por cobro
de un derecho
como servicio

Descentralización
del Sacmex

Coordinación
en materia
de tarifas





sistemaconceptualciencia.com

El **agua** en la historia de la **civilización**

Todas las grandes civilizaciones de la antigüedad se han desarrollado en las laderas de un río o en las riberas de un lago para aprovechar la riqueza agrícola que podía producirse en las tierras aledañas. Pero ¿cuándo y cómo surgieron las presas? ¿Desde cuándo existen las bombas? ¿Cómo se transportaba el agua a los sitios donde no la había? ¿Cómo se purificaba el agua y cómo se distribuía en las propias ciudades? En este artículo se pretende dar respuesta en apretado resumen a algunos de estos interrogantes.

Presas

En la III o IV dinastía, alrededor de 2700 o 2600 antes de nuestra era (a.n.e.), los egipcios emprendieron la construcción de una presa en un afluente efímero del Nilo, el wadi Garawi, unos 10 km al sureste de Menfis, 30 km al sur de El Cairo: la presa Sadd El-Kafara.

Este esfuerzo, que coincide con el periodo de construcción de las grandes pirámides de Giza, es parte del desarrollo y mejora de la región alrededor de la capital.

Los trabajos duraron entre 10 y 12 años, pero una riada provocó su destrucción parcial antes de que fuera terminada. Se cree esto porque no parece que haya habido un desvío del río que evitara a la presa durante la construcción. Además, no hay restos de sedimentos acumulados en la parte interna de la presa.

Los restos de la presa siguen siendo visibles hoy en día en ambas orillas del Garawi, y fueron estudiados en 1982 por un equipo germano-egipcio.

La presa comprende dos caras de roca con núcleo central de grava. Las caras aguas arriba y aguas abajo están protegidas por bloques cortados que forman escalones de unos 30 cm de altura. Es la longitud (113 m) y especialmente la altura (14 m) de esta estructura lo que la ubica como la presa grande más antigua conocida. Aún más asombrosa es la colosal anchura de la presa, de casi 100 m en la base y 66 m en la corona.

El propósito más probable de esta presa era proteger aguas abajo las áreas cultivadas y habitadas en la ribera del Nilo de las violentas inundaciones del Garawi. De hecho, el núcleo permeable de la estructura abona contra la hipótesis de un depósito para almacenar agua para uso agrícola. En cualquier caso, el riego en Egipto en este periodo estaba totalmente basado en las inundaciones del Nilo. Curiosamente, el examen de la zona del embalse no muestra ningún rastro de sedimentación, lo que sugiere que el destino de esta importante presa no era sobrevivir mucho tiempo.



Restos de la presa Sadd El-Kafara.

El aliviadero tiene una capacidad del orden de 85 m³/s. Dadas sus amplias dimensiones y la protección de las rocas, la presa debería haber sido capaz de resistir el desborde parcial. Estos análisis llevaron a plantear la hipótesis de que la presa falló antes de que estuviera completamente terminada, cuando la cara rocosa aguas arriba se había construido a su altura nominal, pero ni la cara aguas abajo ni el relleno del núcleo estaban completamente terminados. Sumergida por una inundación excepcional, la presa podría haber sido arruinada por la erosión del núcleo central y el colapso de la cara aguas arriba. Este fracaso seguramente habría resultado en la destrucción aguas abajo, y el recuerdo de esta catástrofe podría explicar la nula construcción de nuevas represas en Egipto durante muchos siglos después.

Bomba de agua

El sistema que se le atribuye a Arquímedes (siglo III a.n.e.) como la primera bomba de agua (tornillo de Arquímedes) ya había sido utilizado anteriormente por Senaquerib, monarca de Asiria, en el siglo VII a.n.e. Se trata de una máquina gravimétrica helicoidal utilizada para la elevación de agua, pero hoy en día también para el transporte de sólidos.

► El agua en el mundo

*El agua en la historia
de la civilización*

Durante siglos todas las bombas de agua usaban animales de tracción para su funcionamiento, hasta que a finales del siglo XVII de nuestra era Thomas Savery desarrolló la primera bomba de uso industrial para extraer agua de la minería usando vapor. Sucesivas mejoras de esta máquina dieron lugar a la famosa máquina de vapor de James Watt.

Transporte a grandes distancias

El monarca asirio Senaquerib mandó construir a principios del s. VII a.n.e. un acueducto que abasteciera a su capital, Nínive, con un recorrido de más de 40 km entre acueductos y canalizaciones. Conocido especialmente por sus obras de ingeniería y arquitectura, Senaquerib construyó una de las ciudades más importantes de la época.



El aún príncipe Senaquerib (izquierda) con su padre Sargón II (a la derecha). Bajorrelieve de Dur-Sharrukin, Museo del Louvre.

Por el mismo tiempo, Ezequías, rey de Judá, construyó un acueducto que llevaba agua hasta Jerusalén, pero el sistema de transporte más extenso de la antigüedad fue sin duda el realizado por los romanos. El primero en construirse fue el Aqua Apia, que era un acueducto subterráneo de 16 km de longitud. El primero que transportó agua sobre la superficie fue el Aqua Marcia, en la capital del imperio. Tenía una longitud de 90 km y fue construido en el año 144 a.n.e. Diez acueductos suministraban agua a la antigua ciudad de Roma y la abastecían con alrededor de 140,000 m³ agua al día.

Filtración y potabilización

El intento de los seres humanos por mejorar la calidad del agua mediante el uso de filtros se entrelaza con su evolución. Los primeros intentos registrados de filtración de agua se remontan al año 2000 a.n.e.

Hipócrates realizó varios experimentos sobre la purificación del agua. Diseñó una membrana de tela, a través de la cual pasaba agua hervida. Siglos más tarde, un invento influiría significativamente en la evolución de los filtros: el microscopio. El italiano Antonio Porzio fue el primero en diseñar un filtro múltiple en 1685 que incluía sedimentación y filtración de arena. En 1746, el científico parisino Joseph Amy fue el primero en fabricar filtros para uso doméstico utilizando una esponja, carbón y lana.

No fue hasta 1804 en Paisley, Escocia, que por primera vez se pensó en hacer una instalación de filtros para toda una población. Más tarde, en 1829, se construyó en Londres la primera planta de filtros lentos de arena hecha por The Chelsea Water Work Corporation. A medida que la demanda de agua filtrada aumentaba, se fue estudiando más a fondo el trabajo de los filtros y se descubrió que no solo hacían un proceso de cribado sino que también transformaban la materia orgánica. Con el surgimiento de la microbiología, nacida a mediados del siglo XIX, se le fue dando cada vez mayor importancia al aspecto bacteriológico de la filtración y hacia finales de ese siglo muchas ciudades ya habían construido plantas de filtración.

Existen registros de métodos de potabilización que datan de entre el año 4000 y el 2000 a.n.e., como hervir el agua, ponerla al sol, introducir trozos de cobre o plata siete veces y filtración a través de carbón, leña o arena. Para aclarar el agua existen indicios de que los egipcios, en el año 1500 a.n.e., utilizaban



¿Pretende usted llegar y convencer con sus productos y servicios a quienes influyen y a quienes son tomadores de decisiones, tanto en el sector público como en el privado y el académico?

REVISTA



70%
de descuento

al contratar plan de **5 ediciones** (34, 35, 36, 37 y 38).

Además, pago en tres cuotas y diseño de un anuncio **sin costo** para quienes contraten antes del **11 de septiembre de 2023**.

helios@heliosmx.org • 55 2976 1222



► El agua en el mundo

El agua en la historia
de la civilización



Aspecto actual de los restos del acueducto Aqua Marcia.

la sustancia química alum. Esta sustancia, también conocida como piedra de alumbre, está compuesta por sulfato de potasio o aluminio y hoy en día se sigue usando para procesos de coagulación en las potabilizadoras modernas.

Desalación

En la Grecia clásica, figuras como Tales de Mileto (623-546 a.n.e.) o Demócrito (460-370 a.n.e.) ya hablaban en sus escritos de desalación por métodos físicos, como hacer pasar el agua a través de la tierra, pero no fue hasta el tiempo de Aristóteles que se diseñó la primera máquina para desalar el agua: una evaporadora, que servía a los barcos griegos para conseguir agua dulce en sus travesías.

Las primeras plantas propiamente desaladoras se instalaron después de la Segunda Guerra Mundial, y hubo que esperar hasta el decenio de 1960 para que se produjera el invento que revolucionaría la desalación de agua: la ósmosis inversa.

Abastecimiento urbano

El primer caso de una ciudad en la que se tiene constancia de un sistema de abastecimiento de agua, con baños públicos y agua caliente, es Mohenjo-Daro (Valle del Indo, actual Pakistán), habitada durante el tercer milenio antes de nuestra era (entre el 2600 y el 1800 a.n.e.) a orillas del río Indo.

En esta ciudad, casi todas las grandes casas o bloques de edificios tenían por lo menos un pozo privado, y había también una gran cantidad de pozos públicos. Se ha calculado la existencia de unos 700 pozos.

También se han encontrado más de 17 grandes depósitos en ciudades como Dholavira, en India; en este caso, una parte estaba excavada en la roca para almacenar el agua de la lluvia caída durante la estación monzónica.

El uso generalizado de tuberías metálicas en las ciudades se dio hacia finales del siglo XIX y principios de XX; entonces el agua corriente empezó a llegar a todas las casas. A finales del siglo XIX en Manhattan, por ejemplo, las tuberías seguían siendo –como en muchas partes del mundo– simples troncos de madera perforados.

Grifos

En los palacios de los nobles romanos ya existían en el siglo I cañerías para el agua. En la parte final existía un artefacto rudimentario que consistía en un cilindro perforado que se insertaba en la tubería. Se decoraba con la figura de un grifo, animal mitológico mitad águila mitad león –de allí proviene su actual nombre en castellano–; en francés se llama *robinet*, de robin que significa “carnero”, y en alemán se llama *hahn*, que deriva de una palabra que significa gallo.

Sistemas de alcantarillado y saneamiento

El alcantarillado más antiguo del que se tiene constancia histórica es el construido en la ciudad sumeria de Nippur, en Mesopotamia, hacia el año 3750 a.n.e.

Mohenjo-Daro (2600-1800 a.n.e.) destaca también en este aspecto porque bajo su estructura urbana amurallada se encontró un complejo y perfeccionado sistema de alcantarillado. Las conducciones de las distintas calles se abrían a las grandes cloacas de las vías principales, cubiertas con una vuelta de ladrillos y a veces con losas de piedra, que a su vez llevaban el agua hasta el río más cercano, en este caso el Indo. A intervalos regulares había trampillas para poder llevar a cabo las inspecciones y la limpieza. Todas estas infraestructuras sólo podían funcionar si una autoridad municipal cuidaba de su mantenimiento, por lo que también se ha supuesto la existencia de una autoridad municipal. Asimismo, los depósitos rectangulares de ladrillo



Mohenjo-Daro, uno de los primeros y más importantes asentamientos urbanos del mundo, ubicado en la actual Pakistán.

situados en las calles serían limpiados periódicamente por orden de algún órgano municipal que también se ocuparía del drenaje y la conservación de todo el sistema de alcantarillado y fosas construidas para prever los desbordamientos de los canales de desagüe.

Las viviendas, además de disponer a menudo de un pozo, estaban buena parte de ellas conectadas a un sistema de agua corriente que hacía posible que cada casa pudiese tener baño privado y letrina con un pavimento inclinado que permitía que el agua se canalizara hacia las respectivas conducciones de desagüe, que a su vez se conectaban con el alcantarillado principal. Igualmente el agua de la cocina y de las instalaciones sanitarias eran conducidas a la orilla de la calle, desde donde se dirigían a un canal recolector principal. La presencia de toda esta infraestructura evidencia la importancia que tenía el agua y la limpieza en la propia cultura urbana.

Posteriormente, en Asia Menor y Oriente Próximo se utilizaron conductos cerámicos, como es el caso de Creta en 1700 a.n.e. En la Grecia clásica construyeron verdaderas redes de alcantarillado con canales rectangulares cubiertos con lo-

sas planas, denominados atarjeas, que a veces formaban parte del pavimento de las calles. A estas atarjeas afluían conductos secundarios formando verdaderas redes de alcantarillado; fundamentalmente se dirigían a recoger las aguas de lluvia. En las ciudades modernas, las aguas de origen humano sólo comenzaron a conectarse al sistema de alcantarillado en 1815 en Londres, en Boston en 1833 y en París a partir de 1880.

Conclusión

La humanidad sigue evolucionando para gestionar el agua en todos sus aspectos. La historia del esfuerzo por dominar el agua y adaptarla a su forma de vida se cuenta por miles de años, y en mayor o menor medida, desde sus orígenes ◀

Elaborado por Helios Comunicación con base en las siguientes fuentes:
 El agua en la historia de la civilización el hombre. Aguas Residuales. Disponible en: www.aguasresiduales.info/revista/blog/el-agua-en-la-historia-de-la-civilizacion-del-hombre
 Ricard Bru Turull, La importancia del agua en las civilizaciones antiguas: Harappa. Agua y Culturas. *Tecnología del Agua* 270
 Sadd El-Kafara11: The first known large damm ...and the history of its failure. *Water Engineering in Ancient Civilizations. 5,000 Years of History.* boulderlibrary.net worldhistory.org



Tecnología e innovación ante crisis de agua y saneamiento

Se prevé que la demanda de agua dulce supere a la oferta en un 40% de aquí a 2030, lo que pone en riesgo la consecución del sexto Objetivo de Desarrollo Sustentable (ODS 6) y amenaza todos los ODS, incluidos los relativos a la seguridad alimentaria, la pobreza, la igualdad de género y la paz.

Las nuevas tecnologías pueden aplicarse a la gestión de las infraestructuras hídricas, afirma un especialista de la Universidad Chulalongkorn de Tailandia.

Por ejemplo, los sistemas de alerta temprana basados en tecnologías de drones o en sistemas de observación de la Tierra profundamente integrados pueden ayudar a predecir y mitigar las amenazas de catástrofes, y soluciones

como los contadores inteligentes, que proporcionan información en tiempo real y comentarios personalizados, pueden aumentar la eficiencia de los sistemas de agua y saneamiento existentes.

Una combinación de herramientas digitales abiertas, creación de capacidad y el uso de normas y marcos internacionales es fundamental para ampliar los esfuerzos hacia el ODS 6, y las soluciones hídricas deben adaptarse a las condiciones locales, ya que no hay una talla única.

Se necesitarán soluciones *ad hoc* para cada situación local, a fin de determinar el mejor uso de las últimas tecnologías y cómo optimizar la utilización de los recursos financieros existentes.

Las asociaciones mundiales son cruciales también para mejorar el intercambio de conocimientos que fomente la ampliación de las buenas prácticas a escala nacional e internacional.

A lo largo de la última década, nuevos actores, inventores e innovadores se han sumado al reto de resolver la crisis del saneamiento. Las partes interesadas de la industria, el mundo académico y los gobiernos de China, India, Senegal y Sudáfrica son pioneros en soluciones transformadoras para hacer que los servicios de saneamiento sean inclusivos y seguros para todos, especialmente para las mujeres y las niñas ◀

En EUA, una comunidad en riesgo por consumir agua contaminada con plomo

Las autoridades de Michigan emitieron una declaración de emergencia para pedir a los residentes de Benton Harbor –una ciudad a pocas horas de Chicago– que no consuman el agua que llega a sus casas por las tuberías, ni siquiera para cocinar, lavar las verduras o cepillarse los dientes.

Desde 2018 se pudo comprobar que los niveles de plomo en el agua de Benton Harbor estaban en niveles más altos de lo que se permite para el consumo humano. Según datos publicados por la ciudad, en 2018 se registró allí

una contaminación por plomo en el agua de 22 partes por mil millones, y entre enero y junio de 2021 ya eran 24.

No obstante, se encontraron registros desde los 400 hasta los 889 ppb en varias casas, en un país donde las autoridades consideran 15 como el nivel límite para la acción federal.

De acuerdo con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de EUA, los altos niveles de este metal en el agua pueden ser altamente nocivos para mujeres embarazadas y niños (a los cuales puede afectar el

desarrollo cerebral) y causan problemas de salud a corto y largo plazo en el resto de los adultos.

Se inició un proyecto de infraestructura por 33 millones de dólares, financiado con recursos estatales y federales, para sustituir las líneas de plomo o galvanizadas y en febrero de 2023 ya se habían reemplazado más del 99%. El agua embotellada sigue disponible en la ciudad, pero el departamento de salud estatal y local quiere que la gente haga la transición a filtros de agua del grifo en el hogar ◀

La escasez de agua impulsa el auge de la desalinización

Aunque alrededor del 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua, menos del 1% es realmente potable. Estos recursos finitos de agua dulce están distribuidos de forma muy desigual en nuestro planeta.

Mientras que soluciones como la siembra de nubes, e incluso la recolección de icebergs, siguen sin probarse a gran escala, la desalinización del agua de los océanos para convertirla en agua potable ha surgido como el medio definitivo para proteger de la sequía a las regiones que sufren pobreza de agua. Este concepto centenario utiliza la destilación térmica o una membrana de ósmosis inversa para separar la sal del agua del

océano. La técnica se utiliza actualmente en todo el mundo, y ya hay unas 20,000 plantas desalinizadoras en funcionamiento, las 10 mayores en Arabia Saudí y Emiratos Árabes Unidos.

Alrededor del 47% del agua desalinizada del mundo se produce solo en Oriente Medio y el norte de África. La escasez de agua empeorará a medida que la población aumente, junto con las temperaturas, y se prevé que el África subsahariana se convierta en un punto caliente de escasez de agua en 2050.

Los costos han disminuido enormemente: de unos 5 dólares por metro cúbico en la década de 2000, ha pasado a 50 centavos en la actualidad ◀

Arte para concienciar

Los cenotes son un ecosistema delicado que conecta las aguas subterráneas de la Península de Yucatán con el océano. Unidos entre sí a través de miles de pasajes subterráneos inundados, los cenotes son ventanas al Gran Acuífero Maya, la principal fuente de vida de la zona, pero están amenazados por el turismo masivo, el desarrollo urbano sin control, los pesticidas y fertilizantes.

En abril del 2020, Camila Jaber, una joven buceadora de Quintana Roo, se incorporó como embajadora del Proyecto Gran Acuífero Maya, que produjo el video “Soy Cenote”, en el que se hace un llamado a la industria del turismo para que reconozca su contribución destructiva a la crisis del agua y al cambio climático. Este video ganó el premio CreateCOP26, una iniciativa que reconoce propuestas artísticas que ayudan a afrontar el cambio climático.

La estudiante de Ingeniería en Innovación y Desarrollo quiere trabajar “en la falta de acceso a servicios públicos vitales en comunidades aisladas, pues el acceso al agua es lo más importante para que puedan ser parcialmente autosostenibles, así como desarrollar proyectos educativos que promuevan la independencia a comunidades rurales con base en su producción”.

Camila logró el récord nacional en apnea sin aletas con una marca de 58 metros. Inspirándose en su experiencia como deportista, crea obras de arte que conciencian sobre los problemas de los océanos y de los ecosistemas de agua dulce ◀

Los lagos dejan de ser azules

Un equipo de científicos de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill examinó más de 5 millones de imágenes satelitales de embalses de agua dulce tomadas entre 2013 y 2020, que representan 85,360 lagos y embalses repartidos por todo el mundo, para observar sus cambios de color. Resultó que el color azul puro ya está presente en menos de un tercio de ellos. Así, el 69% de todos los lagos de la Tierra tienen un color marrón verdoso.

El estudio demostró que no son los sedimentos y el transporte de algas los que determinan si el lago permanece azul, sino que los principales factores son la temperatura del aire, la precipitación, la altitud sobre el nivel del mar y la profundidad del embalse. El cambio de color también es una indicación de cómo estos ecosistemas están mutando drásticamente; el calentamiento hace que se generen algas microscópicas, principalmente en lagos menos profundos ubicados en regiones secas, interiores continentales y a lo largo de las costas, pero cada vez con más frecuencia esto sucede en lagos profundos, lo que afectará a la vida silvestre y a los humanos que dependen de ellos: será más costoso tratar esa agua y puede haber periodos en los que el agua no sea utilizable y las especies de peces ya no estén presentes ◀



Marine plastics abatement

Thammarat Koottatep et al. (Eds.)
IWA Publishing, 2023



Este libro consta de dos volúmenes. En el primero se proporciona un conocimiento completo de la contaminación plástica en los ecosistemas marinos y sus implicaciones

en la salud humana, especialmente de la contaminación de partículas micro y nanoplásticas por las cuales se describen los sistemas acuáticos, terrestres y atmosféricos. Además de los desafíos emergentes por la contaminación plástica, este volumen ofrece herramientas de evaluación integral, así como modelos prácticos sobre economía circular con interesantes estudios de caso del mundo real y preguntas y soluciones teóricas y numéricas, información científica reciente y ejercicios prácticos para asegurar un texto fácil de usar para los lectores.

El volumen 2 se centra en las estrategias de reducción de la contaminación plástica marina y las innovaciones tecnológicas actualizadas, como la recuperación de recursos, la conversión de plásticos, el procesamiento conjunto, la recuperación de desechos, etc. Con una comprensión de las soluciones tecnológicas y las prácticas de gestión adecuadas, este volumen sugiere formas de desarrollar negocios a partir de desechos plásticos con varios casos de países desarrollados y en desarrollo. Además, se presentan estudios de casos empresariales junto con información científica reciente y ejercicios prácticos. ◀

Strengthening systems and realising human rights:

Strategies to progress water, sanitation and hygiene

Juliet Willetts et al.
IWA Publishing, 2023

Este libro explora dos marcos para avanzar en el cambio estructural que apoya el agua segura, universal y equitativa, el saneamiento y la higiene (WASH): el fortalecimiento de los sistemas y los derechos humanos al agua y el saneamiento. Como tal, elabora y define la intersección entre estas dos áreas. Aunque están intrínsecamente interconectados, los dos también representan diferentes puntos de entrada para el cambio, con la oportunidad de una mayor integración intencional para mejorar el progreso hacia el ODS 6: Agua limpia y saneamiento.



Se reconoce ampliamente que el fortalecimiento de los sistemas es fundamental para garantizar el acceso a servicios de agua, saneamiento e higiene

sostenibles y equitativos en los países de ingresos bajos y medianos, sin dejar a nadie atrás. Esos sistemas comprenden políticas y estrategias sectoriales claras, arreglos institucionales eficaces, financiación sectorial suficiente, ciclos periódicos de planificación, supervisión y examen y desarrollo de la capacidad en todo el sector, así como la población, interacciones, relaciones de poder y comportamientos que dan forma a estos elementos. ◀

Biological wastewater treatment:

Examples & exercises

Carlos López Vázquez et al.
IWA Publishing, 2023

La primera edición del libro de texto *Biological wastewater treatment: Principles, modelling and design* (2008) se convirtió en *bestseller* de IWA Publishing. En 2020 se publicó la segunda edición actualizada y ampliada porque el conocimiento y la comprensión del tratamiento de aguas residuales habían avanzado ampliamente y se habían alejado aún más de los enfoques basados en datos empíricos a un enfoque basado en principios de química, microbiología, ingeniería física y de bioprocesos, matemáticas y modelización.

El libro ganó el Premio IWA Publishing Best Scientific Book en 2022, y esto inspiró a los autores a embarcarse en un nuevo desafío para preparar este libro complementario con ejemplos y ejercicios, cada capítulo corresponde a un capítulo del libro de texto y está estructurado de manera similar en torno a cinco secciones: Introducción, Objetivos de aprendizaje, Ejemplos y Ejercicios, con soluciones proporcionadas en un anexo. El objetivo general del libro es profundizar, ampliar y probar el conocimiento del lector a través de un conjunto de



ejemplos elaborados, seguidos de ejercicios y preguntas con respuestas. Si procede, el libro se complementa con archivos de MS Office Excel ◀

Julio
12

**Seminario web
Recarga artificial
de acuíferos**

Centro Regional
para la Gestión de Aguas
Subterráneas en América
Latina y el Caribe
www.ceregas.org

Agosto 30 -
septiembre 1

**THAIWater Expo
y conferencia**

Bangkok, Tailandia
www.thai-water.com

Septiembre
1-5

**EIRS Expo Internacional
de Riego Sustentable
2023**

Querétaro, México
www.eirmsx.com

Septiembre
5-7

The Green Expo 2023

Ciudad de México
www.thegreenexpo.com.mx/es

Septiembre
5-7

Aquatech México 2023

Ciudad de México
www.aquatechtrade.com/es/mexico

Septiembre
11-15

**XVIII World Water
Congress**

Pekín, China
www.iwra.org

Septiembre
13-15

**Efficient 2023
IWA Conference
on Efficient Urban
Water Management**

Bordeaux, Francia
efficient2023.org

Septiembre
27-28

**EnerH2O Energy
and Water Innovations
& Technology**

Porto, Portugal
www.enerh2o.com/es/a-feira

Noviembre
1-10

**VI Congreso Nacional del Agua
"Ciencia e ingeniería
del agua en un entorno
cambiante"**

Lima, Perú
indico.uni.edu.pe/event/135

Noviembre
6-10

**IV Conferencia
Internacional de la
Red Mundial para
los Servicios Ecosistémicos
Latinoamérica y el Caribe**

La Serena, Chile
www.esconference.org/latinoamerica2023

Noviembre
13-17

**VI Congreso Nacional
de Manejo de Cuencas
2023**

Monterrey, México
www.vi-cuencas2023.org

**XVIII World Water
Congress
Water for all:
Harmony between
humans and nature**

Considerado el trampolín para llevar a cabo discusiones profundas sobre el tratamiento de desastres hídricos, recursos hídricos, medio ambiente y cuestiones de ecología del agua, este congreso alentará y apoyará los intercambios y la cooperación entre los gobiernos, las organizaciones internacionales, los grupos de reflexión, las organizaciones sociales y otros países en los ámbitos relacionados con el agua en el mundo, estimulando así sus respectivas fortalezas, el trabajo conjunto de forma coordinada y el apoyo y la promoción a los objetivos relacionados con el agua de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.



11-15 de septiembre
Pekín, China
www.iwra.org



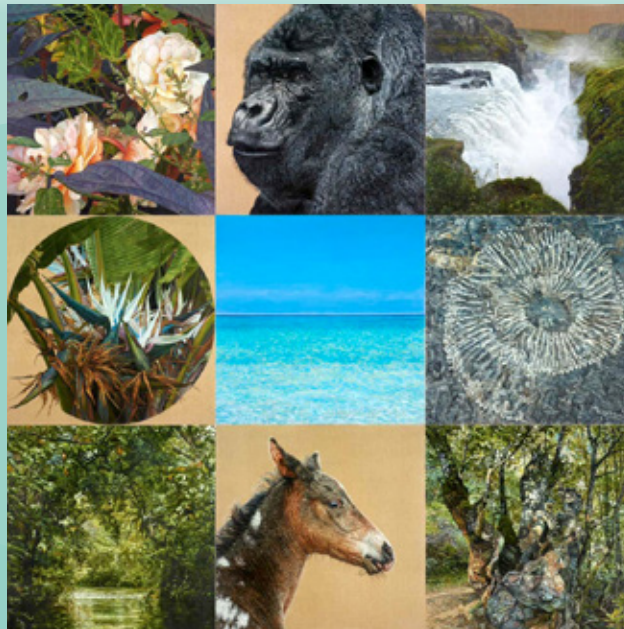
Artes visuales

Biofilia

A partir de los postulados del biólogo estadounidense Edward O. Wilson, el concepto de biofilia es entendido como “amor por la naturaleza”. Esto ha llevado a la artista regiomontana María Sada a reflexionar en torno a la “relación innata de la especie humana con el resto del mundo vivo”.

Como parte del programa de relecturas curatoriales del acervo del Munal, esta exposición invita a mirar la naturaleza desde una perspectiva científicista, tal como sucedió con los viajeros decimonónicos y paisajistas académicos. Los objetivos fundamentales del proyecto radican en descubrir –desde la plástica– una enorme variedad de flora y fauna que siembran una reflexión sobre el ecosistema, generando afortunados contrapuntos entre la pincelada naturalista de Sada y artistas referenciales de las colecciones de los siglos XIX y XX del museo.

Con cerca de 70 piezas que incluyen pintura, escultura, fotografía y artes decorativas, la muestra busca poner en valor la relación entre arte y naturaleza, binomio indisoluble y motivo de inspiración para numerosos artistas a través del tiempo ◀



Museo Nacional de Arte

Tacuba 8, Centro Histórico, alcaldía Cuauhtémoc
Ciudad de México

Hasta el 30 de julio

De martes a domingos, 10 a 18 h

Libros

Cómo leer el agua

Tristan Gooley
Ático de los libros

Esta es una increíble guía moderna para conectar con la naturaleza, una celebración de la curiosidad y el conocimiento, una mezcla de viajes, ciencia y cultura que guarda la noción, casi aristotélica, de que la naturaleza nos habla constantemente y solo

debemos aprender a escucharla.

Tristan Gooley ha liderado expediciones a los cinco continentes, ha escalado cumbres en tres de ellos, se ha tirado en paracaídas desde un edificio en Australia y ha estudiado los métodos de navegación de las tribus de las regiones más remotas de la Tierra. Es la única persona viva que ha cruzado en solitario el Atlántico en barco y en avión.



La naturaleza nos da mil pistas sobre el mundo que nos rodea: están en las nubes, en los charcos, en el vapor, en la forma de las rocas.

En este maravilloso libro, imprescindible para todos los amantes de la naturaleza, el escritor, navegante y naturalista Tristan Gooley nos propone descubrir los ríos, lagos, mares y océanos del planeta gracias a sus conocimientos, consejos y observaciones sobre el “oro azul” ◀

Netilion Water Network Insights

Optimice y automatice sus redes de agua, en cualquier lugar y en cualquier momento

- Monitoreo basado en la nube con visualización personalizada de su agua y redes de aguas residuales
- Seguimiento continuo de parámetros cuantitativos y cualitativos en toda su red
- Tecnologías de medición probadas para flujo, análisis, presión, nivel, temperatura y registro
- Análisis de tendencias y pronósticos basados en datos que utilizan información meteorológica.
- Notificación y alerta por correo electrónico y mensajes de texto (SMS)

Si desea conocer más sobre Netilion Water Network Insights escaneé el siguiente código QR o ingrese a la siguiente liga:
https://eh.digital/h2o-nwni_mx



Endress+Hauser 
People for Process Automation





Indar

An *Ingeteam* brand

Yucatán No. 1. Col. Santa Clara. Ecatepec
EDO. de MÉX. C.P. 55540
TELS: (55) 5790-5805, (55) 5790-5864 y
(55) 5790- 5874 FAX: (55) 5790-5802
ventas@indaramerica.com.mx

www.indarpump.com

