

DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN EL
CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO HARÁ LA DIFERENCIA

**Tras la huella
del agua**

El agua,
recurso vital para
la producción
de alimentos

GeoSURA
para la gestión
del recurso hídrico

**Gestión y
aprovechamiento**
de los recursos hídricos
en las ciudades



CONTENIDO

TRAS LA HUELLA DEL AGUA

04

DISPONIBILIDAD DEL AGUA

EN EL CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO: LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO HARÁ LA DIFERENCIA

12

20

EL AGUA,

RECURSO VITAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

30

36

GEOSURA

PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO

DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LAS CIUDADES



COMITÉ EDITORIAL

Juana Francisca Llano Cadavid
Presidente Suramericana S. A.

Adelaida Del Corral Suescún
Dirección. Taller de Edición S. A.

Gloria María Estrada
Vicepresidente de Riesgos Suramericana S. A.

Elizabeth Cardona Rendón
Gerente de Geociencias Suramericana S. A.

Revista Geociencias Sura | Edición 6 | Diciembre de 2020
Suramericana S. A., una compañía de seguros, tendencias y riesgos.

Agua, activo estratégico para la productividad y el desarrollo

Los constantes cambios poblacionales, climáticos y económicos en el mundo generan una permanente presión sobre el agua, situación que afecta la calidad y la cantidad del líquido e influye directamente en la seguridad hídrica. Ante el aumento de estos riesgos es fundamental la anticipación y una adecuada gestión por parte de líderes y tomadores de decisiones para mitigar los impactos de posibles crisis.

Y es que, indudablemente, el agua es fundamental para la sostenibilidad, por esta razón, en SURA consideramos este recurso como un activo estratégico para la productividad y el desarrollo, de ahí la importancia de profundizar en el conocimiento relacionado con la gestión del recurso hídrico de una forma eficaz, ya que de esto depende el bienestar y la competitividad de las personas y empresas.

Convencidos de los desafíos que representa asegurar el recurso hídrico y promover su gestión sostenible ante escenarios de variabilidad y cambio climático, dedicamos la edición 6 de la revista *Geociencias SURA* a este recurso vital: el agua.

Con esta publicación especial también buscamos visibilizar algunos riesgos asociados a la falta del recurso, y la importancia que tiene en la interconexión y el equilibrio en los múltiples procesos vitales para la población y la industria.

En esta amplitud de posibilidades y desafíos, algunos de los principales retos que requieren

un enfoque multisectorial son: mantener la seguridad alimentaria sin aumentar el deterioro de los ecosistemas y el agotamiento de los recursos hídricos; asegurar el uso racional, la cantidad y calidad del agua para el abastecimiento del entorno urbano; velar por la conservación de las fuentes hídricas; y diseñar herramientas para la adaptación al cambio climático, entre otros aspectos.

¿Cuál es el costo de tener menos agua y qué potenciales impactos tendrá esto sobre los seres humanos y los procesos productivos? Este es un cuestionamiento que debemos abordar desde todos los sectores económicos con el fin de diseñar objetivos estratégicos que permitan gestionar el recurso y los nuevos desafíos para la sostenibilidad.

JUANA FRANCISCA LLANO CADAVID
Presidente Suramericana S. A.

Tras la huella del agua

¿Nos hemos preguntado, realmente, cuán importante es el agua para la vida en el planeta? Sus cambios de estado y su modo de interrelación con los subsistemas terrestres son esenciales para el equilibrio de la Tierra.

El origen de la vida en el universo seguirá siendo un misterio para la humanidad y aunque es posible que nunca sepamos exactamente cómo empezó todo, algo sí está claro: la vida surgió de una mezcla de polvo proveniente de las estrellas (carbono), agua y energía.

Desde hace miles de millones de años la vida en el planeta está ligada al agua. Todos los seres vivos dependemos de ella para realizar los procesos básicos como el movimiento, la respiración, la metamorfosis, la transpiración, la digestión, entre muchos otros. Estos procesos son ejecutados por células que están compuestas en su mayor proporción por moléculas de agua, y esta actúa como facilitadora de los procesos y transformaciones inter e intracelulares para que las células cumplan sus funciones adecuadamente.



Delta del río Nilo

FUENTE:
NASA, Jacques Descloitres, MODIS Land Science Team.

Desde el espacio, el delta del río Nilo evidencia la importancia del agua. En su largo recorrido, en medio de la aridez del desierto, se forma una franja de vida a su alrededor, de ahí que una de las razones por las que se busca agua en otros planetas es porque está íntimamente relacionada con la vida y su composición física y química la hacen un elemento muy especial. Estas son algunas de sus propiedades:

El agua hace de la Tierra un lugar único en el universo. La cantidad que circula en sus diferentes estados es fuente de muchas formas de vida y hace del planeta un laboratorio químico enorme.



Termorreguladora: por la gran cantidad de calor que puede absorber, el agua es capaz de mantener relativamente constante la temperatura de un organismo o de una superficie, a pesar de los cambios que se producen en el ambiente.



Disolvente universal: es el líquido que más sustancias puede disolver; esto significa que a donde quiera que el agua vaya puede llevar consigo valiosos componentes químicos, minerales o nutrientes disueltos.

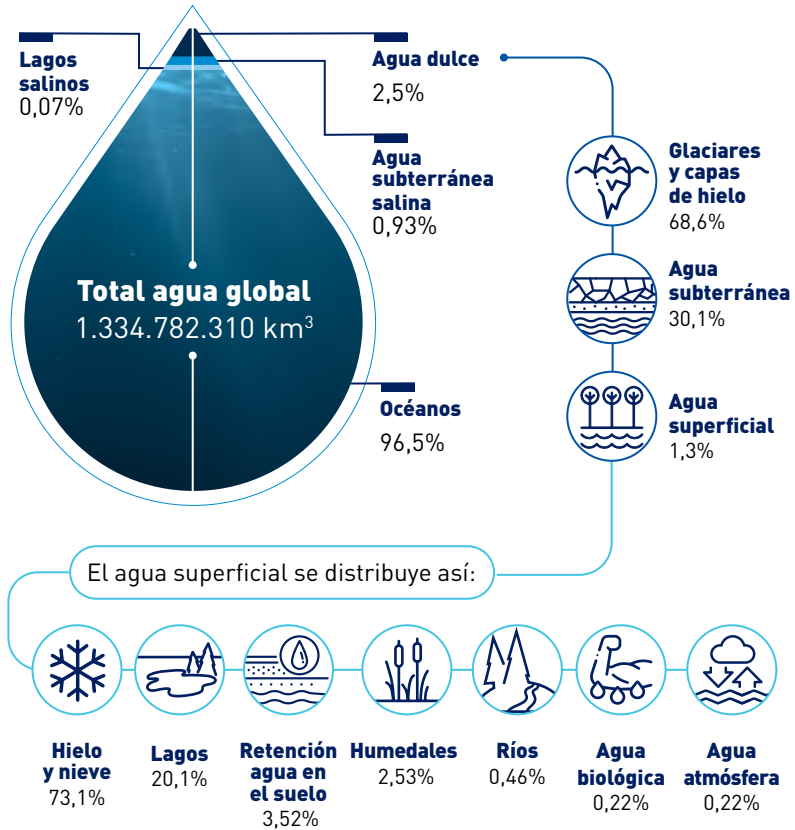


Transportadora: por su alta capacidad de disolver sustancias, el agua transporta nutrientes, sales, minerales, proteínas y otras materias alrededor del planeta, desde el exterior hacia el interior de los organismos y dentro de los organismos en sí. Por ejemplo, la sangre que circula por algunos cuerpos, o la savia de las plantas, están compuestas, principalmente, por agua con otro tipo de elementos disueltos en ella.

EL CICLO DEL AGUA EN CIFRAS

- El **90%** de la humedad de la atmósfera proviene de los océanos, lagos y ríos. El **10%** restante la proveen las plantas en su proceso de transpiración.
- Si toda el agua almacenada en la atmósfera cayera al mismo tiempo, cubriría la superficie terrestre con una capa de **2,5** centímetros de altura.
- Tan solo el **2,5%** de agua que hay en la Tierra es dulce, el **97,5%** restante es agua salada.
- 151.000** litros de agua (**40.000** galones) puede exudar un roble grande en un año en el proceso de transpiración; lo que beben **207** personas en el mismo tiempo.
- 70** metros aumentaría el nivel del mar si todos los glaciares del planeta se derritieran; el equivalente a un edificio de **23** pisos.
- Casi el **70%** del agua dulce de la Tierra se almacena en capas de hielo, glaciares y nieve permanente.

RESERVAS GLOBALES DE AGUA



PERMANENCIA DEL AGUA EN DEPÓSITOS NATURALES

- Agua subterránea profunda: 10.000 años
- Océano: 3.000 - 3.230 años
- Agua subterránea poco profunda: 100 - 200 años
- Lagos: 50 - 100 años
- Glaciares: 20 - 100 años
- Cobertura de hielo estacional: 2 - 6 meses
- Ríos: 2 - 6 meses
- Humedad del suelo: 1 - 2 meses
- Atmósfera: ~9 días

“

Podríamos tener todo el oro, el petróleo, el bienestar del mundo, pero sin el agua no podríamos vivir”.

Doctor Shawn Marshall, glaciólogo y climatólogo de la Universidad de Calgary, Canadá.

⬇️ **TODO ESTÁ CONECTADO**

El ciclo del agua o ciclo hidrológico describe la forma en la que el agua se almacena y se mueve entre los diferentes reservorios o depósitos naturales (los océanos, la atmósfera, la biósfera, la superficie terrestre, el suelo y los sistemas de aguas subterráneos). Este ciclo no tiene un inicio ni un final y es posible gracias a procesos como la evaporación, la condensación, la fusión y la sublimación, así como otros en los que el agua cambia de estado. Factores como la radiación solar, la rotación de la Tierra, la distancia al océano, la topografía y los patrones generales de circulación atmosférica cumplen un papel fundamental. A continuación se muestran los principales elementos que participan en el ciclo del agua:

Sol: proporciona la energía necesaria para que exista un intercambio continuo de humedad entre los océanos, la superficie terrestre y la atmósfera.

Almacenamiento en la atmósfera: así no haya nubes presentes, siempre hay agua en la atmósfera. Aunque el agua no permanece por mucho tiempo ahí, esta es la vía más rápida que el fluido utiliza para moverse por el planeta.

Evaporación: en cualquier parte del ciclo en que el agua permanece o fluye en forma líquida (lagos, ríos, superficie del suelo o de las plantas), el proceso de evaporación está presente, llevando parte de la sustancia hacia la atmósfera y empezando el ciclo nuevamente desde este depósito.

Precipitación: son todas las formas de agua que caen desde la atmósfera. Es el principal proceso por el cual el agua retorna a la superficie de la Tierra.

Precipitación líquida o lluvia: puede ser cálida o fría y fluir como escorrentía superficial o almacenarse en el suelo, en los lagos, ríos y océanos.

Precipitación sólida: granizo o nieve que puede acumularse en capas de hielo o glaciares.

Océano: mayor depósito de agua en la Tierra. Es mayor el líquido almacenado en los océanos que el que se encuentra en movimiento en todo el ciclo del agua.

Uso del agua por las plantas: el agua que queda en las capas superficiales del suelo es utilizada por las plantas para mantener sus procesos vitales en funcionamiento. Cuando se hace la fotosíntesis, el agua es liberada a través de las hojas y regresa a la atmósfera en forma de vapor (transpiración).

Infiltración: el agua que está en la superficie de la Tierra entra al suelo. Una vez allí, puede permanecer en las capas superiores del terreno, descender y recargar los acuíferos o fluir por el suelo y recargar otro tipo de reservorio.

Almacenamiento subterráneo: grandes cantidades de agua son almacenadas en el subsuelo. El término “acuíferos” o “agua subterránea” se utiliza para describir la zona donde todos los poros, grietas y espacios entre las partículas del suelo se encuentran llenos del líquido. Los acuíferos abastecen gran parte de la población mundial.

Corrientes y almacenamientos superficiales de agua: la mayor parte del agua que compone estos reservorios (ríos, lagos, arroyos, humedales) proviene directamente de la escorrentía superficial (asociada al deshielo o a la lluvia), pero también ganan y pierden agua a través del suelo.

Escorrentía superficial por lluvia: un porcentaje del agua que se precipita es interceptada por las hojas y ramas de árboles y plantas. El resto se infiltra en el suelo hasta que llega a su capacidad máxima de infiltración y el agua empieza a correr por encima del terreno, siguiendo la pendiente. Solo un tercio de la lluvia que cae corre en forma de escorrentía; la otra parte se evapora o es absorbida por el suelo.

Escorrentía superficial por deshielo: en climas fríos la mayor parte del caudal de los ríos proviene del derretimiento del hielo; esto puede variar según la estación y el año.

Manantiales: cuando los acuíferos se llenan, el agua que es absorbida por el subsuelo encuentra aperturas y se hace camino en medio de la tierra o de las rocas nuevamente hacia la superficie, brotando en forma de manantial.

Si a lo largo del tiempo las aguas subterráneas no son utilizadas, el movimiento hacia niveles más bajos –debido a la gravedad– hace que, eventualmente, lleguen a los arroyos, lagos u océanos donde, una vez más, el ciclo se cierra y comienza de nuevo.

⬇️ ¿Y QUÉ PASA SI EL CICLO DEL AGUA SE ALTERA?

El ciclo del agua influncia directamente el clima global, ya que este es el resultado de un conjunto de interacciones de diversos factores como la atmósfera, la hidrósfera y el sol, principalmente.

El ciclo hidrológico permite el intercambio de calor y humedad entre las masas de tierra y los cuerpos de agua en el que la evaporación lleva al enfriamiento del ambiente, mientras que la condensación lo calienta por medio de por medio de la liberación de energía. La geomorfología de la Tierra

también depende, en gran parte, de este ciclo, pues debido al derretimiento de los glaciares y a la escorrentía de los ríos se labran valles, picos, cañones, lagos y otras formas terrestres.

La forma en la que el agua se mueve por el planeta obedece a procesos globales interconectados; por este motivo, la alteración en cualquier parte del ciclo puede traer consecuencias, no solo para una zona cercana específica, sino para regiones lejanas donde el recurso hídrico depende de esta conexión.

CONEXIONES



FUENTE: NOAA

Regiones tropicales: en esta zona el agua se evapora en mayores proporciones debido a la incidencia directa de la radiación solar; por esto, muchos lugares del planeta se abastecen del agua que llega por el aire desde los trópicos, especialmente del bosque amazónico, y de la evaporación que tiene lugar en los océanos. Como explica el doctor Shawn Marshall: “Probablemente el agua que se precipita en Canadá es agua que se evaporó en regiones tropicales y fue transportada por los vientos hasta caer en forma de nieve o lluvia”.

Bosques: a través de la evapotranspiración (combinación entre la evaporación del agua que hay en las superficies y la transpiración de las plantas), se libera agua a la atmósfera. Parte de este vapor se precipita de nuevo en la zona (precipitación reciclada); el resto es transportado por los vientos hacia diferentes lugares, haciendo de zonas alejadas, lugares húmedos. Por otro lado, la precipitación que logra infiltrarse puede terminar recargando acuíferos ubicados a muchos kilómetros de distancia. Sin el bosque amazónico sería muy probable que las lluvias en el sur de Brasil, Argentina, Uruguay y Paraguay disminuyeran significativamente.



FUENTE: NASA, Goddard Space Flight Center.

Sistema de vientos: estos transportan agua y material particulado hacia diferentes partes del mundo. Un buen ejemplo de esta conexión es el transporte, por los vientos, del polvo de los desiertos. Este material, junto con la precipitación, fertiliza sistemas boscosos. En el caso del bosque amazónico, este es fertilizado por el fósforo contenido en el polvo transportado desde el desierto del Sahara.

Es evidente la importancia del equilibrio del ciclo hidrológico para transportar agua, disipar energía en el ambiente, intercambiar humedad y calor entre diferentes regiones, abastecer poblaciones y labrar la geografía. De este modo, si el ciclo se interrumpe o se altera, pueden presentarse fenómenos como migración de personas y animales, inundaciones, sequías, incendios, desertificación y erosión del suelo, contaminación de cuerpos de agua, cambios en los

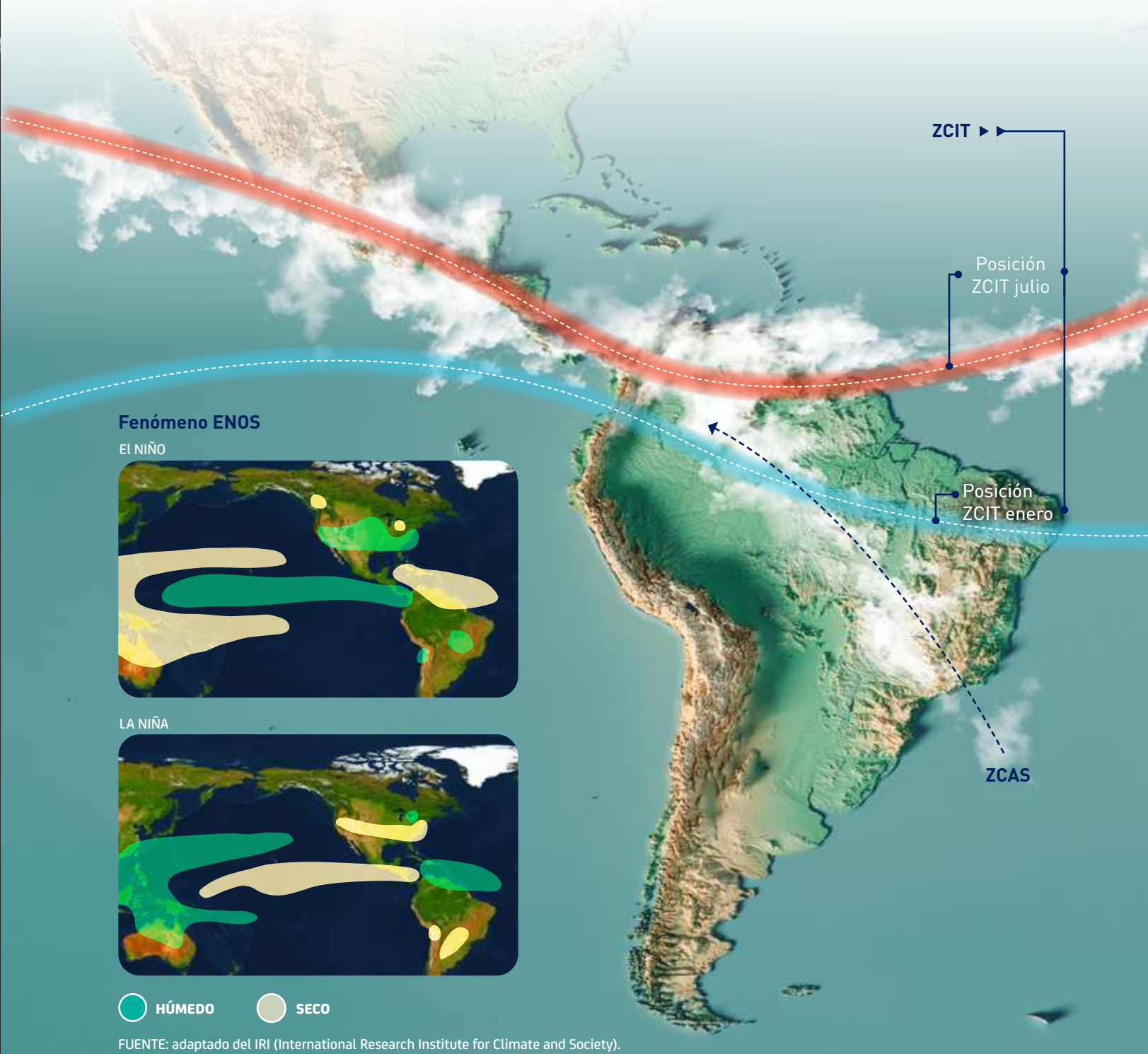
niveles de almacenamiento de aguas subterráneas, aumento del nivel del mar y cambios en la escorrentía superficial y subterránea, por mencionar algunos. Estos eventos pueden afectar a todos los sectores económicos. Por lo tanto, para preservar su buen funcionamiento, es necesario gestionar los recursos de forma sostenible y prevenir el deterioro de la naturaleza, promoviendo una economía circular que minimice la contaminación y la generación de residuos.

⬇️ ALTERACIONES NATURALES DEL CICLO DEL AGUA

Fenómenos climáticos como El Niño - Oscilación del Sur (ENOS) –que se origina en el océano Pacífico ecuatorial por un cambio en la temperatura del mar y en la velocidad del viento– inciden en el ciclo del agua. Esto puede causar climas más secos o húmedos en diferentes lugares del mundo, debido a los patrones de circulación de la atmósfera y al intercambio de agua y calor entre regiones.

Asimismo, existen zonas donde los vientos convergen, y al interactuar entre ellos, el vapor de agua se acumula y

provoca la formación de franjas de nubes y precipitación. Claros ejemplos de este tipo de fenómenos son la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS) y la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Esta última fluctúa en el Ecuador hacia altas o bajas latitudes y su posición coincide con el hemisferio que está en verano; la ZCIT es la responsable de las temporadas húmedas en algunos países ecuatoriales.



 ALTERACIÓN DEL CICLO DEL AGUA POR EL SER HUMANO

Ocasionalmente, el hombre puede afectar negativa o positivamente el ciclo del agua. Tomar conciencia y conocer las formas como se produce esta intervención es importante para garantizar la vida en el planeta.

Si la medida de consumo para abastecimiento, riego y otras actividades excede la velocidad de recarga, los acuíferos pueden secarse; además, como el agua es trasladada hacia la superficie de forma no natural, se produce un aumento local del vapor de agua a la atmósfera debido a la evaporación.

Puede generar disminución en el almacenamiento de agua subterránea, reducir la evaporación y aumentar la escorrentía superficial, lo que se traduce en una disminución de la capacidad de regulación natural de los caudales de las corrientes hídricas.

Puede afectar el clima de una zona debido a que hay menos evaporación de agua hacia la atmósfera y menos lluvia. A escala local, el suelo se vuelve más seco y menos estable, pues cuando llueve el agua no es absorbida por la vegetación y hay más escorrentía. Incluso, el terreno puede ser más propenso a sequías e inundaciones.

Como consecuencia de las emisiones, la temperatura media de la Tierra ha aumentado, y uno de los resultados ha sido la intensificación del ciclo hidrológico: ahora hay más calor en el sistema, más evaporación y transpiración; además, la tasa de deshielo y la cantidad de agua líquida con potencial de ser evaporada han crecido.

El aumento de la población genera mayor presión sobre los recursos hídricos, por lo tanto, la cantidad y calidad disponible para consumo está siendo afectada negativamente y, con esto, el ciclo hidrológico.

El agua puede contaminarse con diversos agentes como petróleo, aceite, residuos orgánicos, químicos, jabones o antibióticos. La contaminación del agua altera diversos ecosistemas al pasar por diferentes reservorios a lo largo del ciclo.



FUENTES

Shawn Marshall. Glaciólogo y climatólogo de la Universidad de Calgary, Canadá. Es licenciado en Ingeniería Física de la Universidad de Toronto y tiene un Ph.D en Geofísica de la Universidad de Columbia Británica. Actualmente está adscrito en comisión de servicio al Gobierno de Canadá, donde se desempeña como asesor científico principal en el Departamento de Medio Ambiente y Cambio Climático.

Luisa Fernanda Vallejo. Ingeniera civil de la Escuela de Ingeniería de Antioquia y M. Sc. en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia en proyectos de investigación relacionados con transporte de humedad atmosférica desarrollados en el Instituto Nacional de Investigación Espacial de Brasil. Actualmente hace parte del equipo de Geociencias de Suramericana.

El agua es un eje de transformación socioeconómica y ha sido clave para el desarrollo y el bienestar de la sociedad en todos los sentidos. Por lo tanto, el uso y suministro de este recurso siempre será sumamente importante para el desarrollo y el crecimiento de cualquier sistema de vida. El ciclo hidrológico es un proceso interconectado que no tiene límites ni fronteras; entonces, conviene concentrar esfuerzos entre gobiernos y abogar por iniciativas mundiales que resulten de un trabajo conjunto y articulado para optimizar el aprovechamiento del recurso de manera sostenible, así como cuidar y fomentar las buenas prácticas relacionadas con el medioambiente. Solo de esta forma podremos garantizar gran parte de la vida en la Tierra.

“Entender que el agua, los alimentos, el clima, la energía y la salud son partes del mismo sistema interconectado, debería generar conciencia en el hombre para cuidar el medioambiente y pensar en las generaciones futuras”.

Doctor Shawn Marshall, glaciólogo y climatólogo de la Universidad de Calgary, Canadá.

 **HAZ CLIC AQUÍ**
para conocer las referencias de este artículo.



El agua que un solo árbol transpira diariamente tiene un efecto refrescante que equivale a dos aires acondicionados domésticos en un día.

Disponibilidad del agua en el contexto de cambio climático

La gestión del recurso hídrico
hará la diferencia

¿Qué va a pasar con el agua a largo plazo frente al cambio climático, y cómo influirá en el riesgo de la seguridad hídrica? ¿Qué potenciales impactos tendrá sobre los seres humanos y los procesos productivos? Estos y otros son los cuestionamientos que los tomadores de decisión y las personas en general se deben realizar para adaptar medidas que garanticen la continuidad del recurso y de sus negocios.

Es un hecho que la vida en el planeta depende, necesariamente, de la disponibilidad del agua. Sin embargo, el mundo está en un constante cambio poblacional, ambiental y económico, lo cual genera una permanente presión sobre el recurso hídrico. Por lo tanto, una de las mayores complejidades que enfrentará la humanidad será la cantidad y calidad del agua, así como el riesgo estratégico que esto representará para los diferentes sectores productivos, ya que en la medida que cambie el clima, también lo hará nuestra relación con este recurso vital.

Teniendo en cuenta que algunas de las variables que afectan directamente esta disponibilidad están condicionadas por el cambio climático y el imparable crecimiento poblacional, el doctor en ingeniería hidráulica de la Universidad Nacional Autónoma de México, Polioptro Martínez Austria, indica que “estamos comprometiendo el futuro consumiendo más de lo que tenemos y generando una deuda venidera”. En consecuencia, el investigador enfatiza que “la fórmula para garantizar la demanda de agua en la posteridad es asegurar que la velocidad de consumo sea igual o menor a la velocidad de recuperación de las fuentes hídricas, este proceso se conoce como gestión del riesgo hídrico”.

Considerando que la disponibilidad hídrica no solo debe evaluarse en términos de cantidad, sino también de calidad, es necesario analizar los diferentes factores condicionantes del riesgo hídrico, con el fin de cuantificar y proyectar la magnitud del impacto para el diseño de estrategias orientadas a la toma de decisiones que posibiliten el consumo humano y el desarrollo normal de las actividades industriales.



Gran parte de los efectos del cambio climático se reflejan sobre el agua que, naturalmente, se encuentra en diferentes formas. Por ejemplo, glaciares, ríos y lluvia.

↓ IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con el informe *Water, security, and conflict* del Word Resources Institute, “los impactos en los recursos hídricos por el cambio climático causado por el hombre, incluirán alteraciones en los patrones de precipitación, como disminuciones de lluvia en las regiones de latitudes medias del mundo y cambios en las nevadas y dinámica del deshielo; mayor pérdida de agua por evaporación, debido al aumento de las temperaturas; y efectos sobre su calidad. La evidencia indica que muchos de estos cambios ya están ocurriendo (Allen et al.2014; USGCRP 2014), y pueden provocar mayor presión sobre el recurso hídrico por alterar el suministro de agua, la demanda y la calidad, como también eventos extremos como inundaciones y sequías”.

FUENTE: World Resources Institute - Weather, Security and Conflict.

Según el experto en gestión hídrica, Polioptro Martínez Austria, un factor que ha contribuido a la escasez de agua es el manejo del recurso. Explica que a pesar de la existencia de zonas con mucha disponibilidad, es probable que el agua no sea suficiente para suplir la demanda asociada a las altas tasas de urbanización que se han registrado en cada país. Esto ocasionaría un consumo acelerado tanto de fuentes superficiales como subterráneas, incrementando el riesgo de desabastecimiento en áreas urbanas.

↓ ESTRÉS HÍDRICO

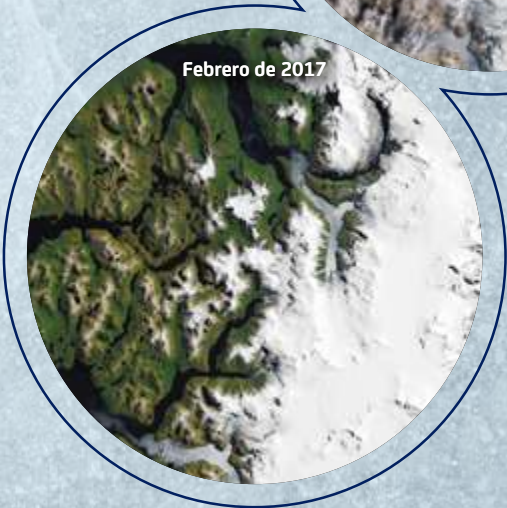
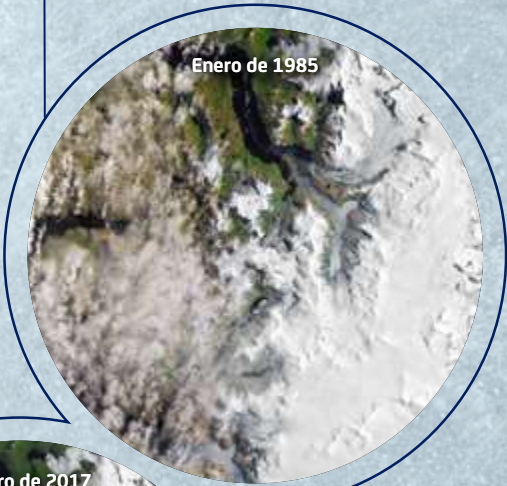
De acuerdo con Polioptro Martínez, el estrés hídrico se presenta cuando la demanda de agua es mayor que la cantidad disponible durante un tiempo determinado, es decir, la diferencia entre oferta y demanda. Este problema ambiental causa un deterioro del agua dulce en términos de calidad, y cantidad, dependiendo de los usos y de la disponibilidad que haya del recurso hídrico en las fuentes naturales.

⬇️ **PROCESOS QUE CONDUCEN AL ESTRÉS HÍDRICO**

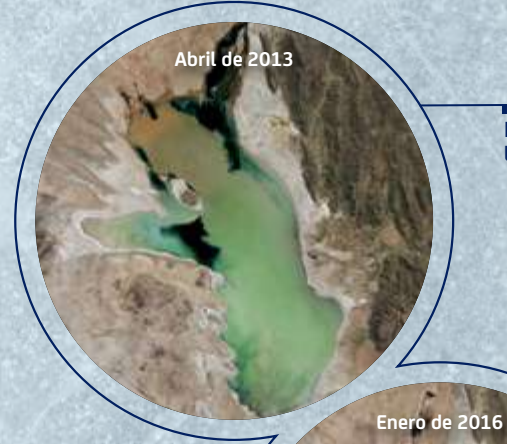
Son numerosas las situaciones que hacen más factible el estrés hídrico, el cual a corto, mediano y largo plazo afectará el suministro de agua a nivel global. Estos son algunos casos concretos de señales que están estrechamente relacionadas con la disponibilidad o calidad del agua:

- **Disminución de las precipitaciones.** Esto afectará la recarga natural de las fuentes de agua.
- **Incremento de la precipitación.** Se genera transporte de contaminantes hacia las fuentes hídricas por aumento en la escorrentía.
- **Incremento en los niveles del mar.** Impacta en la salinidad de las aguas dulces superficiales y subterráneas, disminuyendo la oferta de agua para consumo y cambios en usos del suelo.
- **Alteración en los patrones de precipitación y temperatura.** Ocasiona el deshielo de las capas de nieve y la reducción de las zonas de nieve en las montañas. Tendrá como consecuencia una menor oferta de agua, que con dificultad logrará compensar los bajos caudales en épocas de verano.
- **Retroceso de los glaciares.** Limitará la disponibilidad del recurso para la recarga de acuíferos y corrientes superficiales durante las épocas de bajas precipitaciones y altas temperaturas. Ejemplos de este fenómeno son los glaciares en Argentina.
- **Explotación desmedida de los acuíferos.** Polioptro Martínez considera que las aguas subterráneas se verán fuertemente afectadas porque, al tener una tasa de explotación superior a la de recarga por medios naturales, generará una menor oferta de agua potable en algunos países. “Los acuíferos deberían ser solo un mecanismo de resiliencia, es decir, usarlos, exclusivamente, cuando hay déficit del agua superficial”, enfatiza el experto.
- **Reducción o desaparición de fuentes hídricas por el incremento de temperatura en América Latina.** Ejemplo de este fenómeno es la desaparición del lago Poopó en Bolivia. Su poca profundidad y su altitud respecto al nivel del mar lo convertían en un sistema altamente vulnerable ante los incrementos de temperatura en la zona. En 2015, la acción conjunta del fenómeno de El Niño (que elevó la tasa de evaporación promedio) y las actividades antrópicas realizadas en las cuencas hídricas que lo abastecían, desencadenaron la extinción del ecosistema lacustre en ese año (Richard & Zapata, 2015).

Fluctuación de glaciar en la zona del Hielo Patagónico Sur 12, Patagonia.



FUENTE: NASA Earth Observatory. Imágenes por Joshua Stevens, usando datos Landsat del U.S. Geological Survey.



Desertificación del lago Poopó, en Bolivia.



⬇️ **EL AGUA COMO ACTIVO ESTRATÉGICO**

Abordar el tema del riesgo hídrico no es solo enfocarse en peligros como inundaciones, sequías prolongadas, la calidad y cantidad de agua, también es necesario evaluar y cuantificar las acciones y estrategias de los diferentes sectores para responder a estos problemas, de ahí que para los líderes y tomadores de decisión es vital desarrollar medidas que permitan mitigar los riesgos ante las posibilidades de crisis de agua, en los posibles escenarios del cambio climático.

Los patrones de distribución espacial y temporal de la precipitación y, por ende, de la disposición hídrica van a cambiar. Así que quienes dependen del agua deben programarse para gestionar el recurso de una forma eficaz, pues de esto depende, en gran medida, la viabilidad de las empresas.

Esto significa que el agua debe considerarse como un activo estratégico para la productividad y el desarrollo, en torno al cual deben diseñarse políticas y acciones que permitan gestionar el recurso y los nuevos desafíos.

Desde ese punto de vista, Polioptro Martínez sugiere implementar subsidios por parte del gobierno para estimular cambios de tecnologías que usen más eficientemente el agua, y ejemplifica esto con los sistemas de riego en el sector agrícola. Actualmente se habla de incentivos para cambios tecnológicos en la industria que permitan bajar emisiones de CO₂; sin embargo, este mismo tipo de iniciativas se pueden llevar a otras industrias que tienen una huella hídrica alta y aplicarse a las tecnologías orientadas a cuidar la cantidad y la calidad del agua.



Planta de tratamiento de aguas residuales.



Irrigación de cultivos para biocombustibles.

⬇️ **HUELLA HÍDRICA EN LA INDUSTRIA**

El investigador mexicano, Polioptro Martínez Austria, hace un llamado sobre la necesidad de considerar la huella hídrica como un factor sumamente relevante dentro de los procesos industriales y del impacto al medioambiente: “A veces nos concentramos en optimizar ciertos procesos industriales y no pensamos en la demanda de agua que estos implican”, indica.

Un ejemplo de este aspecto es la generación de energía a partir de biocombustibles versus la que se obtiene a partir de gas. La primera es más limpia y emite menos CO₂, sin embargo, su huella hídrica puede ser cien veces mayor a la de gas. Es decir, que se soluciona parte del problema de la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera, pero se traslada este problema al agua. Por lo tanto, es necesario hacer un balance de los beneficios de ciertos procesos industriales o productivos y la forma cómo se explota el recurso hídrico.

📌 EVIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO QUE INFLUYEN EN LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA



República Dominicana

- Aumento de eventos extremos de precipitación intensa. La intensidad de estos creció entre el 20% y 30% con respecto a las precipitaciones ocurridas en las últimas dos décadas en mayo y octubre.
- Variaciones en el patrón de lluvias y en el curso de los ciclones tropicales que afectan al país, ocasionando grandes inundaciones y sequías.
- Estrés hídrico y sequías más prolongadas y frecuentes. Desde el inicio de 2015 se presentó una sequía que se extendió más allá del período seco-estacional (noviembre a abril).
- Disminución de la calidad del agua y degradación del suelo, asociados a prácticas agrícolas.



Panamá

- Reducción de hasta el 20% del caudal del río Chagres, que alimenta la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá y abastece de agua a casi dos millones de personas en Panamá, Colón, Corredor Transistmico, Panamá Oeste y áreas de Tocumén.
- Disminución de la precipitación media anual y disminución de la lluvia en invierno y aumento de la lluvia en verano.
- Elevación del nivel del mar, vientos fuertes, inundaciones, sequías y deslizamientos de suelos.
- Afectación de las fuentes de agua dulce cerca de la costa por la intrusión salina.



Colombia

- Derretimiento de los glaciares. Pierden entre cincuenta centímetros y un metro de espesor al año, retrocediendo consecuentemente entre diez y veinte metros al año.
- Aumento en la intensidad de las lluvias.
- Aumento de eventos extremos (inundaciones, crecientes y deslizamientos).
- Reducción de precipitación en zonas secas.



Brasil

- Aumento del número de días con lluvia por encima de 30 mm en el sudeste.
- Sequías en la Amazonía (2005, 2010 y 2016).
- Aumento en la duración de las temporadas secas.
- Las inundaciones con niveles de precipitación por encima de los cincuenta milímetros fueron casi nulas durante la década de 1950, en la actualidad ocurren entre dos y cinco veces por año.



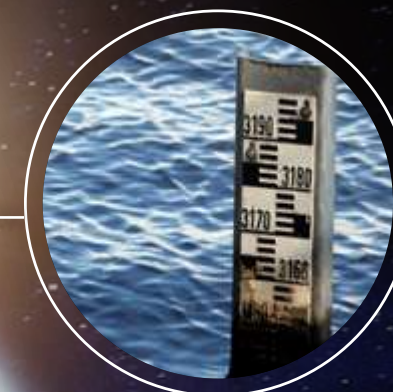
Uruguay

- Aumento aproximado del 30% en las lluvias, especialmente en primavera y verano.
- Aumento de la precipitación media anual, entre octubre y febrero.
- Aumento en la intensidad y la frecuencia de lluvia y temperatura.
- Aumento en la frecuencia de sequías, inundaciones y excesos de agua en el suelo.



Argentina

- Aumento en la precipitación anual, entre el 10% y el 40%. Se presentan aumentos mayores en el centro de las provincias de Santa Fe, Entre Ríos y Misiones.
- Aumento en la frecuencia de eventos extremos, como inundaciones.
- Disminución de las masas de agua almacenadas en los glaciares de alta montaña.
- Tendencia negativa en el caudal de los ríos en las regiones cordilleranas de Cuyo y Comahue. En algunos casos alcanza el -30%.



El cambio climático influirá en los niveles del agua, causando fluctuaciones en la disponibilidad del recurso que los países deberán estar listos para enfrentarlo.

 EL COSTO DE NO TENER AGUA

¿Qué pasaría si el agua fuera escasa?, ¿cuál sería su costo adecuado? Actualmente, nuestro sistema económico asigna un determinado valor monetario a las cosas en función de su abundancia y disponibilidad, lo que podría explicar por qué la percepción generalizada de “abundancia” del agua incide directamente en que su precio sea muy inferior al de otros bienes no esenciales. Este problema es abordado por la economía clásica en un concepto llamado “la paradoja del agua y los diamantes”, o “paradoja del valor”, en el cual se cuestionan las razones por las cuales el agua, siendo un recurso esencial para la vida, es por mucho más barata que los diamantes.

Sabemos que la disponibilidad y calidad del agua no son atributos inagotables y que, recientemente, hemos sido testigos de sequías extraordinarias asociadas a la variabilidad natural del clima, las cuales afectaron significativamente la estabilidad de ciudades enteras.

Quizás, el ejemplo más reciente de esta situación fue lo ocurrido en Ciudad del Cabo en 2018 que se llamó “Día Cero”, en el cual, como consecuencia de tres años de sequía y de la demanda de consumo de la ciudad africana, los niveles de los embalses llegaron a un punto tal que no era posible garantizar el abastecimiento de la población, por lo cual las autoridades adoptaron medidas como restringir significativamente el consumo diario del recurso por habitante con el fin de evitar, o al menos aplazar, el día de cierre de los grifos, la cual se proyectaba para el 21 de abril de 2018: el “Día Cero”.

Por fortuna, para Ciudad del Cabo y sus habitantes, las medidas tomadas por las autoridades, sumadas a la conciencia colectiva, pudo evitar el desastre; sin embargo, este hito nos ayuda a reflexionar sobre la “abundancia del recurso” y las consecuencias sobre las dimensiones sociales, económicas y políticas de no poder acceder al agua.

Naturalmente, este problema no es extraño para todos los sectores productivos, en especial para aquellos que dependen, fuertemente, de la actividad extractiva. La indisponibilidad del agua puede representar para estos pérdidas multimillonarias como las reportadas en 2020 por la mina de Uranio de Swakop.

Esta mina, propiedad del gobierno de China, y cuyas operaciones se desarrollan en Namibia (África), declaró a medios de comunicación que durante los últimos dos años obtuvo pérdidas por 1.900 millones de dólares namibios (aproximadamente 118 millones de dólares estadounidenses) debido a la pérdida de operación por inconsistencia en el suministro de agua por parte de la planta desalinizadora que los abastece.

Si bien los ejemplos anteriores parecen distar geográficamente de nuestra región, es importante tener en cuenta que, por una parte, muchas de las industrias que operan en América Latina y Caribe tienen inmersa en su cadena de suministro actores cuyas operaciones se realizan en otros continentes como África, por lo que una afectación en estas regiones incide de manera indirecta en la estabilidad de las empresas de nuestro territorio.

En segundo lugar, y más importante aún, nuestra región es sumamente sensible a las variaciones extraordinarias del clima que dan lugar a sequías y estrés hídrico en muchas de nuestras cuencas. Países como México, Chile y Colombia, por citar solo algunos, se ven recurrentemente afectados por déficit de precipitaciones importantes asociadas a eventos macroclimáticos como el ENSO (Oscilación del Sur - El Niño).

Si consideramos que solamente la variabilidad natural del clima puede afectar tan significativamente los resultados financieros y la estabilidad de las empresas, es de esperar que las proyecciones de cambio climático en el comportamiento espacio-temporal de variables como precipitación y temperatura refuercen la necesidad de gestionar adecuada y anticipadamente el riesgo hídrico.

El nivel de dependencia del agua en cada sector productivo puede ser muy variable, por lo que los impactos económicos asociados al riesgo hídrico cambiarán para cada industria dependiendo de su actividad, la ubicación de sus operaciones y de su cadena de suministro. En este sentido,

la cuantificación del impacto financiero de cada sector será diferente al considerar estas particularidades; sin embargo, la aproximación desde el dimensionamiento y la gestión del riesgo hídrico puede ser transversal a todos los sectores y debería abarcar de manera holística los siguientes aspectos:



Planta de tratamiento de aguas residuales en Wrocław, Polonia.

Cuantificación y gestión de la huella hídrica: es importante monitorear el consumo de agua de los procesos industriales (huella hídrica), e identificar oportunidades de mejora y optimización del recurso, ya sea a través de la ejecución de planes de gestión en la operación, o mediante cambios tecnológicos que garanticen un menor consumo de agua.

Disponibilidad del recurso: asociada a la probabilidad de ocurrencia de estrés hídrico en las cuencas donde se desarrollan las operaciones propias, o las de algunos actores de la cadena de suministro del sector. Es necesario considerar tanto el riesgo de desabastecimiento ligado a las condiciones históricas de la región, moduladas por la variabilidad natural del clima, como el riesgo ligado a las proyecciones de los fluctuaciones espaciales y temporales de precipitación derivados por cambio climático.

Riesgo regulatorio: medidas tomadas por las autoridades competentes que puedan restringir la operación de algunas industrias, sobre todo las que tienen una mayor huella hídrica. Ante un escenario de escasez, es de esperarse que los gobiernos adopten medidas como las tomadas en Ciudad del Cabo, intentando priorizar el abastecimiento de la población y a sectores primordiales como el agrícola y la salud.

Precio: considerando lo planteado por la paradoja del agua y los diamantes, y ante el contexto anterior en el que se evidencia que la “abundancia” del agua es un concepto cuestionable, se puede esperar que el recurso aumente significativamente su valor monetario, sobre todo en escenarios de cambio climático, por lo que es necesario tomar en consideración este riesgo dentro de los análisis del riesgo hídrico de cada industria.

FUENTES

Juan Pablo Restrepo: Ingeniero civil y especialista en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia. Ha trabajado en consultoría en estudios hidrológicos para el diseño y dimensionamiento de centrales hidroeléctricas, y actualmente se desempeña como Director de Riesgos Hidrometeorológicos de Geociencias de Suramericana S. A.

Poliopetro F. Martínez Austria: Ingeniero civil del Instituto Politécnico Nacional en México, PhD. y M.Sc en Ingeniería Hidráulica de la Universidad Autónoma de México. Profesor en la Universidad de las Américas, Puebla. Ha trabajado en la Comisión Nacional de Agua, y asesorado a entidades del Estado y de la

iniciativa privada en temas del agua. Su principal campo de interés es la gestión de los recursos hídricos, en donde ha estudiado efectos del cambio climático en los recursos hídricos

Sebastián Ospina P: Ingeniero de minas y metalurgia, de la Universidad Nacional de Colombia, especialista en riesgos financieros, estudiante de maestría en Ciencia de los Datos y Analítica. Trabaja en Suramericana desde 2018 en donde se ha desempeñado en temas actuariales y analítica de salud. Actualmente se desempeña como profesional de modelación matemática en la gerencia de Geociencias, apoyando la plataforma GeoSURA en temas de analítica.



HAZ CLIC AQUÍ

para conocer las referencias de este artículo.



Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

El agua, recurso vital para la producción de alimentos

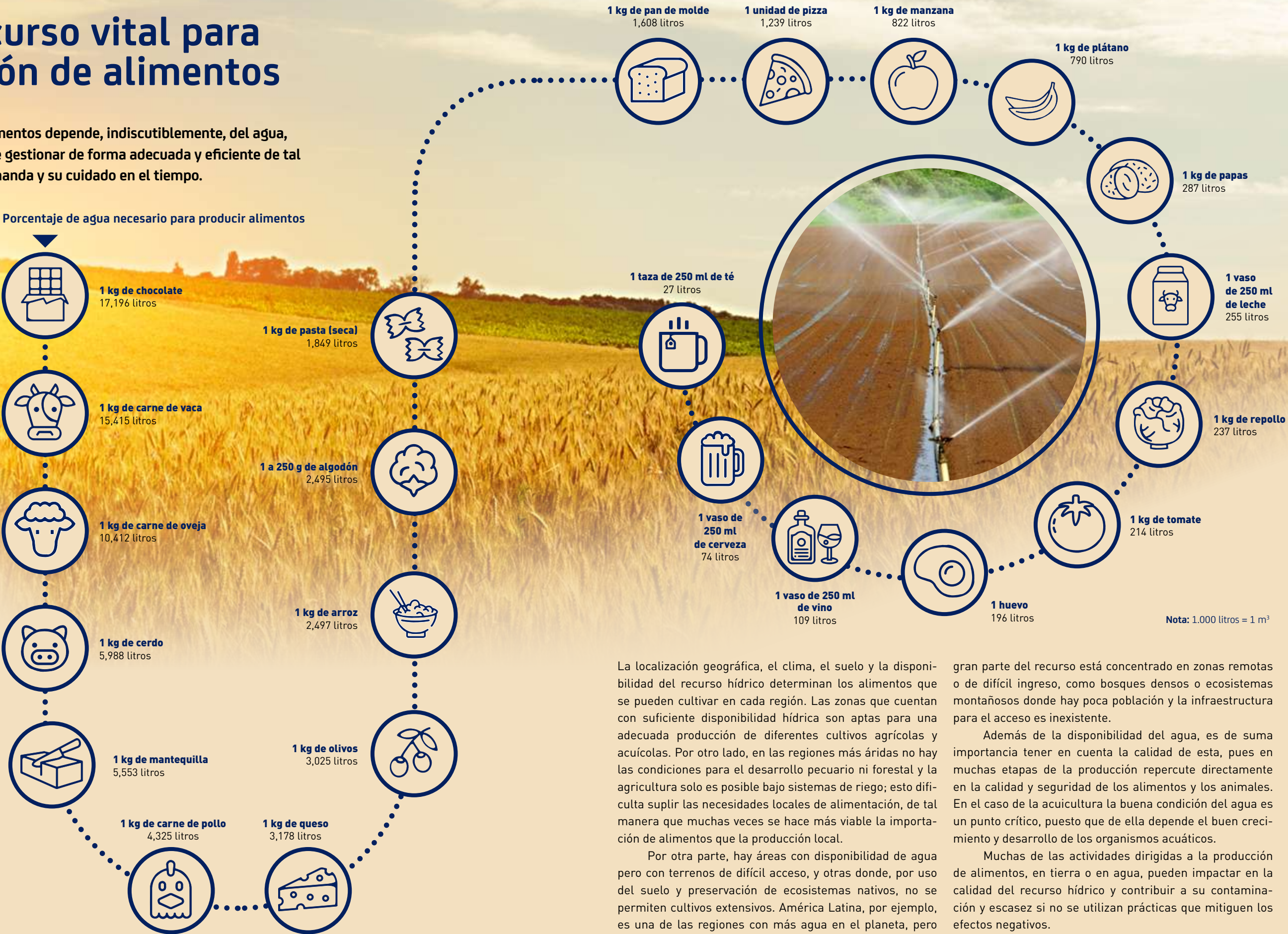
La calidad y cantidad de los alimentos depende, indiscutiblemente, del agua, un recurso limitado que se debe gestionar de forma adecuada y eficiente de tal manera que se garantice la demanda y su cuidado en el tiempo.

Entre dos mil y cinco mil litros de agua se necesitan para producir los alimentos diarios para el consumo de una persona, según cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). A esto se suma que en el último siglo la población de la Tierra ha aumentado más de cuatro veces su tamaño, lo que ha implicado que en los últimos treinta años la producción de alimentos haya crecido en más de un 100%.

En este mismo escenario, en el último siglo la extracción de agua dulce ha aumentado 1,7 veces más rápido que el crecimiento global de la población y se estima que un 70% del agua dulce que se extrae de los diferentes depósitos naturales se usa en el sector agropecuario, un 20% en industria y un 10% en uso doméstico (FAO, 2017).

Estas son evidencias claras de que el sector agropecuario es el principal consumidor de agua dulce en el planeta por dos razones: para el funcionamiento de los sistemas de riego en la producción de cultivos agrícolas y pastizales; y para la limpieza y el consumo de los animales. Por esta razón, uno de sus principales retos es mantener la seguridad alimentaria sin aumentar el deterioro de los ecosistemas y el agotamiento de los recursos hídricos.

Porcentaje de agua necesario para producir alimentos



La localización geográfica, el clima, el suelo y la disponibilidad del recurso hídrico determinan los alimentos que se pueden cultivar en cada región. Las zonas que cuentan con suficiente disponibilidad hídrica son aptas para una adecuada producción de diferentes cultivos agrícolas y acuícolas. Por otro lado, en las regiones más áridas no hay las condiciones para el desarrollo pecuario ni forestal y la agricultura solo es posible bajo sistemas de riego; esto dificulta suplir las necesidades locales de alimentación, de tal manera que muchas veces se hace más viable la importación de alimentos que la producción local.

Por otra parte, hay áreas con disponibilidad de agua pero con terrenos de difícil acceso, y otras donde, por uso del suelo y preservación de ecosistemas nativos, no se permiten cultivos extensivos. América Latina, por ejemplo, es una de las regiones con más agua en el planeta, pero

gran parte del recurso está concentrado en zonas remotas o de difícil ingreso, como bosques densos o ecosistemas montañosos donde hay poca población y la infraestructura para el acceso es inexistente.

Además de la disponibilidad del agua, es de suma importancia tener en cuenta la calidad de esta, pues en muchas etapas de la producción repercute directamente en la calidad y seguridad de los alimentos y los animales. En el caso de la acuicultura la buena condición del agua es un punto crítico, puesto que de ella depende el buen crecimiento y desarrollo de los organismos acuáticos.

Muchas de las actividades dirigidas a la producción de alimentos, en tierra o en agua, pueden impactar en la calidad del recurso hídrico y contribuir a su contaminación y escasez si no se utilizan prácticas que mitiguen los efectos negativos.

⬇

SITUACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS QUE IMPACTAN LA CALIDAD DEL AGUA

Existen diversas situaciones en las que la calidad del agua se ve afectada por las actividades humanas y por procesos naturales. De manera importante se resaltan la salinización del suelo y del recurso hídrico, la eutrofización de los cuerpos de agua y la contaminación causada por el uso de aguas residuales en la agricultura.

Salinización del suelo y del agua

Este es un proceso químico que se da de forma natural o antrópica, es decir, por intervención del hombre, y que

ocurre por la acumulación de sales en el terreno. Se puede generar por prácticas de riego cuando el agua “lava” algunos elementos del suelo que neutralizan las sales inorgánicas, haciendo que estas se fijen en la superficie del suelo. La sal también puede llegar a los suelos por la escorrentía de aguas residuales provenientes de áreas urbanas e industriales. Cuando hay un alto contenido de sal en el terreno, estas se acumulan en las raíces de las plantas y no permiten que absorban la cantidad de agua que necesitan, reduciendo su productividad y amenazando

su supervivencia, incluso volviendo un terreno infértil en etapas avanzadas de salinización.

Se estima que un 20% de los terrenos usados para la agricultura en el mundo están salinizados y que, de los cultivos que usan técnicas de riego, un 33% se encuentran afectados por este proceso (Nachshon, 2018). Para mantener un perfil del suelo con el nivel de sal balanceado se necesita de un proceso denominado lixiviación, por medio del cual el agua pasa a través del terreno y disuelve o “lava” las sales. La mayoría de los suelos salinizados están ubicados en zonas

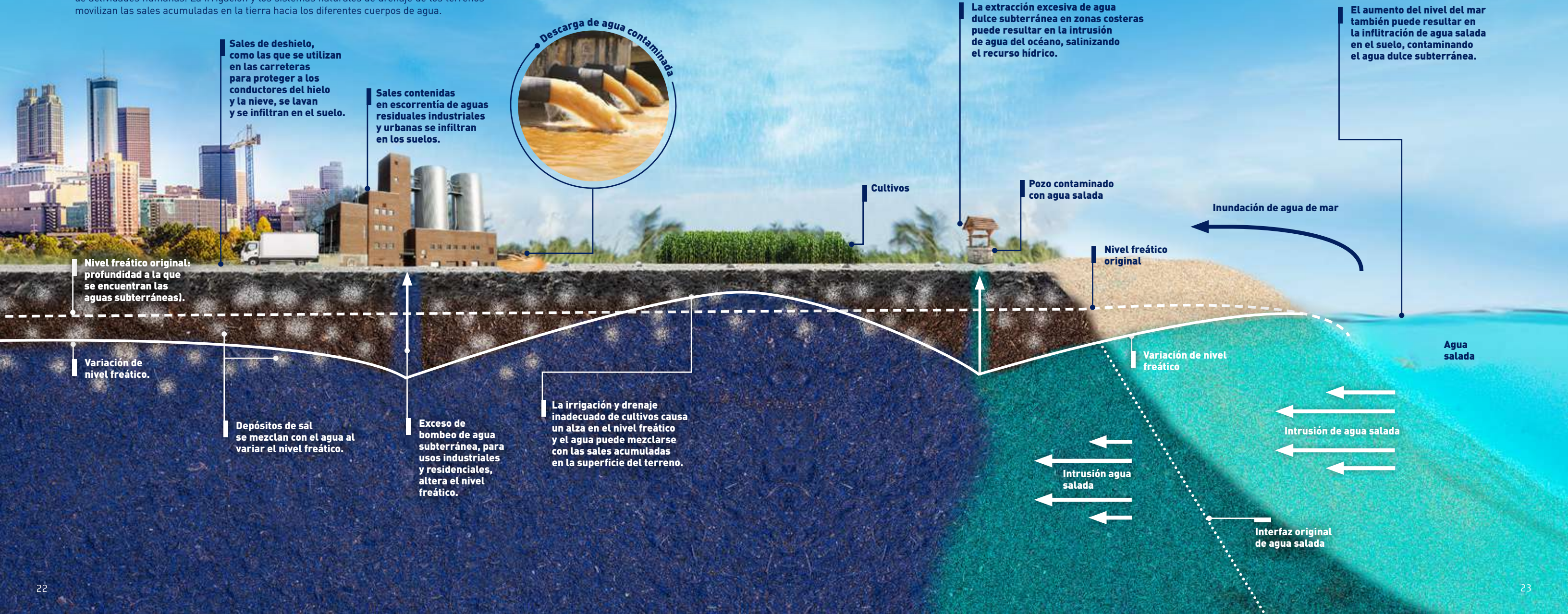
áridas y semiáridas donde la evapotranspiración es alta y no hay suficiente precipitación para que la lixiviación se dé naturalmente, originando la acumulación de sales en el suelo.

En lugares donde el acceso a fuentes de agua dulce es muy limitado, los agricultores ven la necesidad de usar aguas de mala calidad para regar los cultivos. Estas fuentes de agua, aun cuando han sido tratadas, pueden contener una gran cantidad de contaminantes diluidos en ella, entre los cuales están las sales. Estos, al ser usados para riego, contribuyen a la salinización de los suelos y de los cuerpos de agua dulce.

⬇

Salinización del agua

El agua fresca contenida en los acuíferos puede ser salinizada al mezclarse con las sales contenidas en el suelo. Estas sales pueden llegar al suelo de manera natural o provenir de actividades humanas. La irrigación y los sistemas naturales de drenaje de los terrenos movilizan las sales acumuladas en la tierra hacia los diferentes cuerpos de agua.



Eutrofización

La acumulación excesiva de nutrientes en el agua, principalmente fósforo y nitrógeno, es conocida como eutrofización. Estos nutrientes provienen, especialmente, de los fertilizantes utilizados en la agricultura, de los desechos pecuarios, de las aguas residuales domésticas y de los efluentes industriales y mineros.

Los nutrientes llegan a los cuerpos de agua mediante la escorrentía superficial o del transporte de aguas subterráneas. También logran llegar a través de la lluvia ácida, la cual se puede producir por las emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles.

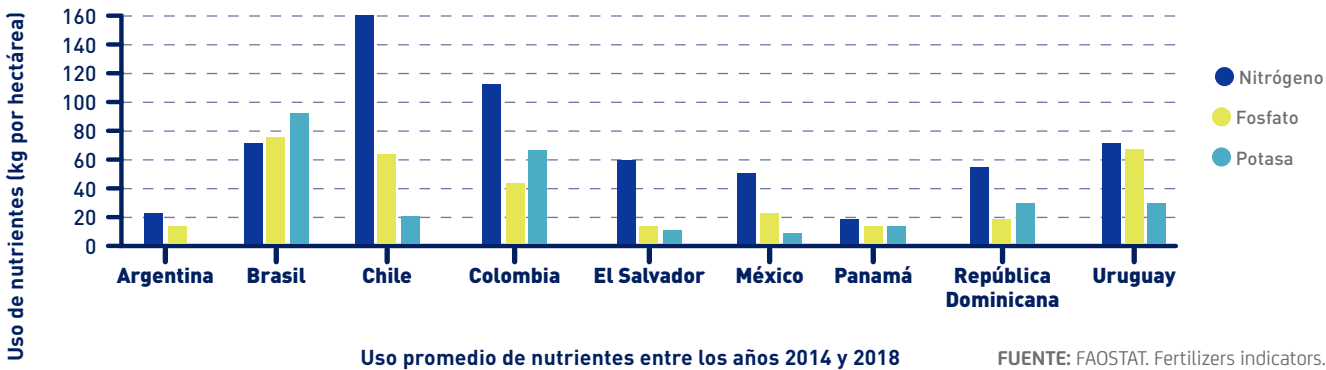
Uno de los contaminantes más comunes en los acuíferos subterráneos son los nitratos, usados como fertilizantes por su riqueza en nitrógeno, pero que, disueltos en el agua y por medio de la infiltración en el terreno, encuentran

su camino hacia las aguas subterráneas. Este problema se presenta en mayor escala en países desarrollados y, en la actualidad, el aumento de su uso en países en desarrollo está siendo tema de discusión, debido a la contaminación que le viene provocando a los acuíferos.

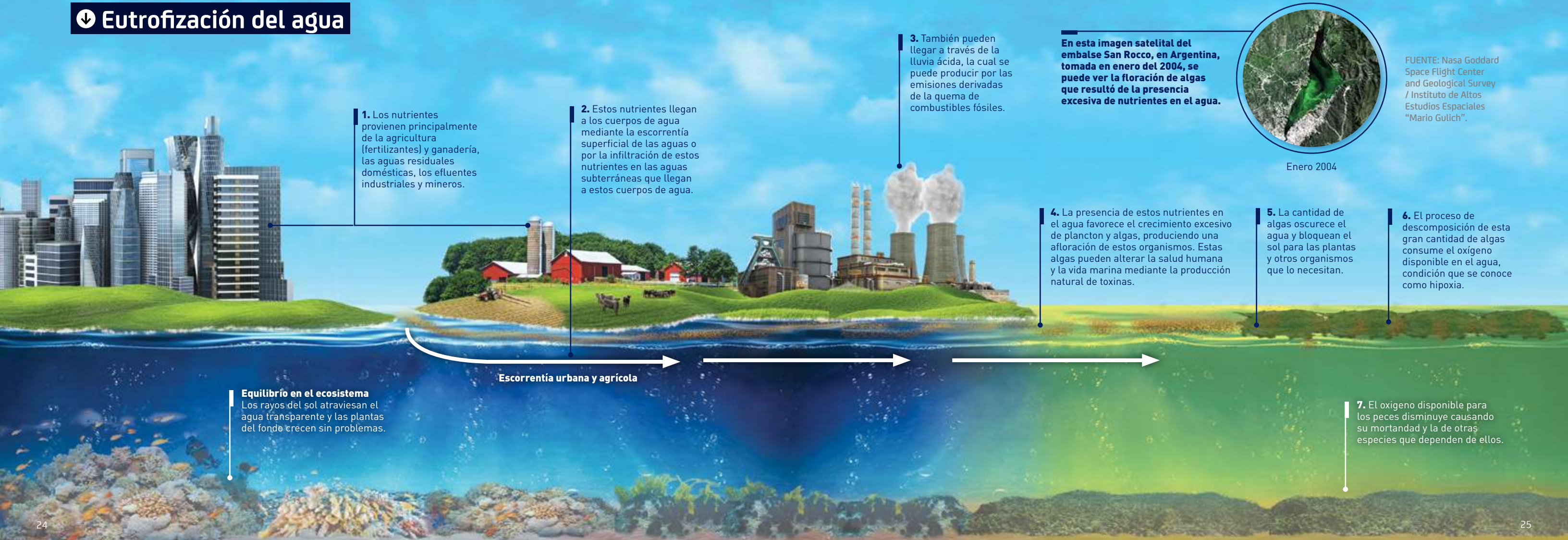
Un claro ejemplo de eutrofización ocurrió en la región de Los Lagos en Chile, en marzo del 2016, y afectó a gran parte de la industria pesquera. Las elevadas temperaturas y la presencia excesiva de nutrientes en el agua favorecieron el crecimiento de algas que provocaron una alta mortandad de peces. Según el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, y varias empresas salmoneras de Chile, se presentaron pérdidas de alrededor de 40.000 toneladas de biomasa (aproximadamente dos años de producción), y de más de 800 millones de dólares en la industria pesquera del país.

Para reducir el impacto que estos nutrientes tienen en la calidad del agua, se debe hacer una selección adecuada al usarlos, dependiendo de las necesidades particulares de cada cultivo y aplicarlos en las cantidades recomendadas; además, se requiere tener especial cuidado con su almacenamiento y desechos derivados de su uso.

Índices del uso de nutrientes en Latinoamérica y el Caribe



Eutrofización del agua



Contaminación por el uso de aguas residuales en la agricultura

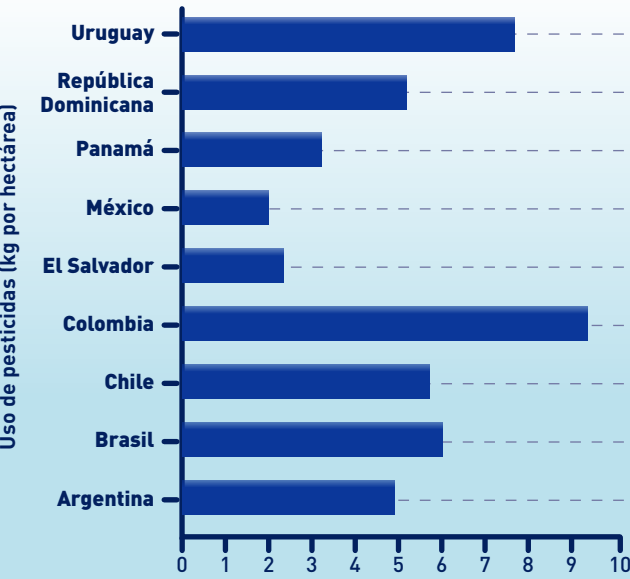
La escasez de agua en regiones áridas ha llevado a que muchos productores utilicen aguas residuales para el riego de sus cultivos. Estas tienen la ventaja de estar disponibles durante todo el año, sin embargo, requieren de un manejo adecuado, pues su uso puede ser de alto riesgo para consumidores y productores, además de constituir una fuente adicional de contaminación hídrica.

Por otro lado, las aguas residuales al ser ricas en nutrientes pueden beneficiar los cultivos y reducir el uso de fertilizantes químicos lo que, con un buen tratamiento y manejo, favorece al medioambiente y ahorra algunos costos para los productores. Sin embargo, si los niveles de nitrógeno son muy altos, aunque estimule el crecimiento vegetal, se puede retrasar la maduración del cultivo, incluso afectar el rendimiento. Además, si no se manejan bien, el exceso de nutrientes puede contaminar el agua subterránea y causar eutrofización en los cuerpos de agua por medio de la escorrentía de aguas contaminadas.

Otro factor de riesgo es el contenido de patógenos como bacterias, virus y parásitos que tienen el potencial de causar enfermedades, tanto a los productores como a los consumidores. En este caso, el tratamiento del agua antes de su uso puede ayudar a mitigar los efectos adversos que estos patógenos puedan ocasionar.



Uso promedio de pesticidas entre los años 2014 y 2018



FUENTE: FAOSTAT. Pesticides indicators.

Otros contaminantes del agua

En el sector pecuario la contaminación del recurso hídrico también está asociada a las labores de limpieza, a la producción de forraje (diferentes pastos y cereales utilizados para alimentación animal en la que se usan fertilizantes) y a la elaboración de los productos para animales. El agua procedente de esta actividad se contamina con sales, nutrientes, materia orgánica, medicamentos o metales pesados, y a esto se suma la acumulación de plaguicidas y nitratos.

Los plaguicidas usados comúnmente en la agricultura, para proteger los cultivos de insectos, hongos y maleza, pueden llegar a ser tóxicos a las mismas plantas, animales y seres humanos. Aunque se han desarrollado nuevos productos de baja toxicidad para la protección de cultivos, que utilizan menores concentraciones de los ingredientes activos que reducen su impacto ambiental, el aumento significativo en el uso de agroquímicos en los países en desarrollo ha contrarrestado el efecto positivo de la aparición de estos nuevos productos.

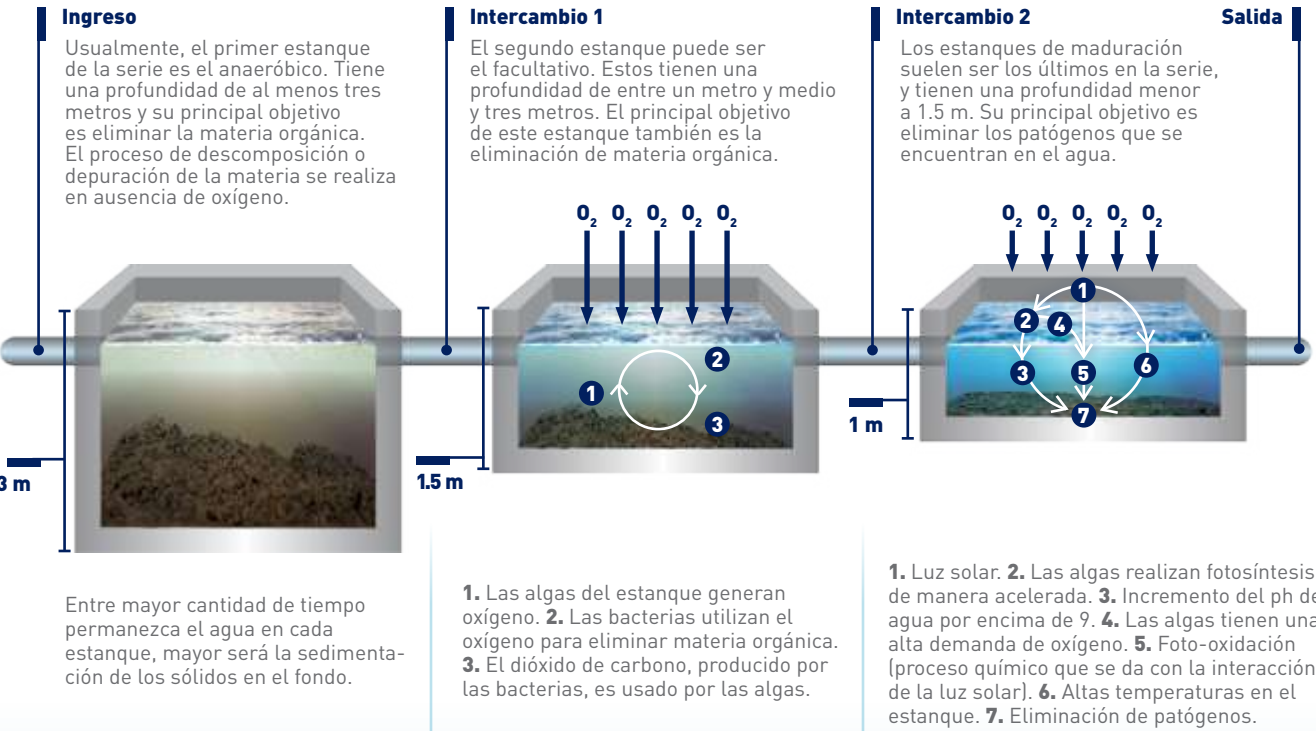
PRÁCTICAS QUE IMPACTAN POSITIVAMENTE LA CALIDAD DEL AGUA

Tratamiento de aguas residuales para uso en agricultura

Existen varios niveles de procesamiento de aguas residuales que se emplean en diferentes países, dependiendo de la legislación y de las necesidades; donde es posible, se utilizan plantas de tratamiento de aguas residuales con tecnologías avanzadas, con las cuales el riesgo asociado al uso de estas es casi inexistente. Sin embargo, el saneamiento con dichas plantas no siempre es viable, pues la tecnología y su mantenimiento son muy costosos.

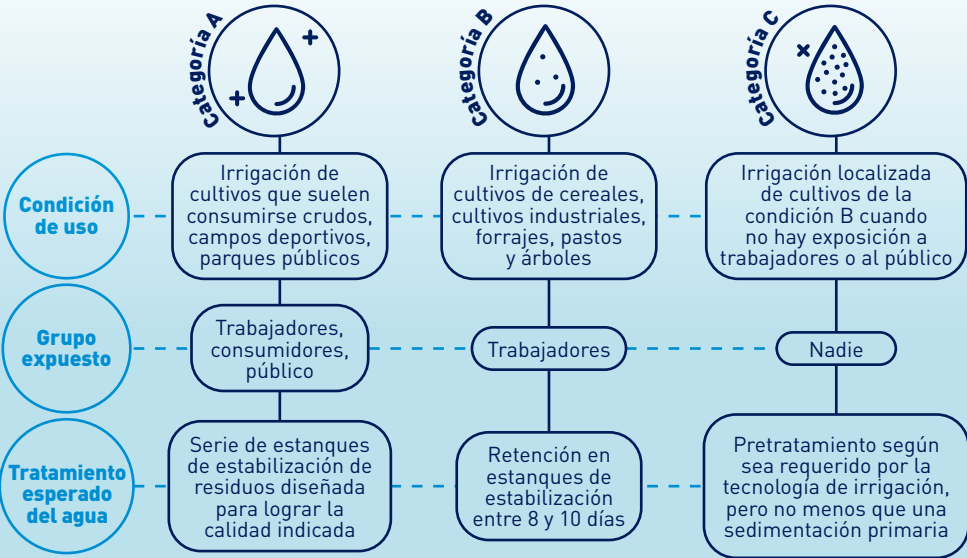
Otra opción es tratar las aguas residuales con procedimientos más económicos y naturales como los estanques de estabilización de residuos. Estos son estructuras sencillas de tierra a cielo abierto que utilizan procesos naturales para tratar las aguas residuales. Algunos ejemplos de estos son los estanques anaeróbicos, los facultativos y los de maduración. Se pueden utilizar individualmente, pero para optimizar sus resultados, normalmente se utilizan en cadena.

Estanque de estabilización de residuos



Tratamientos de agua según los tipos de cultivo

Se puede, también, restringir el uso de aguas residuales para que se utilicen, únicamente, en cultivos en los que está comprobado que su uso representa un riesgo mínimo para la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) propone tratamientos de agua según los tipos de cultivo y el uso que se le da al agua residual, de la siguiente forma:



Sistema de riego por goteo

La técnica se puede usar en una gran variedad de suelos, incluidos los áridos. Con el sistema se gotea el agua a tasas muy bajas, entre 2 y 20 litros por hora, desde pequeños tubos plásticos con goteros. En este caso, en lugar de regar todo el terreno sembrado, se riega únicamente el área donde se encuentra la raíz de cada planta. Esto reduce la cantidad de agua que se pierde por infiltración en el suelo, por evaporación y por escorrentía. A su vez, minimiza la posibilidad de contaminación de aguas superficiales y subterráneas.



Sistema de riego por goteo.

Recolección de agua de lluvia

En algunas regiones, donde el agua disponible no es suficiente para satisfacer las necesidades de riego, una opción es la recolección de la escorrentía de agua lluvia para su reutilización en riego o hidratación del ganado, antes de que llegue a otros cuerpos de agua, ya que en muchos casos se puede usar sin necesidad de ningún tratamiento previo.

Su recolección se puede hacer con superficies impermeables o de permeabilidad baja como por ejemplo: los techos de las casas, carreteras, superficies de concreto o plásticas, así como en las copas y troncos de los árboles y laderas.

En las temporadas de lluvia se forman naturalmente vías fluviales estacionales (como los arroyos) en las laderas, las intersecciones viales y las placas de pavimento. Este recurso hídrico puede ser almacenado en pequeñas represas o pozos de almacenamiento, que al ser construidos de manera adecuada permiten aprovechar el agua y evitan su desbordamiento, evitando causar algún impacto ambiental.



Recolección de agua.

BUENAS PRÁCTICAS DEL SECTOR AGROPECUARIO

- **Implementar sistemas de pastoreo de rotación** para reducir el período de ocupación del ganado en zonas cercanas a ríos o adecuar prácticas silvopastoriles.
- **Evitar la aglomeración de animales cerca de las superficies de agua** para reducir el pisoteo, la descarga y contaminación por excrementos y, por lo tanto, disminuir el potencial de efectos adversos sobre las fuentes de agua dulce.
- **Reducir la contaminación asociada a las excretas de los animales** teniendo especial cuidado con su dieta, supliéndolos con raciones equilibradas y no incluir promotores de crecimiento que, en muchas ocasiones, contienen metales pesados.
- **Implementar prácticas de manejo de residuos y excrementos** (recolección, almacenamiento, procesamiento y disposición final) que garanticen la recuperación y reciclaje de nutrientes y la energía contenida en ellos, con la generación de biogás o materia orgánica para fertilizar suelos.

Es claro que nos enfrentamos a grandes retos en la gestión del agua como materia prima y proveedora de alimentos, teniendo en cuenta la calidad y cantidad del recurso. Para lograrlo, es fundamental fomentar un uso eficiente del agua y tener en cuenta el papel que cada uno juega, así como las buenas prácticas y estrategias para cuidar el recurso hídrico.

FUENTES

María José Barrera Gutiérrez de Piñeres. Ingeniera Civil de la Universidad Estatal de Nueva York en Buffalo y M. Sc. en Ingeniería Sísmica del Instituto de Estudios Superiores de Pavia, Italia. Tiene cinco años de experiencia en modelación de riesgos catastróficos y diseño estructural sismorresistente. Desde agosto del 2019 se unió al equipo de Geociencias como Especialista en Estructuras, liderando las modelaciones de riesgos geofísicos.

Juan David Rendón Bedoya. Ingeniero Civil y especialista en Estructuras de la Universidad Nacional de Colombia. Ha trabajado para firmas de consultoría en el desarrollo de proyectos de análisis y diseño de edificaciones y estructuras en celosía para subestaciones de energía y líneas de transmisión. Actualmente se desempeña como especialista en estructuras del área de Geociencias.



HAZ CLIC AQUÍ

para conocer las referencias de este artículo.



Granjas acuícolas.

BUENAS PRÁCTICAS EN LA ACUICULTURA

- **Monitorear las condiciones del recurso hídrico** para asegurar que la exposición de los peces a contaminantes químicos y biológicos peligrosos sea mínima.
- **Ubicar las granjas acuícolas a una distancia segura** de la industria, la minería, la agricultura intensiva, los desagües de aguas residuales, las zonas densamente pobladas o áreas urbanas, los hospitales, las carreteras principales y las vías férreas.
- **Limpiar frecuentemente los pozos donde se crían los peces**, vaciándolos y removiendo toda la materia orgánica que permanezca en ellos. Se recomienda agregar cal antes de volver a llenar el pozo para ayudar a eliminar patógenos y organismos que puedan afectar la salubridad de los peces.
- **Implementar sistemas de recirculación de agua en las granjas acuícolas** para conservar la calidad del agua y prevenir la contaminación del recurso. Este sistema trata las aguas resultantes de la actividad acuícola de manera que cumplan con los requisitos para ser usadas nuevamente. Además, se evita el uso de más agua fresca y la contaminación de cuerpos de agua, debido a los efluentes no tratados de la acuicultura.



Decisiones inteligentes que influyen
 en grandes retos mundiales

GeoSURA para la gestión del recurso hídrico

Caso de estudio en Chile

La plataforma geográfica de
 SURA, diseñada para apalancar la
 administración de la información
 y la toma de decisiones, permite
 que diferentes actores puedan
 implementar medidas de prevención
 y control a partir del conocimiento
 alrededor de la gestión del agua.

La gestión del agua es uno de los mayores
 desafíos a nivel global. Velar por el uso
 eficiente del recurso, apoyar el desarrollo
 sostenible, reducir los niveles de incerti-
 dumbre sobre la disponibilidad, gestionar
 los riesgos asociados a sequía e inunda-
 ciones y adquirir capacidades de adapta-
 ción ante el cambio y la variabilidad climá-
 tica son algunos de los desafíos que se
 deben enfrentar. La plataforma geográfica
 GeoSURA es una herramienta tecnológi-
 ca que permite avanzar hacia la solución de
 estas problemáticas y tomar decisiones más
 acertadas basadas en datos.

Es claro que se puede conocer por
 separado información relacionada con la
 cantidad de agua que hay en cuencas o ríos,
 alertas tempranas sobre eventos extremos
 a partir de predicciones hidrológicas,
 concentración de la demanda o ubicación de
 personas, entre otras. Sin embargo, lo real-
 mente potente es la conexión que se puede
 realizar entre esta información, siendo este
 el valor diferenciador que entrega GeoSURA.

La gestión del recurso hídrico requiere
 de estrategias integrales. En este sentido,
 como lo podemos ver en el gráfico, la plata-
 forma cuenta con un visor geográfico que
 brinda la posibilidad de superponer mapas,
 facilitando la conexión, análisis de informa-
 ción y la toma de decisiones más detalladas,
 con un menor nivel de incertidumbre.



Mapa con información de población
 y vivienda urbana.



Mapa con zonas susceptibles
 de inundación.



Mapa con la clasificación de régimen
 de aridez para caracterizar la
 disponibilidad de recursos hídricos.



HAZ CLIC AQUÍ

para consultar la información
 asociada al caso de estudio.



Mapas con el inventario de cuerpos
 de aguas superficiales.



Mapa con la información de agua
 subterránea clasificada de acuerdo
 con el volumen (m³).



Mapa de demanda por región de los
 principales sectores económicos.

GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO (GIRH) EN LATINOAMÉRICA

La GIRH es un concepto diseñado
 en el marco de la Cumbre de la
 Tierra de 1992 para orientar a los
 países en el desarrollo e imple-
 mentación de acciones concretas
 que aseguren la sostenibilidad
 del recurso hídrico, garantizando,
 a su vez, el bienestar social y
 económico de las comunidades.

La implementación de la
 GIRH se plantea como un meca-
 nismo mediante el cual se pro-
 mueve el desarrollo coordinado
 entre los diferentes actores (enti-
 dades públicas, academia, sector
 privado y comunidades) que parti-
 cipan alrededor del agua, en la
 toma de decisiones. Sin embargo,
 según la Organización de Naciones
 Unidas, ONU, en su informe
 “Progreso sobre la gestión inte-
 grada de recursos hídricos 2018”,
 se evidencia que de acuerdo con
 el grado de aplicación de GIRH,
 Latinoamérica se encuentra entre
 los niveles bajos. Esto indica que,
 aunque algunas naciones han
 avanzado en la implementación
 de políticas, leyes y planes, aún es
 necesario fortalecerse en finan-
 ciación, instrumentos de gestión y
 programas para la toma de deci-
 siones informadas.

Para ilustrar la toma de
 decisiones informadas sobre la
 GIRH, se ha seleccionado como
 caso de estudio a Chile que, por
 su heterogeneidad hídrica, ejem-
 plifica cómo a través de la infor-
 mación geográfica cualquier
 país puede conocer la dinámica
 asociada a los recursos hídricos
 y contribuir en este proceso de
 gestión del agua.

 CASO DE ESTUDIO: CHILE

Chile es un país con abundantes recursos hídricos, sin embargo, la disponibilidad se ve afectada por el cambio y la variabilidad climática, especialmente en la zona norte. Según la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (hoja de ruta para la gestión de los recursos hídricos), “en esta zona del país se observa un déficit en la disponibilidad de agua comparado con la demanda, que en algunas regiones es cercano al 100%”. Por su parte, el ingeniero civil y ambiental Héctor Maureira Cortés, investigador del Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe, Cazalac, explica que Chile se enfrenta a sequías, especialmente en las regiones desérticas de Atacama y Coquimbo, mientras que en las regiones centro y sur cuenta con el recurso para atender la demanda.

El país tiene heterogeneidad de ecosistemas marcados por el relieve con altitudes que van de 0 msnm a 6.893 msnm, donde existe una amplia extensión de zona costera, pero, a su vez, cuenta con presencia de glaciares y desiertos.



Zona norte de Chile,
Lagunas Escondidas de Baltinache,
Desierto de Atacama, Chile.



Vista aérea del río Huilo,
cuenca del río Valdivia,
sur de Chile.

Por otro lado, algunos de los ríos se han visto afectados por problemas medioambientales relacionados con la minería, deforestación, contaminación por aire y por aguas residuales.

En este escenario se evidencia la importancia de contar con herramientas suficientes para alinear las rutas de acción, así como administrar el agua a través de la GIRH desde las cuencas hidrográficas, ya que cada una de ellas presenta unas condiciones particulares, que permiten hacer un análisis más profundo y responsable del recurso.

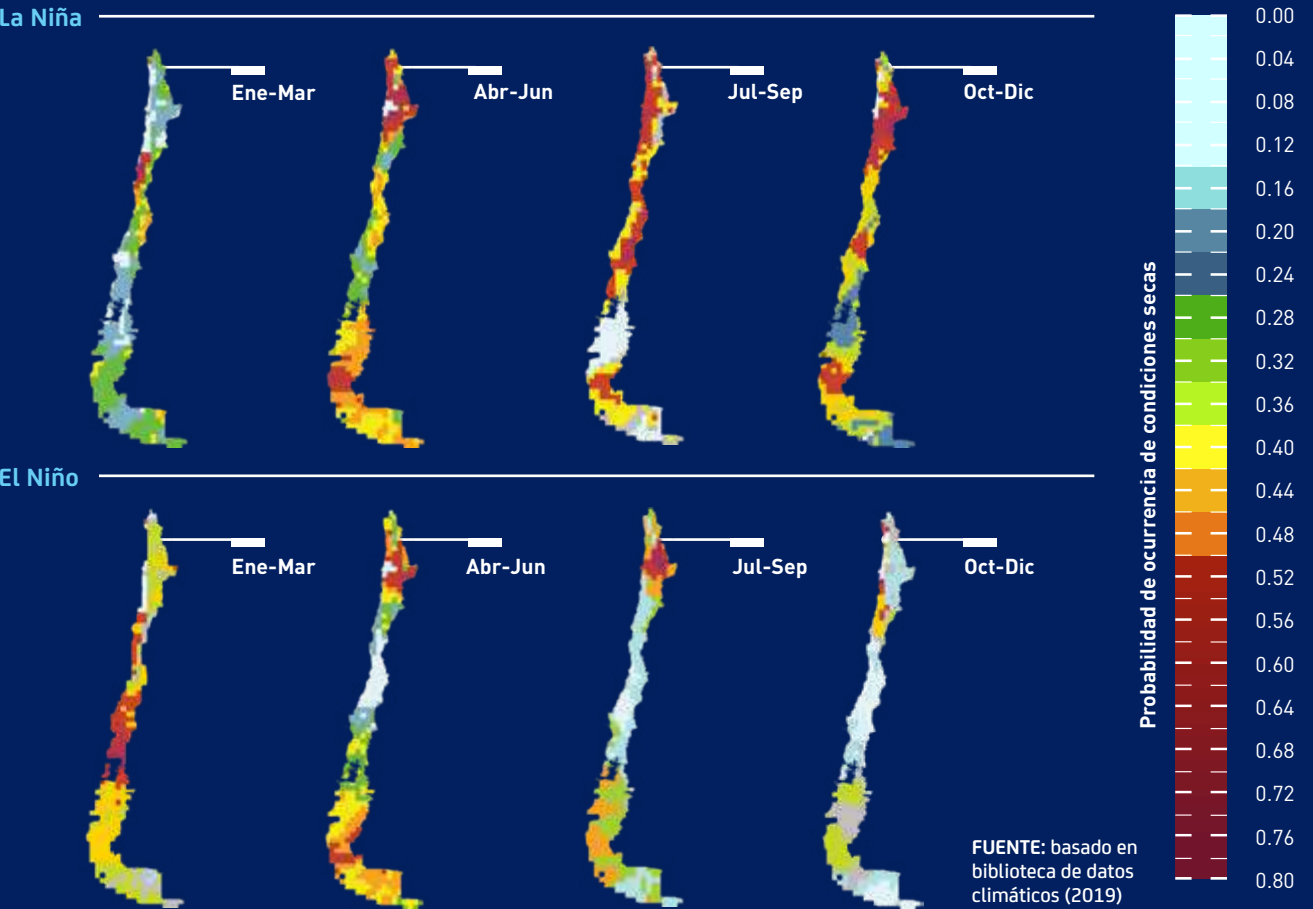
Chile cuenta con 101 cuencas principales que se pueden consultar a través del visor geográfico de GeoSURA y de las cuales podemos destacar las cuencas de los ríos Los Choros, La Ligua, San José, Petorca y Limarí en donde existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico; Bueno, Valdivia y Biobío que presentan una mayor oferta hídrica.

Para conocer el estado de las cuencas en el país, conviene tener un enfoque holístico en donde se examine la disponibilidad hídrica a través de los cambios en la oferta y la demanda, de tal manera que se pueda gestionar el déficit y exceso de agua en condiciones normales y en presencia de fenómenos extremos, garantizando el flujo ambiental.

 AGUA DISPONIBLE

En una cuenca hidrográfica la disponibilidad de agua se ve afectada por las características físicas de la zona geográfica y por uno de los fenómenos macroclimáticos de mayor relevancia en nuestra región, El Niño-Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés), el cual se presenta como consecuencia del enfriamiento y calentamiento de las aguas superficiales del Océano Pacífico Ecuatorial. Estas dos fases (enfriamiento y calentamiento) son conocidas como los fenómenos de El Niño y La Niña, respectivamente, y pueden afectar el régimen de lluvias provocando, en algunos casos, fuertes sequías e

inundaciones. En el caso de Chile, estos mapas muestran la probabilidad de ocurrencia de condiciones secas durante las dos fases del ENSO en diferentes regiones del país. Se puede identificar que, ante la ocurrencia del fenómeno de La Niña, en las zonas norte-centro del país, la probabilidad es alta, es decir, que es muy posible que se presente un déficit de lluvias importante entre abril y diciembre, mientras que ante la ocurrencia del fenómeno de El Niño en la zona central del país, la probabilidad de que ocurran temporadas secas son bajas la mayor parte del año.



Según advierte Maureira Cortés, en Chile los modelos indican que tendremos una disminución en las precipitaciones y aumento en la temperatura media; estamos en un escenario totalmente adverso, debemos prepararnos y buscar medidas de adaptación”. Esta es una de las razones por las cuales se plantean diferentes escenarios futuros en los cuales se presume que se presentarán importantes cambios en el régimen de lluvias, en el nivel oceánico, en los nevados y en la frecuencia y duración de fenómenos extremos. En los últimos cien años en las zonas costeras de Chile se ha registrado que la precipitación anual ha disminuido entre un 15% y un 30%, sin embargo, en la zona del interior esta variación no ha sido tan notable, lo que en el futuro mantendría el volumen en las cuencas; sin embargo, tendría una amenaza

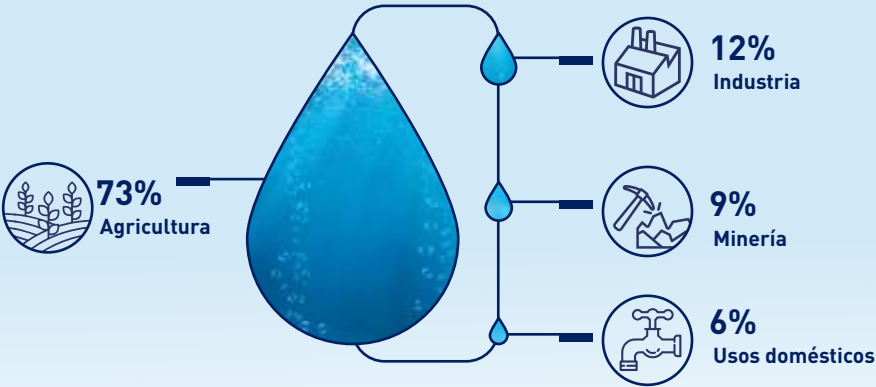
relacionada con la estacionalidad del caudal de los ríos, ya que al aumentar la temperatura ocurre descongelamiento de nieve, crece la precipitación en forma líquida y aumenta la escorrentía invernal.

Por medio de la consulta de diferentes mapas en la plataforma GeoSURA se logra hacer el diagnóstico del agua en un área geográfica y a partir de ello identificar oportunidades. Por ejemplo, en el caso del aumento de la escorrentía desde mapas como fuentes hídricas, evapotranspiración, precipitación, suelos, demanda y cultivos, se pueden establecer zonas para la creación de reservorios que ayuden en la mitigación de los efectos del exceso hídrico y que además contribuyan a la disponibilidad del recurso en el período seco.

⬇️
 USOS DEL AGUA

Los diversos usos que se hacen del agua (demanda hídrica consuntiva), es decir, con consumo, están estrechamente relacionados con las características sociales, económicas, ambientales y culturales; por ejemplo, en el caso de Chile, según el atlas del agua (Dirección General de Aguas, 2016), podemos observar cómo es la distribución de la demanda por región y por sector.

Consumo de agua en Chile



Demanda estimada de agua por sector económico (m³/s)

Macrozona	Región	 Agropecuario 526.72	 Agua potable 54.84	 Industrial 43.85	 Minero 19.99	 Total 645.40
Norte	XV Arica y Tarapacá	3.71	0.96	0.25	0.00	4.92
	I Tarapacá	5.21	0.69	1.43	1.54	8.87
	II Antofagasta	3.31	1.68	1.29	6.26	12.53
	III Atacama	12.03	0.87	0.52	1.90	15.32
	IV Coquimbo	27.19	1.89	0.25	0.71	30.04
Centro	V Valparaíso	42.44	5.82	4.81	1.26	54.33
	RM Metropolitana de Santiago	82.36	27.41	10.42	0.90	121.09
	VI Libertador General Bernardo O'Higgins	97.96	2.41	1.23	1.88	103.48
	VII Maule	166.49	2.53	3.77	0.00	172.79
Sur	VIII Biobío	69.44	5.16	9.54	1.21	85.35
	IX La Araucanía	11.51	2.34	0.26	0.00	14.11
	XIV Los Ríos	2.21	1.02	1.63	0.00	4.86
	X Los Lagos	1.10	1.39	2.46	1.50	6.45
Austral	XI Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	0.64	0.29	0.08	2.60	3.61
	XII Magallanes y de la Antártica Chilena	1.12	0.38	5.91	0.23	7.64

FUENTE: Atlas del agua (2016), página 124.

La distribución de la demanda se concentra en el centro de Chile, en donde se encuentra la mayor parte de la población y se desarrollan algunas de las actividades más importantes. Algunas de las cuencas hidrográficas con mayor demanda son de los ríos Maule, Mataquito, Aconcagua, Ligua, Maipo y Rapel. Estas cuencas en períodos secos se encuentran desabastecidas; por el contrario, la zona sur del país presenta una demanda muy baja lo que hace que haya mayor disponibilidad del recurso.

Mediante el uso de GeoSURA podemos identificar temas relacionados con la demanda hídrica, por ejemplo, la demanda hídrica estimada anual (m³) que se tiene sobre una cuenca hidrográfica. Esto facilita el reconocimiento del sector económico que tiene la mayor demanda y permite tomar acciones para mitigar los impactos que se puedan llegar a tener por estrés hídrico.

⬇️
 HACÍA UNA GESTIÓN DEL RECURSO

Finalmente, si tenemos una aproximación global podemos reconocer diversas oportunidades para la gestión responsable. Chile cuenta con suficientes recursos hídricos que varían cíclicamente y se encuentran en una distribución geográfica en desequilibrio, lo que nos ayuda a centrar la atención en adoptar medidas que propicien el aprovechamiento equitativo y eficiente, donde se consideren cada uno de los sectores, en aras de tomar medidas de mitigación y adaptación. Por ejemplo, se identificó una concentración de la demanda en la parte norte-centro del país y allí el sector que genera el mayor impacto es el agrícola; algunas de las alternativas que se pueden plantear para este sector son:

- Modificar los períodos de siembra y generar sistemas de riego más eficientes.
- Reforestar zonas de alto impacto.
- Realizar cosechas de agua en las zonas en donde hay exceso de escorrentía.
- Desplazar ciertos cultivos hacia zonas aptas, pero con menor impacto sobre la cuenca.

- Generar sistemas de recirculación y desalinización de agua.
- Diversificar los cultivos o modificar el tipo de cultivo teniendo en cuenta el análisis de aptitud de la zona.

Es en este contexto en el que los mapas facilitan el entendimiento, análisis y cuantificación de las variables relacionadas con el agua; adicionalmente, son el resultado de estudios y procesamiento de diferentes fuentes y tipos de información, que ayudan a desarrollar proyectos focalizados en los que se haga uso de información asociada al espacio geográfico. Por otra parte, contar con la disponibilidad de los mapas en un entorno web facilita el acceso de los diferentes actores encargados de tomar decisiones y propiciar el trabajo colaborativo para que, de manera conjunta, puedan resolver los crecientes desafíos que la variabilidad y el cambio climático deparan en el corto y largo plazo.

La gestión del agua en GeoSURA permite:



Nota: las funcionalidades e información disponibles en GeoSURA dependen del tipo de usuario. Para conocer más puedes escribir al correo: geosura@sura.com

FUENTES

Héctor Maureira C. Ingeniero Civil Ambiental de la Universidad de La Serena, Chile. Ha sido consultor en materia de recursos hídricos para organismos nacionales e internacionales. Actualmente es investigador del Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (Cazalac).

Jeimmy Lizeth Rodríguez M. Ingeniera Catastral y Geodesta, especialista en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Ha trabajado en proyectos de generación y análisis de información geográfica para entidades gubernamentales. Actualmente, hace parte del

proyecto apoyando temas relacionados con sistemas de información geográfica en la plataforma GeoSURA del área de Geociencias.

Jorge Santiago Victoria D. Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Colombia, especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad EAFIT. Ha trabajado con sistemas de información geográfica en Suramericana. Actualmente hace parte del proyecto apoyando temas relacionados con sistemas de información geográfica en la plataforma GeoSURA del área de Geociencias.



HAZ CLIC AQUÍ

para conocer las referencias de este artículo.

El agua en el entorno urbano

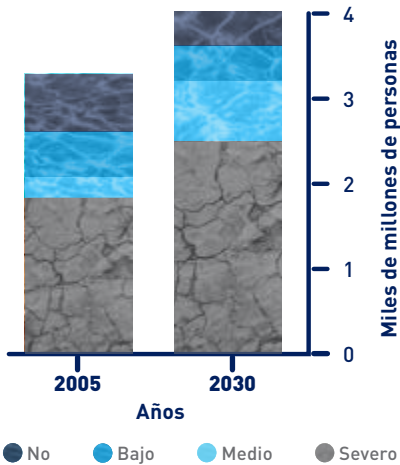
Gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos en las ciudades

El incremento acelerado de la población trae un nuevo desafío para el sostenimiento de las grandes ciudades. Asegurar el uso racional, la cantidad y calidad del agua, indispensable para la vida, requiere del desarrollo de estrategias de gestión que involucren la diversificación de las fuentes de abastecimiento del líquido vital, así como la optimización de costos en el proceso de suministro del recurso y el tratamiento de aguas residuales.

El origen y evolución de los asentamientos urbanos tienen como protagonista el agua. Grandes civilizaciones se desarrollaron alrededor de este recurso natural con el fin de garantizar la supervivencia de sus habitantes, de ahí que el avance de una sociedad dependía de qué tanto control del agua y técnicas de abastecimiento tuviera, indicadores que de alguna manera continúan vigentes.

A lo largo de la historia esos procesos de urbanización y los movimientos migratorios han estado influenciados por el acelerado e imparable crecimiento de la población: hoy somos 7.700 millones de habitantes en el planeta. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se estima que aproximadamente el 50% de la población vive en las ciudades y para el 2050 este porcentaje aumentará un 70%, lo cual genera una mayor presión sobre los recursos hídricos. Por lo tanto, garantizar servicios sostenibles de agua para una población en crecimiento es el principal desafío para las ciudades a futuro.

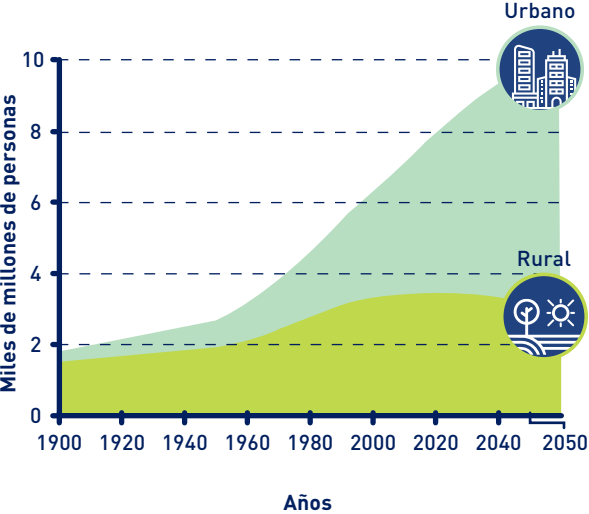
Población con estrés hídrico en Brasil, Rusia, India y China *



* Estos países representan, aproximadamente, el 40% de la población mundial actual. El estrés hídrico se da cuando la demanda de agua es mayor que la cantidad disponible.

FUENTE: OECD Environmental Outlook to 2030. Página 220.

Población rural y urbana proyectada a 2050



¿AGUA PARA TODOS?

El agua dulce solo representa el 3% de la disponibilidad total del líquido, porcentaje suficiente para abastecer a la población actual; sin embargo, la ONU indica que este recurso no es ilimitado y se está llegando al límite de extracción. Se estima que la demanda global de agua potable, para 2030, sobrepasará el suministro en un 40% debido al cambio climático y a la acción humana.

En este escenario, hoy 1 de cada 8 personas vive en alguno de los 168 países que sufren severo deterioro de sus suelos y, según el Programa de la ONU para el Medioambiente, en el 2030 aumentará la movilidad de población debido al desplazamiento forzado por la escasez de agua en zonas áridas y semiáridas; por lo tanto, 2 de cada 3 personas vivirán en países con escasez moderada o severa de agua.



“Para un bienestar básico, cada persona necesita mínimo 2.000 metros cúbicos de agua al año. Los habitantes de las tierras secas tienen acceso a tan solo 1.300 metros cúbicos y todo apunta a que esta disponibilidad decrecerá”.

Organización de las Naciones Unidas.

⬇️ DESAFÍOS DE ENTORNOS URBANOS ASOCIADOS AL AGUA

Los problemas de las aguas urbanas condicionan el desarrollo socioeconómico sostenible, por lo tanto, es de vital importancia conocer los desafíos que actualmente tienen las ciudades respecto a la gestión de este recurso hídrico, con el fin de incentivar y acelerar iniciativas que aporten soluciones:



El 26% de la población global no dispone de servicios de agua potable y el 58% de las personas no cuenta con servicios de saneamientos seguros, según la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (OMS/UNICEF, 2017). Esto se debe al rápido crecimiento de las ciudades, a la falta de infraestructura adecuada, a la ineficiencia en la gestión de los servicios o las desigualdades en el suministro.



Cuatro de cada 10 personas sufren de escasez de agua. En algunas regiones esta escasez se ha intensificado por sequías y precipitaciones poco frecuentes. Según la OMS, se llega al índice de escasez cuando el suministro de agua está por debajo de 1.000 metros cúbicos anuales por persona, un poco menos de media piscina olímpica.



Los desastres naturales relacionados con el agua son aproximadamente el 90% del total de los que se generan alrededor del mundo, según la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR por sus siglas en inglés).



Cerca del 80% de las aguas residuales, en el mundo, fluyen hacia los ríos, lagos y zonas costeras sin haber pasado por un sistema de tratamiento o sin ser reutilizadas,

según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés, 2017)

Las iniciativas que ayuden con la concientización del uso eficiente, la reutilización del recurso de forma segura y a acceder a fuentes de agua mejoradas, incrementarán el bienestar humano y permitirán que se reduzca la presión actual sobre los recursos de agua potable. De esta manera se protege la salud humana y se ayuda a la conservación del medioambiente.

📌 AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE FRENTE A LOS DESAFÍOS HÍDRICOS

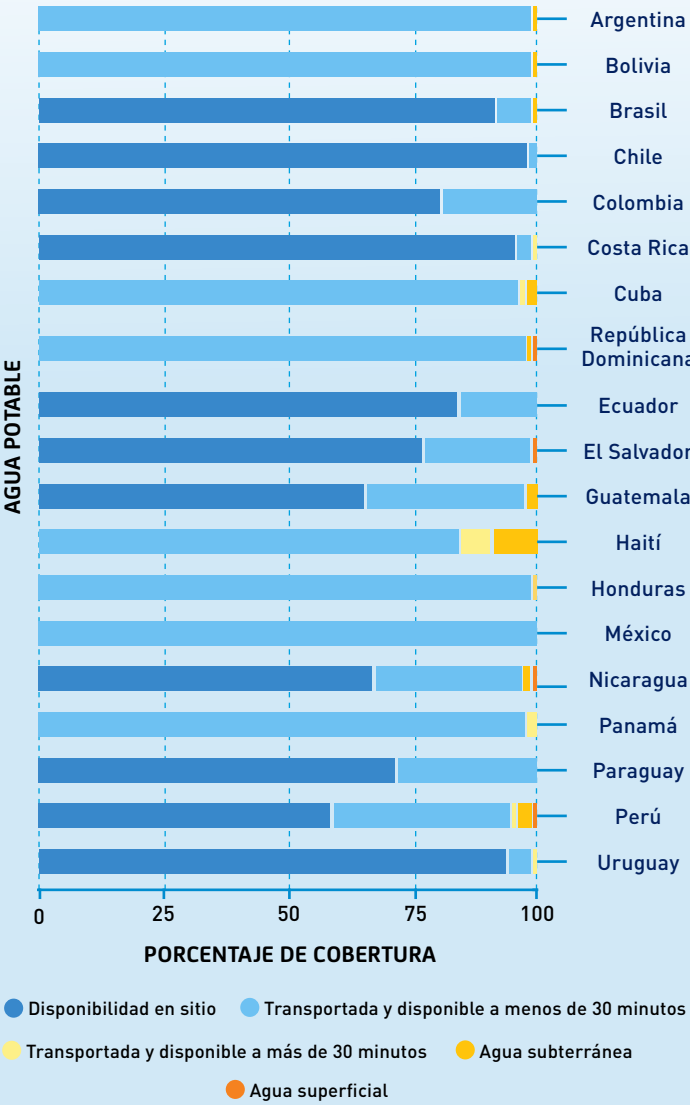
América Latina y el Caribe se caracterizan por contar con abundantes fuentes de agua dulce y por la gran dependencia a este tipo de ecosistemas. Países como Chile y Uruguay tienen en sus zonas urbanas cobertura casi completa de suministro de agua potable, siendo Chile un caso único, ya que el abastecimiento a zonas urbanas, a nivel nacional, es del 100%.

Aunque en Latinoamérica el 98% de la población urbana tiene acceso al agua (sea potable o no) y el 84% al saneamiento, en algunas ciudades aún se presentan problemas de contaminación de sus fuentes, deficiencias en la cobertura de agua potable y saneamiento, escasez del recurso y aumento en la severidad de desastres naturales. El Caribe, por su parte, es una zona donde estos desafíos se

intensifican, pues su ubicación geográfica lo hace vulnerable a fenómenos naturales como huracanes y tornados. Esta región depende en gran medida del agua lluvia, tiene altas tasas de consumo y genera una gran cantidad de aguas residuales (en su mayoría provenientes del turismo).

Ante la necesidad de superar estos desafíos, en América Latina y el Caribe se realizan pequeñas y frecuentes acciones con gran impacto. Ejemplos de esto son Chile y Argentina: en la capital del país austral se canalizan las aguas residuales hacia plantas de tratamiento y mediante un colector subterráneo que las recibe se evita que sean descargadas en el río Mapocho; mientras que en Buenos Aires se regula y disminuye el vertimiento de aguas residuales en los ríos a través de un pretratamiento.

Fuentes de acceso de agua potable de la población urbana de diferentes países de América Latina y el Caribe



FUENTE: <https://washdata.org/data/household#/>



📌 Abastecimiento de agua potable en las ciudades

Históricamente, el hombre ha logrado adaptarse a las diferentes características geográficas existentes y ha desarrollado técnicas de irrigación y abastecimiento para asegurar el suministro de agua y transportarla desde cientos de kilómetros hacia centros poblados. Independientemente de qué tan desarrollada sea cada ciudad, el objetivo es el mismo: la gestión eficiente del recurso para garantizar la seguridad del agua potable y el saneamiento básico para todos de forma sostenible.

En muchos casos las diferentes fuentes de abastecimiento se combinan y se complementan para realizar un eficiente suministro del recurso hídrico para consumo humano.

📌 ABASTECIMIENTO CONVENCIONAL
Por medio de aguas subterráneas (acuíferos)

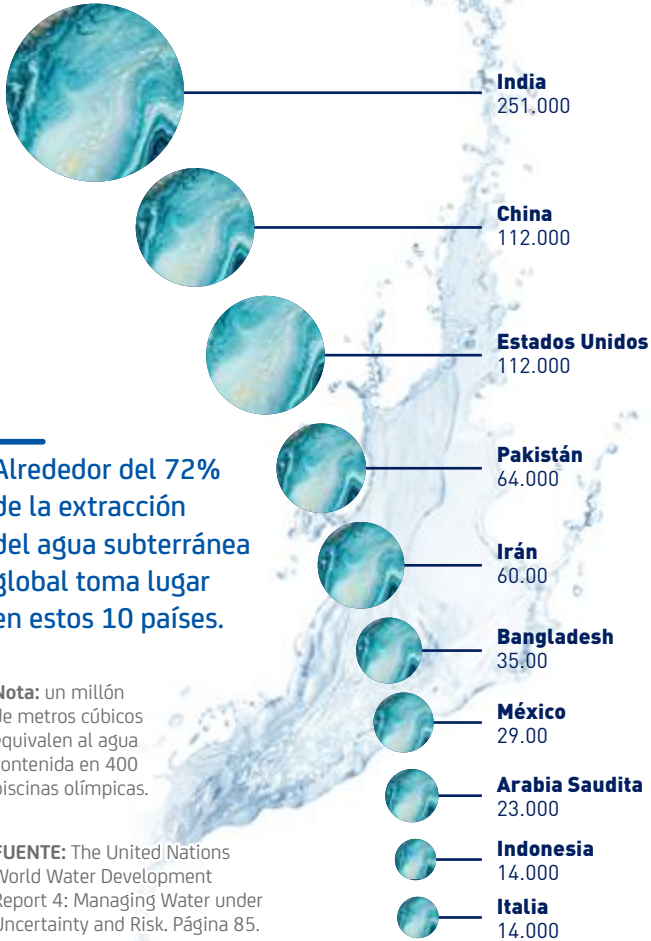
El acceso y uso del agua subterránea se ha tecnificado e intensificado en el último siglo como respuesta al crecimiento de la población —al menos el 50% del agua potable del mundo proviene de fuentes subterráneas—, de esta manera se posibilita el establecimiento de personas en zonas de baja precipitación y escorrentía. Este tipo de abastecimiento es fuente del recurso para megaciudades como Bangkok, Pekín, Ciudad de México, Buenos Aires, Londres, El Cairo, entre otras. En el caso de Ciudad de México, el abastecimiento por agua subterránea satisface aproximadamente el 66% del consumo de la población.

El agua subterránea se puede aprovechar por medio del afloramiento natural como en el caso de los manantiales o de la extracción artificial, la cual se realiza mediante sistemas de captación vertical (pozos artesanales o de bombeo de agua) y horizontal (drenes horizontales que funcionan por gravedad).

Por medio de aguas superficiales (ríos y lagos)

La captación de agua superficial se hace mediante estructuras construidas a nivel del terreno. Los sistemas de almacenamiento de aguas superficiales permiten que el agua esté disponible la mayor parte del tiempo y pueda usarse posteriormente. Entre las principales opciones para la recolección y almacenamiento están las presas y los embalses, al igual que estructuras más pequeñas como centrales hidroeléctricas, pozos, estanques y canales.

10 países que más extraen agua subterránea (millones de metros cúbicos por año)
Datos de los años 2010 y 2011



Nota: un millón de metros cúbicos equivalen al agua contenida en 400 piscinas olímpicas.

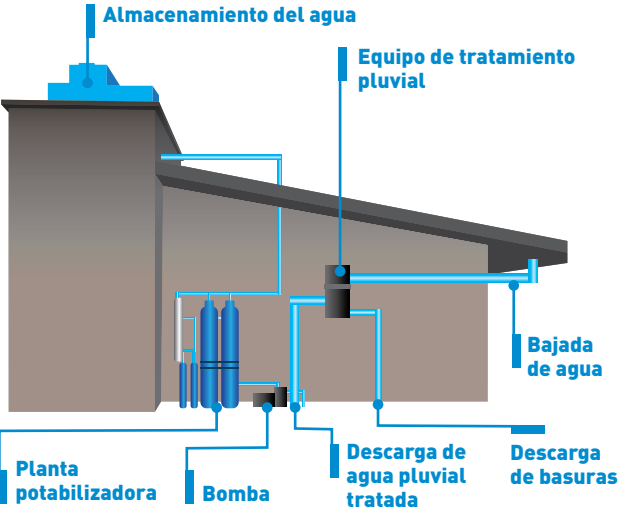
FUENTE: The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. Página 85.

 ABASTECIMIENTO NO CONVENCIONAL

Adicional al abastecimiento de agua por medio de fuentes subterráneas y superficiales, existen otros métodos de abastecimiento no convencionales que, en algunos casos, permiten equilibrar la demanda de agua y diversificar en fuentes de extracción, lo cual contribuye con la reducción de la degradación ambiental.

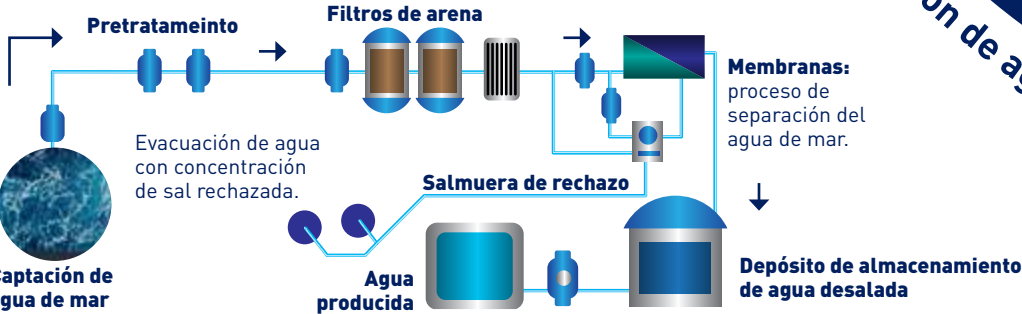
Con el tiempo el uso del agua lluvia se incrementó en los centros urbanos. La captación normalmente se realiza mediante techos u otras superficies impermeables a escalas pequeñas. Ciudades como Ginebra y Berlín cuentan con legislaciones para la captación de agua en los techos y el uso de escorrentías para prevenir inundaciones y controlar el uso y reúso del agua.

Proceso de captación de agua lluvia



En zonas costeras, áridas o aisladas como las pequeñas islas, esta es la única opción para el suministro del líquido. El agua de mar para convertirse en agua potable pasa por un proceso de tratamiento conocido como desalinización, que consiste en la separación de sales y otras impurezas contenidas en el agua. Antofagasta, en Chile, es una ciudad ubicada en el desierto más árido del mundo, ahí la planta de tratamiento proporciona aproximadamente el 80% de su agua potable.

Proceso de desalinización



Por medio de captación de agua de la niebla

Esta captación es posible en zonas con niebla densa constante. Se realiza por medio de paneles conformados por mallas donde el agua en suspensión choca y luego se desplaza hacia la base del panel para ser conducida a un tanque de almacenamiento. Este sistema se emplea, principalmente, en poblaciones pequeñas. La captación más grande se encuentra en Monte Boutmezguida, Marruecos, donde los atrapanieblas producen, aproximadamente, 6.300 litros de agua al día para abastecer a la comunidad.

Atrapanieblas

Receptor del agua (canalón) que baja por gravedad



Red que atrapa niebla, compuesta por hilos que captan el agua

FUENTE: Nicole Saffie

La disponibilidad del recurso hídrico (cantidad y calidad) y los procesos de urbanización se encuentran iterando en un ciclo continuo, pues al mismo tiempo que la sostenibilidad de los asentamientos urbanos se está viendo afectada por la falta del recurso, las fuentes de agua y su ciclo natural están siendo alterados por las actividades humanas y los efectos del cambio climático antrópico.

Un correcto aprovechamiento de las aguas residuales requiere tratamientos que garanticen a los usuarios agua con calidad suficiente para su seguridad. Como ejemplo están las aguas residuales crudas provenientes de Ciudad de México, utilizadas para el regadío del suelo en el Valle del Mezquital, zona dedicada a la agricultura. Su uso ha permitido el incremento en la recarga del acuífero. Además, promueve la recuperación de las aguas residuales, y reduce la contaminación del agua en zonas urbanas.

Algunos usos de las aguas residuales



⬇️ GESTIÓN DEL RIESGO HÍDRICO DERIVADO DE LA URBANIZACIÓN

La extracción de agua para uso urbano es menor (10%) en comparación a la que usan sectores como el agrícola (70%) o industrial (20%). Sin embargo, el aumento de la población y de los asentamientos urbanos genera modificaciones en el uso del suelo y un impacto en la demanda de agua que conlleva a diversos riesgos.

Sequías, inundaciones, contaminación y sobreexplotación son algunos de los riesgos hídricos en las ciudades. El incremento en la cantidad y severidad de estos conlleva a la necesidad de garantizar la correcta gestión del riesgo a través del desarrollo de políticas relevantes, planes de acción, búsqueda de nuevas alternativas tecnológicas y ambientales, así como de educación a la población.



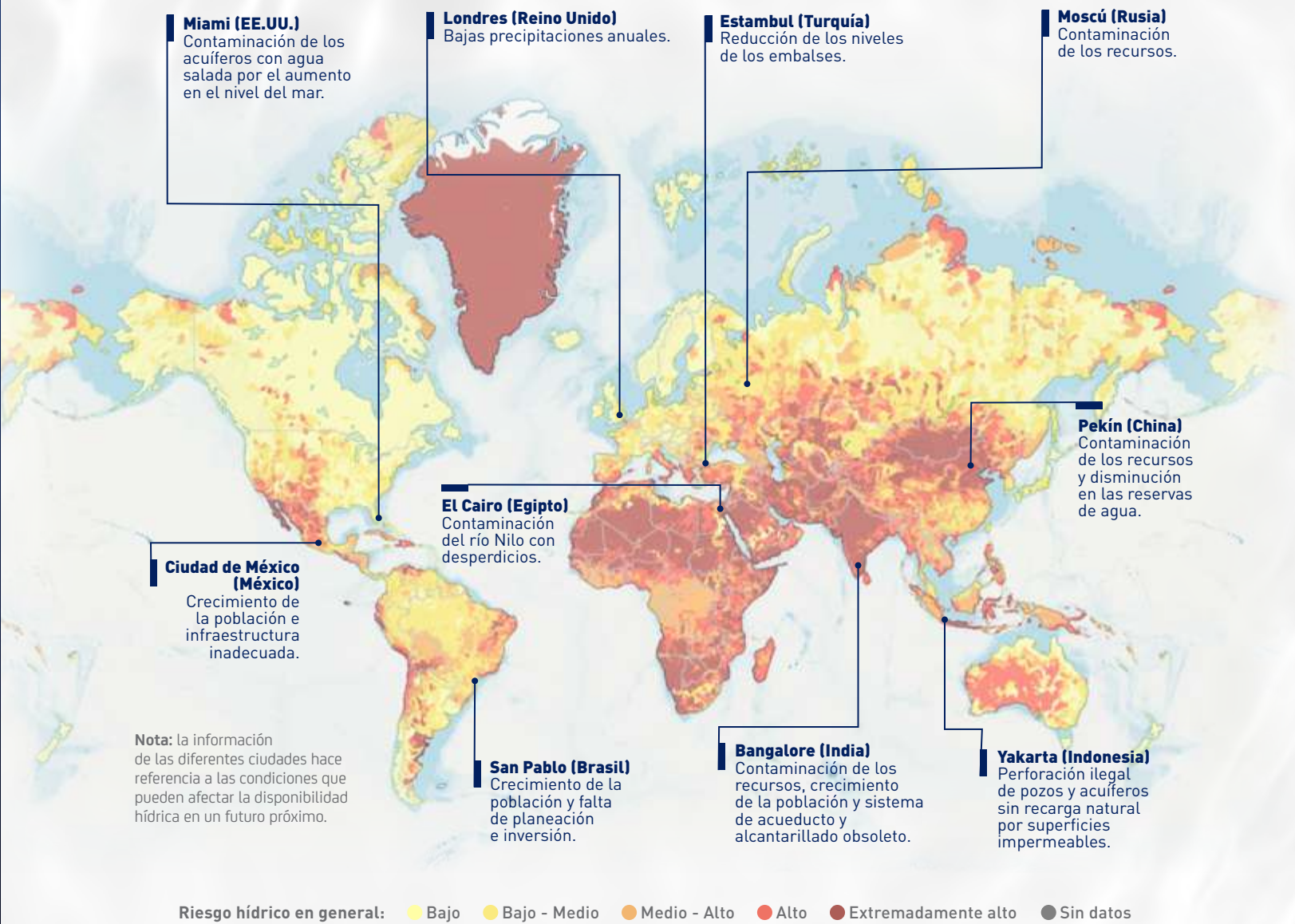
⬇️ RIESGOS EMERGENTES, RESILIENCIA Y SOSTENIBILIDAD

Escasez de agua

La escasez de agua es la demanda insatisfecha por la ausencia física del recurso (escasez física) que se da, en gran parte, por la alteración del suministro o de la calidad del agua que generan las actividades humanas. Sin embargo, la carencia en las ciudades, más allá de la ausencia física del agua, también puede ser el resultado de la ineficiente gestión y la falta de infraestructura necesaria para la prestación de los servicios (escasez económica). Factores como el crecimiento de la población hacen que la demanda del recurso aumente en el tiempo y que la escasez sea cada vez más común.

Tokio es una ciudad con altas posibilidades de sufrir escasez, sin embargo, ha tomado medidas para mitigar la ausencia del recurso como el aprovechamiento de la temporada de lluvia, gracias a la adaptación de diversos edificios públicos y privados con sistemas de recolección y utilización de agua lluvia. Esta ciudad es un ejemplo que se debe seguir y abre la visión de que aún hay muchas acciones por implementar para evitar el agotamiento y desperdicio del agua.

Riesgo hídrico actual a nivel mundial y factores que pueden agravar la situación

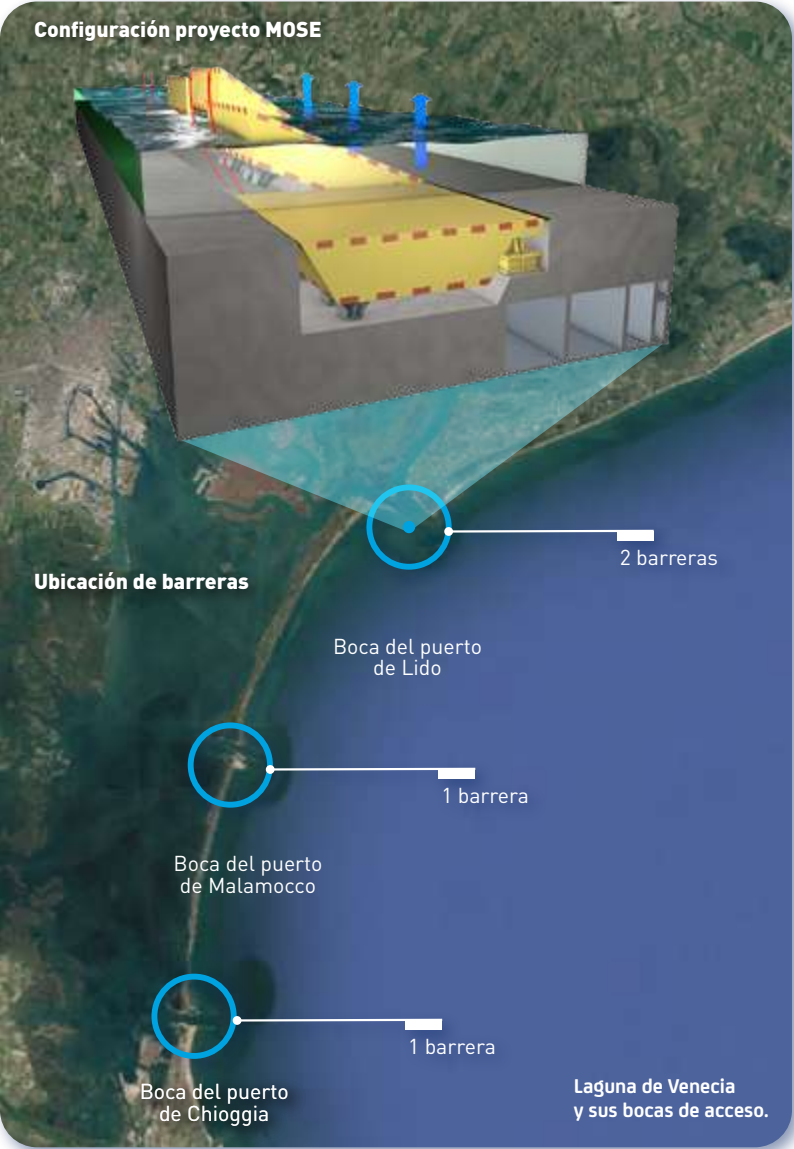


FUENTE: <https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/#/?>

Sistemas resilientes

Existen ejemplos de ciudades que han implementado diversos sistemas y actividades con el fin de responder positivamente ante el riesgo hídrico y posibilitar la capacidad de ser resilientes ante estos.

Sistema de protección contra inundaciones: la susceptibilidad de Venecia a las inundaciones ha generado que esta ciudad busque diferentes sistemas de protección, el más reconocido e importante es MOSE (del italiano Modulo Sperimentale Elettromeccanico), un sistema que consiste en 4 barreras conformadas por 78 puertas móviles que aislarán la laguna en casos de marea alta. Se estima que las barreras alcanzarán a proteger de mareas de hasta 3 metros de altura y la activación de su funcionamiento dependerá de los registros del nivel del agua medidos de forma continua y directa. Adicionalmente, MOSE consta de sistemas enfocados en defensas locales como la instalación de puertas en los canales y la elevación de los muelles. Actualmente, existen redes de conocimiento internacionales como I-STORM, compuesta por países con sistemas de protección similares a MOSE y cuyo objetivo es mejorar la gestión y operación para disminuir el riesgo de inundaciones.



Waternet o tuberías inteligentes: estas tuberías inteligentes están compuestas por sensores puestos en las redes que facilitan la gestión del ciclo del agua. Las empresas proveedoras de este servicio ofrecen soluciones de *software* donde se detectan de forma temprana anomalías en el sistema, se realiza el análisis de datos y se gestionan los eventos e incidentes que impliquen daños en la red como bloqueos, fugas, faltas de presión u otros inconvenientes. Lo anterior con el fin de realizar los mantenimientos y reparaciones pertinentes, evitar pérdidas en el sistema e interrupciones en el abastecimiento. La gestión adecuada del recurso hídrico se evidencia de forma directa en el ahorro de agua, la disminución en los costos y la prevención de inundaciones.



Urbanismo sostenible

El urbanismo sostenible busca responder a las necesidades básicas y convertir las ciudades en zonas más habitables para todas las personas. Esto se está logrando gracias a las capacidades de la ingeniería y a las nuevas tecnologías, dentro de las cuales se encuentran herramientas innovadoras que permiten el correcto uso y reúso del agua como los sistemas híbridos de tratamiento naturales y avanzados, los sistemas de filtración por membranas, la tecnología electroquímica y la nanotecnología, las cuales permiten alcanzar la calidad necesaria mediante la eliminación de contaminantes.

Adicionalmente, existen medidas que le apuestan al urbanismo sostenible como la implementación de plataformas, que permiten la gestión de las redes de abastecimiento de agua mediante el uso de infraestructura, tecnologías inteligentes y sensores que permiten el control en la calidad del agua, en el consumo de los usuarios y en el estado de todas las redes.

En esencia, el continuo desarrollo de las ciudades implicará que la mayoría de los seres humanos se

concentren en estos espacios, por tal razón, para lograr que el planeta sea sostenible, es indispensable que las ciudades también lo sean. Actualmente los asentamientos urbanos son ejemplo de modelos insostenibles, sin embargo, la correcta planificación y gestión de los recursos hídricos, las diferentes tecnologías que han venido surgiendo, las fuentes alternas de agua y los instrumentos de educación y concientización ciudadana son el camino para lograr un desarrollo urbano sostenible.

El reto no solo está en lograr la satisfacción de las necesidades básicas humanas como el abastecimiento de agua potable y saneamiento, también está en lograrlo asegurando el cuidado y conservación de los ecosistemas relacionados con el agua. Asimismo, es importante entender que las acciones de cada ser humano frente al uso y manejo del recurso tienen grandes efectos; cambiar hábitos básicos en general sobre todos los posibles usos que le damos al agua, puede llegar a tener mayores impactos que la implementación de tecnologías a corto plazo.

FUENTES

Andrea Milena Jaramillo Rivera. Ingeniera Civil especialista en Ingeniería Sismo-Resistente de la Universidad EAFIT. Tiene experiencia en diseño estructural de edificaciones y actualmente hace parte del equipo de Geociencias de Suramericana, desempeñándose en temas relacionados con tendencias y riesgos geofísicos.

Victoria Luz González Pérez. Ingeniera Civil de la Universidad de Medellín. Especialista y M. Sc. en Ingeniería Sismo-Resistente de la Universidad EAFIT. Trabajó como directora de diseño estructural en una firma de consultoría durante doce años. Desde 2015 trabaja para Suramericana S. A. Actualmente se desempeña como directora de riesgos geofísicos de la Gerencia de Geociencias.



HAZ CLIC AQUÍ
para conocer las referencias de este artículo.

La revista *Geociencias SURA* cuenta con un equipo de trabajo especializado que apoya las actividades de redacción, edición y diseño, conformado por fuentes internas de Suramericana e investigadores externos ampliamente reconocidos en el mundo, en temas relacionados con las interrelaciones de la naturaleza con los diferentes aspectos estratégicos de las empresas y la sociedad.

FUENTES INTERNAS

Elizabeth Cardona Rendón

Gerente de Geociencias Suramericana S. A.

Equipo de Geociencias Suramericana S. A.

Andrea Jaramillo Rivera
Juan Pablo Restrepo Saldarriaga
Juan David Rendón Bedoya
Lizeth Rodríguez Moreno
Luisa Fernanda Vallejo Giraldo
María José Barrera
Santiago Victoria Domínguez
Sebastián Ospina Porras
Victoria Luz González Pérez

CONCEPTUALIZACIÓN, ARQUITECTURA GRÁFICA, EDICIÓN PERIODÍSTICA Y PRODUCCIÓN

Taller de Edición S. A.

Dirección

Adelaida del Corral Suescún

Edición

Natalia Mesa Jaramillo

Periodista

Ximena Serrano Gil

Diseño

Andrés Gómez Calle

Imágenes

Shutterstock, Taller de Edición, Suramericana,
Geosura, Nasa

FUENTES EXTERNAS

Héctor Maureira C.

Ingeniero civil ambiental de la Universidad de La Serena, Chile. Ha sido consultor en materia de recursos hídricos para organismos nacionales e internacionales. Actualmente es investigador del Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (Cazalac).

Polioptro F. Martínez Austria

Ingeniero civil del Instituto Politécnico Nacional en México, PhD. y M.Sc en Ingeniería Hidráulica de la Universidad Autónoma de México. Profesor en la Universidad de las Américas Puebla. Ha trabajado en la Comisión Nacional de Agua, y asesorado a entidades del Estado y de la iniciativa privada en temas del agua. Su principal campo de interés es la gestión de los recursos hídricos, en donde ha estudiado efectos del cambio climático en los recursos hídricos.

Shawn Marshall

Glaciólogo y climatólogo de la Universidad de Calgary, Canadá. Es licenciado en Ingeniería Física de la Universidad de Toronto y tiene un Ph.D en Geofísica de la Universidad de Columbia Británica. Actualmente está adscrito en comisión de servicio al Gobierno de Canadá, donde se desempeña como asesor científico principal en el Departamento de Medio Ambiente y Cambio Climático.

LAS EMPRESAS PUEDEN ENCONTRAR NUEVAS Y DIFERENTES OPCIONES

A partir de la lectura particular de las megatendencias, con lo que es posible generar oportunidades para su competitividad y sostenibilidad, pues son fuerzas globales de transformación paulatina con un fuerte impacto en las sociedades, las organizaciones y el medioambiente.

Es nuestra intención, como Gestores de Tendencias y Riesgos, acompañar a esos clientes que buscan anticiparse al entorno.

Descarga el libro de Megatendencias de SURA en:
segurossura.com/acerca-de-suramericana/conocimiento-especializado/



Vive la cultura

RESTREPO

Sin título. 1991

Acrílico sobre seda