

EL AGUA: FACTOR ESTRATÉGICO PARA LA PRESERVACIÓN DEL PLANETA, LOS SERES VIVOS Y LAS ACTIVIDADES

Marcela Aguirre¹ – Griselda Lassaga² – Gustavo Tapia³

RESUMEN

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta. Se la encuentra en océanos, lagos, ríos, en el aire, en el suelo, así como en ecosistemas subterráneos, dado que es la única sustancia que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso. Alrededor del 97% del agua que existe en la Tierra es salada por lo cual no es apta para el consumo humano; y el agua dulce disponible que se encuentra en los lagos, ríos y la proveniente de las lluvias no supera al 1 % del total. Si colocáramos toda el agua que existe en el planeta dentro de una cubeta, el agua dulce que puede ser utilizada por los seres vivos equivaldría a lo que cabe en una cuchara pequeña. Este recurso estratégico, posee propiedades únicas que la hacen esencial como fuente y sustento de toda forma de vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Sin embargo, a dos décadas de iniciado del Siglo XXI, con alrededor de 6.000 millones de personas habitando el Planeta la Humanidad se enfrenta con una grave crisis del agua, que según los estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), continuará agravándose en la medida que no se implementen acciones correctivas poniendo en riesgo el bienestar de las generaciones venideras. En el presente artículo se abordan los aspectos centrales de la cuestión, realizando una revisión sobre necesidades, consumo, usos y aplicaciones del agua, sobre conflictos, controversias y crisis de carácter ecuménico, y sobre tecnologías aplicadas a la gestión de recursos hídricos en pos de propuestas y soluciones.

Palabras claves: recurso hídrico – sustentabilidad – ecosistema – gestión humana – preservación

Código JEL: Q2 Recursos renovables y conservación; Q25 Agua

SUMMARY

Water covers more than 70% of the planet's surface. It is found in oceans, lakes, rivers, in the air, in the soil, as well as in underground ecosystems, since it is the only substance found in the atmosphere in liquid, solid and gaseous states. Around 97% of the water that exists on Earth is salty, making it unsuitable for human consumption; and the available fresh water found in lakes, rivers and from rain does not exceed 1% of the total. If we placed all the water that exists on the planet in a bucket, the fresh water that can be used by living beings would be equivalent to what fits in a small spoon. This strategic resource has unique properties that make it essential as a source and sustenance of all forms of life, contributes to regulating the world's climate and shapes the Earth with its formidable force. However, two decades into the 21st century, with around 6 billion people inhabiting the Planet, Humanity is facing a serious water crisis, which according to studies carried out by the United Nations (UN), will continue. worsening to the extent that corrective actions are not implemented, putting the well-being of future generations at risk. This article addresses the central aspects of the issue, conducting a review of needs, consumption, uses and applications of water, conflicts, controversies and crises of an ecumenical nature, and technologies applied to the management of water resources in pursuit of proposals and solutions.

Keywords: water resource – sustainability – ecosystem – human management – preservation

JEL code: Q2 Renewable resources and conservation; Q25 Water

¹ Dr. (c) (UBA) – Docente e investigadora (UB – UBA) – Mg en Economía Social (UNR)

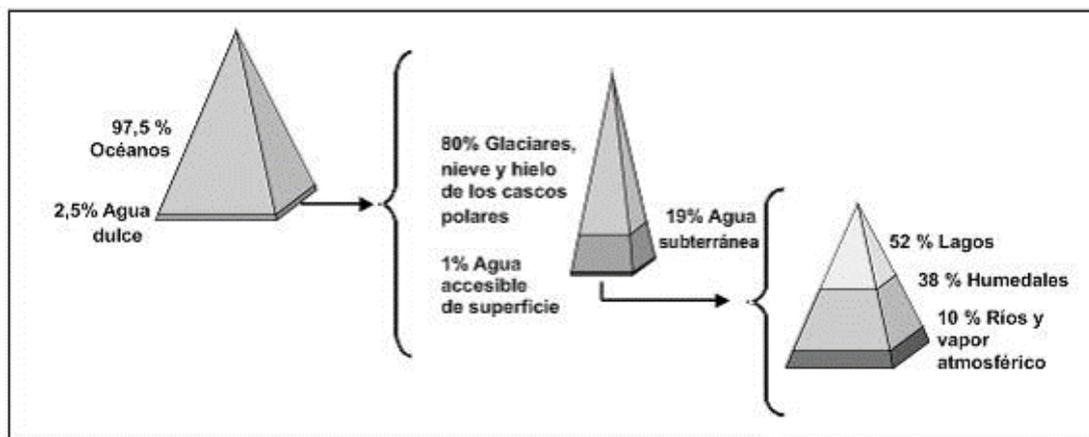
² Doctora en Sociología y MBA (UB), Máster en RSE y Liderazgo sostenible (OBS-Univ. de Barcelona). Experta en sostenibilidad.

³ Doctor y Posdoctor (UBA) – Docente e investigador (UB – UBA) – MBA (UBA) – Ma Estrategia y Geopolítica (ESG)

Aguirre, M. ; Lassaga, G. ; Tapia, G. *El agua: factor estratégico para la preservación del planeta, los seres vivos y las actividades*, 82-94.

I. SOBRE EL AGUA: EN LA VIDA Y LAS ACTIVIDADES. Revisión sobre necesidades, consumo y aplicaciones en el siglo XXI

Como mencionamos, el agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima (Fernández Cirelli, 2012). Los océanos dan cuenta de casi el 97,5 % del agua del planeta. Únicamente un 2,5% es agua dulce. Los glaciares, la nieve y el hielo de los cascos polares representan casi el 80% del agua dulce, el agua subterránea 19% y el agua de superficie accesible rápidamente sólo el 1%. Esta baja cantidad de agua de superficie fácilmente accesible se encuentra principalmente en lagos (52%) y humedales (38%).



Distribución del agua. Fernández Cirelli (2012)

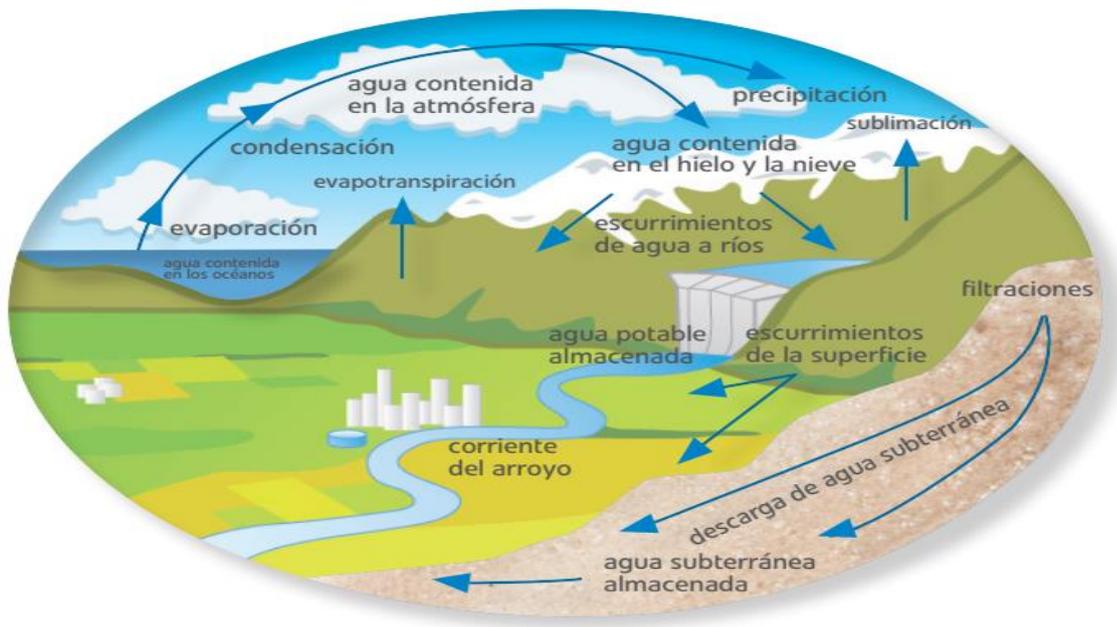
El agua es un recurso renovable pero finito. Se calcula que al año se evaporan aproximadamente 505.000 km³ de agua de los océanos. Sin embargo, la mayor parte se precipita nuevamente sobre los mismos océanos, no pudiendo ser utilizada como recurso de agua dulce. La precipitación anual sobre tierra firme se estima en 120.000 km³. Ese movimiento masivo del agua, esencialmente causado por la energía del sol se conoce como ciclo hidrológico. Este ciclo es un proceso complejo que incluye la precipitación, el escurrimiento, la evapotranspiración y la infiltración.

El ejercicio y buena práctica de la sustentabilidad implica necesariamente conocer todas las fases de este ciclo y para ello, además de utilizar y distribuir de manera eficiente el agua dulce, se debe salvaguardar el estado de la cuenca de captación y las aguas subterráneas y dar tratamiento y eliminación a las aguas de desecho.

El agua posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Está presente en las tres fases: sólida, líquida y gaseosa dentro de los límites de temperatura y presión naturales en la tierra. Posee una gran capacidad calorífica, absorbiendo una gran cantidad sin aumentar tanto la temperatura, por lo que esta propiedad protege a los organismos acuáticos de las variaciones abruptas. El agua, se expande cuando se congela, lo que posibilita que el hielo flote, razón por la cual puede fundirse más fácilmente. Su alta constante dieléctrica favorece la solución de sustancias iónicas potenciando la ionización y su alto calor latente de fusión, estabiliza la temperatura de los cuerpos de agua en el punto de congelación. Adicionalmente, el alto calor de vaporización influye en la transferencia de calor entre los cuerpos de agua y la atmósfera. Vale mencionar como una propiedad de significación, a la alta tensión superficial, dado que como el

agua es pegajosa y elástica, tiende a unirse en gotas en lugar de separarse en capas delgadas y finas. Este proceso conlleva al movimiento del agua, disolviendo sustancias a través de por ejemplo las raíces de las plantas y los vasos sanguíneos de nuestro cuerpo.

La unidad funcional más relevante del agua es la cuenca hidrográfica. Esta regula la transformación de la lluvia en el caudal de los cursos de agua. Esta transformación depende de las características del territorio y de los usos que de él se hacen. La lluvia circula libremente por la superficie del terreno, llegando a los ríos y al mar, pero también se infiltra en el subsuelo hasta llegar a zonas del terreno saturadas de agua, que conforman acuíferos que drenan en fuentes y manantiales o que se explotan mediante pozos. Una parte del agua vuelve a la atmósfera por la evaporación y por la transpiración de las plantas. Las escalas temporales de lluvias tienen una dinámica particular que afectan el territorio y el clima. Del mismo modo, estos últimos también influyen en el ciclo hidrológico.



Ciclo Hidrológico del agua – Pérez Foquet – Jiménez (2011)

Entre los usos del agua, destacamos, los naturales y los antrópicos. Entre los primeros, contamos con el mantenimiento de los ríos, de las plantas, de los ecosistemas, del transporte de sedimentos y las reservas naturales. Entre los segundos, el aprovisionamiento doméstico, la recreación, la agricultura, la ganadería, la minería, la industria, la energía hidroeléctrica y el paisajismo. Señalamos, que son las actividades antrópicas las que afectan el equilibrio de la naturaleza y los cielos por cuanto aceleran la pérdida de la biodiversidad por el calentamiento global, la desertización y/o la contaminación de océanos y ríos. Algunos ejemplos son: ejemplo: Los efectos de la urbanización y la construcción, la tala indiscriminada de bosques y las emisiones de CO₂.

Consumo de agua para la sostenibilidad de la vida humana y la biodiversidad.

La demanda de agua ha aumentado seis veces en el siglo pasado, mientras que la población mundial durante el mismo período se ha triplicado. Poblaciones crecientes, y los más ricos, consumen más alimentos, energía y bienes materiales. Entre ahora y el 2050, se espera que la demanda de alimentos aumente en un 70% y la demanda de la energía hidroeléctrica y otras fuentes renovables de energía crezca en un 100%. Al ir aumentando la demanda de agua, las reservas de agua subterránea y superficial están siendo agotadas más rápido de lo que pueden reponerse. El aumento en el uso de los recursos hídricos tiene un costo elevado para el medio ambiente que conduce a la pérdida de la biodiversidad y la degradación de los ríos, acuíferos y

humedales. La contaminación del agua dulce - por la industria, desechos sólidos y aguas residuales - es otro factor que agrega estrés sobre los recursos hídricos.

Usos en Procesos Productivos y de Servicios.

Ante la problemática del cambio climático y sin una mejora significativa de la gestión de recursos hídricos a nivel mundial, no es factible garantizar el desarrollo sostenible hacia 2030. La creciente escasez del recurso agua provoca que sea imprescindible saber qué lugares disponen de agua, cuáles no, y de qué manera se utiliza.

Resumiendo, los usos y aplicaciones del agua en procesos productivos, industriales y empresariales son actividades: i) primarias, como las agropecuarias, pesqueras y mineras; ii) secundarias, como las energéticas, industriales y de construcción; iii) terciarias, como servicios, comercio, transporte y comunicaciones; iv) las relacionadas con la salud y protección del ecosistema.

Seguridad hídrica: un doble desafío.

La seguridad hídrica debería ser foco de los esfuerzos de la comunidad mundial. En primer lugar, la cantidad y la calidad del agua deberían ser suficientes para cumplir las necesidades humanas y las exigencias medioambientales y, en por otro lado los riesgos relacionados con el agua para las sociedades, las economías y los ecosistemas se deberían circunscribirse a límites razonables: No solo se trata de garantizar que haya agua suficiente, sino también de gestionarla de manera eficaz cuando ésta es de mala calidad, (Sadoff, 2016). El enfoque de la *contabilidad de los recursos hídricos*, posibilita conocer en que lugares se dispone del recurso, en cuales no y de qué manera se utiliza y contribuye a definir un balance hídrico sostenible, que proporcione una base empírica para desarrollar una gobernanza equitativa y transparente de los recursos hídricos.

La seguridad hídrica es el objetivo principal de las inversiones en agua. Downey S (2018), se pregunta si: “¿son las inversiones en agua las que impulsan el crecimiento económico o es el crecimiento económico que impulsa las inversiones en agua?” En la mayoría de los casos, la seguridad hídrica es un factor de crecimiento y un requisito previo para la inversión empresarial. Sin embargo, en algunos lugares una buena gestión del agua es consecuencia del crecimiento. La mejora en el abastecimiento de agua y saneamiento promueve el crecimiento económico. Entonces, hay una relación simbiótica entre la seguridad hídrica y el crecimiento, motivo por el cual el enfoque a adoptar debe ser integral, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas.

Por su parte, los estudios de Sadoff (2015) demuestran que aunque la mayoría de los países ricos del mundo no están tan expuestos actualmente a los retos de la seguridad hídrica, la creciente globalización provocará que los problemas que antes se consideraban locales cada vez más se perciban como retos regionales o globales. Asimismo, sostiene que los países cuya economía depende de la agricultura suelen ser los más afectados por las inundaciones o la escasez de agua, por lo cual tendrán que reflexionar en cómo diversificar su economía, transitando del centro de la agricultura a una menor dependencia del agua. Este es un claro llamado de atención a los actores de la economía global.

La huella hídrica.

El agua virtual (AV) representa el cálculo de la cantidad total de agua que se requiere para obtener un producto, lo cual incluye el agua utilizada durante el cultivo, el crecimiento, procesamiento, fabricación, transporte y venta de los productos. Para cada alimento y producto agrícola o industrial se puede calcular el contenido de agua virtual y se dice que es virtual porque no está presente en los productos finales. La huella hídrica (HH) es un indicador de toda el agua que utilizamos en nuestra vida diaria; para producir nuestra comida, en procesos industriales y generación de energía, así como la que ensuciamos y contaminamos a través de esos mismos procesos. Este indicador nos permite conocer la cantidad de agua que aprovecha una persona, un grupo consumidores, una región, país o toda la humanidad.

La HH considera únicamente el agua dulce y se conforma de 4 componentes básicos: I) volumen; II) Color – Clasificación; III) Lugar de origen; IV) Momento de extracción.

La HH se calcula como el consumo doméstico de los recursos hídricos, menos las exportaciones de agua virtual, más las importaciones de agua virtual.

Para un producto, es el contenido total de agua azul, verde y gris involucrada en toda la cadena de procesos de elaboración de este. La HH de una persona se obtiene de sumar la HH de todos los productos, bienes y servicios que consume y utiliza. La HH de producción de un país se obtiene de sumar el agua verde, azul y gris en todos sus procesos productivos agropecuarios, así como el agua azul y gris de los industriales y domésticos.

La huella hídrica considera la procedencia del agua y en función de ello, la clasifica en tres tipos o colores: azul, verde y gris. El agua azul, se refiere a la que se encuentra en los cuerpos de agua superficial -ríos, lagos- y subterráneos de determinada cuenca. El agua verde es la de lluvia almacenada en el suelo como humedad; se utiliza en agricultura y producción forestal a partir de procesos naturales de evapotranspiración del suelo. El agua gris, es agua contaminada durante un proceso, sopesando la cantidad de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes que contiene, contemplando las concentraciones naturales y los estándares locales de calidad vigentes del lugar.

II. CONFLICTOS Y CONTROVERSIAS SOBRE LA CRISIS MUNDIAL DEL AGUA

Al analizar los desafíos que desata la actual crisis del agua se pueden distinguir dos categorías de problemas según el informe de la ONU (2003) “*Agua para todos, Agua para la Vida*”.

Por un lado, existen los desafíos relacionados con la satisfacción de las necesidades básicas de los seres humanos y el bienestar de las comunidades y por el otro, aquellos concernientes a la gobernabilidad y la gestión de los recursos hídricos.

Los desafíos relacionados con la satisfacción de las necesidades humanas son:

- ✓ Proveer agua potable para consumo humano -se estima que cada persona necesita alrededor de 50 litros de agua potable por día para alimentarse y atender su higiene y bienestar personales.
- ✓ Proteger los ecosistemas en beneficio del planeta y de la población.
- ✓ Resolver necesidades divergentes provenientes del entorno urbano, VG. las habitacionales.
- ✓ Asegurar el suministro de alimentos para una población mundial creciente.
- ✓ Promover una industria más limpia en beneficio de todos.
- ✓ Utilizar la energía para cubrir las necesidades del desarrollo.

Disponibilidad y gestión sostenible – Naciones Unidas ODS 6.

La agenda de Naciones Unidas fija metas para el año 2030, importantes, imprescindibles, actuales y sobre todo decisivas y concluyentes para en base a la filosofía de la sustentabilidad, establecer una estructura -ampliamente ya debatida y aceptada-, para garantizar la utilización del recurso hídrico para los todos los seres vivos y para propender a la racionalidad en el uso eficiente en las actividades económicas que se llevan a cabo en el planeta.

Es probable que la crisis del agua tenga altas chances de empeorar salvo se emprenda inmediatas y significativas acciones correctivas, a fin de propender a la sostenibilidad para el

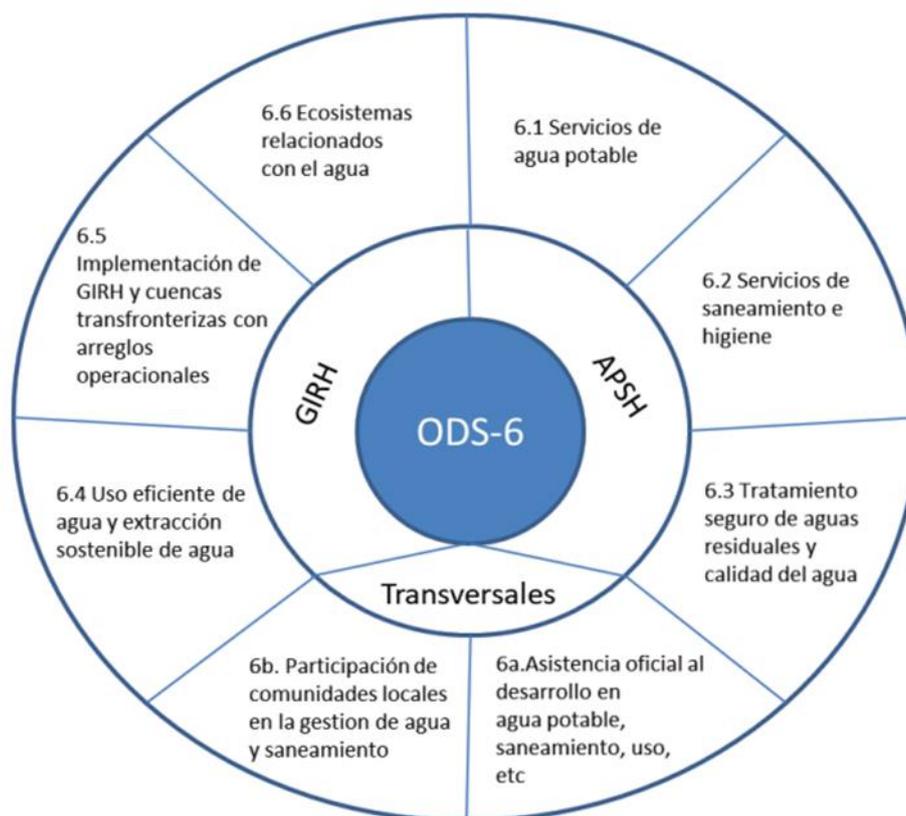
Aguirre, M. ; Lassaga, G. ; Tapia, G. *El agua: factor estratégico para la preservación del planeta, los seres vivos y las actividades*, 82-94.

mediano y largo plazo, como refiere las Naciones Unidas. En una gran cantidad de casos, se trata de una crisis de gestión sobre los recursos hídricos, esencialmente causada por el empleo de métodos, acciones y prácticas inadecuadas. Los mismos tienen repercusión negativa sobre la vida cotidiana de las poblaciones pobres. Son muchos millones de seres humanos, en el planeta, que sufren enfermedades relacionadas con el agua y o con la falta de saneamiento, como la potabilización y la red cloacal, que además afecta las necesidades básicas de alimentación. Adicionalmente, en el caso de las mujeres se exponen nuevos problemas a partir de la perspectiva de género al hacerlas responsables de la provisión de agua en los hogares.

La crisis que se exterioriza a partir del factor hídrico también afecta el entorno natural con el que se convive a diario, lo que convalida otras actitudes y comportamientos que los seres humanos deberán poner en práctica para una mejor calidad de vida propia y de sus generaciones.

La gestión del agua potable y el saneamiento corresponden al ODS Nro. 6. Se pretende garantizar la utilización del recurso hídrico para todos los seres vivos y promover la racionalidad en el uso eficiente en las actividades económicas que se llevan a cabo en el planeta. El ODS 6 persigue las siguientes metas:

- Acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible.
- Servicio de saneamiento e higiene accesible con atención específica sobre sectores vulnerables.
- Reducción de la contaminación -eliminación de vertimiento, descarga de productos químicos peligrosos, reducción de aguas residuales sin tratar, aumento del reciclado, reutilización en condiciones de seguridad-.
- Eficiencia para asegurar la extracción y el abastecimiento de agua dulce, haciendo frente al sufrimiento por escasez de este recurso.
- Contar con una metodología que integre la gestión de los recursos hídricos en todos los niveles, en particular, restableciendo los ecosistemas relacionados con el agua, los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.
- Ampliar la cooperación internacional y apoyar los programas sobre agua en materia de acopio, almacenamiento, desalinización, saneamiento, reciclaje y reutilización.
- Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.



Fuente: ODS 6 - Metas 1-2-3-4-5-6 – Naciones Unidas

Los corolarios formulados por la ONU, en línea con la denominada Economía Verde, ha potenciado las relaciones ecoeficientes en todas las actividades económicas a partir del conocimiento, las habilidades técnicas y una gestión de triple impacto efectiva y creadora de valor. Nuevos negocios aprovechando oportunidades beneficiosas y descartando o amenguando riesgos, pero bajo una concepción inclusiva y diversa, por geografía, cultura, clústeres y cadenas de valor y sistema de ciencia y tecnología

III. CASOS PARADIGMÁTICOS

De manera ejemplificativa y meramente enunciativa, en este apartado mencionamos situaciones a partir de las cuales es factible repensar la gestión del agua, que ponen en evidencia la significación que tiene este recurso para la vida de los seres vivos y para el sistema planetario.

❖ Mujeres como agentes de cambio en la crisis climática.

La equidad de género es aún una meta pendiente en múltiples contextos, siendo que esta cuestión sobrecarga de responsabilidad a las mujeres, se trate tanto en actividades vinculadas al entorno de la vida cotidiana como en la gestión del agua empleada en sectores productivos como los agrícolas.

“Lizz Welch, CEO de International Development Enterprises (iDE), una organización sin fines de lucro dedicada a trabajar en el campo de la agricultura y el desarrollo económico sostenible en países en desarrollo ha observado que las mujeres que ocupan posiciones de liderazgo tienden a adoptar una perspectiva más comunitaria y están más dispuestas a abordar los desafíos relacionados con el cambio climático.”⁴

⁴ Extraído de Liderazgo de las mujeres en la acción climática. Disponible en <https://mujereslideres.com.ar/2023/10/02/liderazgo-de-las-mujeres-en-la-accion-climatica/>

Aguirre, M. ; Lassaga, G. ; Tapia, G. *El agua: factor estratégico para la preservación del planeta, los seres vivos y las actividades*, 82-94.

Con frecuencia, estos desafíos se ven reforzados por estereotipos socio culturales, que muestran a las mujeres y al género femenino como la mayor responsable en el transporte y cuidado del suministro de este recurso en las comunidades (Priego y Soares, 2017)⁵, lo que lleva a las mujeres a poseer un conocimiento que, afecta la salud y el bienestar doméstico en el manejo del agua.

Para las autoras Priego y Soares, “...La participación de la mujer en el desarrollo económico y agrícola es cada vez más importante. Se estima que mientras la contribución de la mujer a la producción agrícola en América Latina es del 40%, su participación en la producción de alimentos básicos en los países del Caribe alcanza un 80%. Sin embargo, a pesar de realizar ambas tareas (productivas y reproductivas), su aporte en esas esferas es subvalorado por la sociedad, las comunidades y por ellas mismas. Las agencias de la ONU y organizaciones de mujeres han señalado que es imprescindible garantizar el acceso al agua y a la propiedad de la tierra por parte de las mujeres, como uno de los medios más eficaces para garantizar la seguridad alimentaria y combatir la pobreza rural.”

Consecuentemente, los objetivos estratégicos planteados en los diferentes casos-testigos que se desarrollan en este trabajo focalizan la interrelación entre la crisis climática con énfasis en género y agua. Presentando la última idea como la concientización del estrés hídrico y la carencia de este recurso como una necesidad impostergable a ser tratado por la comunidad global.

❖ **Agenda 2030: género y agua**

Complementando el ODS 6 ya mencionado en este trabajo, veamos lo que la Agenda 2030 /ODS de Naciones Unidas presenta en torno a este subtema de género y agua. A modo de descripción de los objetivos / claves, se enuncia para: el ODS 5: Igualdad de Género, ODS 10: Reducción de las desigualdades (diversidad), y el ODS 1: Fin de la Pobreza (feminización de la pobreza). Es decir, cada uno de estos objetivos con metas específicas e indicadores orientan las políticas, las estrategias y las tácticas en esta temática. Sin embargo, aún son muchos los líderes y lideresas de opinión que desconocen la interacción dinámica entre los conceptos formulados por ONU, y por ende carecen de la asertividad para un cambio positivo al respecto.

Pensamos del conflicto del agua, al riesgo y daño que causaría la falta de este recurso a escala mundial. Sobre todo, en América Latina, -que enfrenta serios problemas de escasez, incrementado por el aumento exponencial de la población y la carencia de políticas de gestión hídrica, más corrupción-, en la que se manifiesta esta acuciante realidad (Nieto, N. 2011). Por otro lado, la resiliencia de los actores en la gestión del agua es un factor fundamental para dar respuesta a este problema.

❖ **Israel como ejemplo innovador**

Israel, con un 60% de desierto en la superficie del país y con la gravedad de la escasez de agua, pasó a ser un claro ejemplo en el manejo innovador que requiere una gestión exitosa a partir de las dificultades del caso.

- ✓ Filtración avanzada, desalinización y riego por goteo. Es decir, el agua proviene del mar de manera desalinizada. Posee la planta SOREK - *Desalination Ltd*, siendo la más grande del mundo en desalinización. Esta planta resuelve el 20% del agua que requiere la red nacional de Israel.
- ✓ Se destaca por el reciclado del agua reutilizando el 86% de su agua.
- ✓ Compartiendo su tecnología como modelo para diferentes países, tales como China, India, Brasil, Estados Unidos y Jordania

Consecuentemente Israel lidera un ejemplo que promueve la seguridad hídrica y alimentaria.⁶

⁵ Priego, K. y Soares, D. (2017), Agua y dimensión de género Publicado en <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/03/Agua-y-dimensión-de-género.pdf> Fecha de acceso: 8 de octubre de 2023.

⁶ Datos extraídos de @IsraelenEspanol Canal Oficial del Ministerio de Exteriores de Israel en español. Fecha de acceso: 6 de octubre de 2023

Aguirre, M. ; Lassaga, G. ; Tapia, G. *El agua: factor estratégico para la preservación del planeta, los seres vivos y las actividades*, 82-94.

❖ El agua en la provincia de Formosa, Argentina. Deforestación y comunidades Wichis y Pilagás.

En la reciente publicación, *Laudato Deum*⁷, se resalta a la falta de reacción de las personas y se exhorta a la buena voluntad ante un punto de no retorno por las consecuencias en los diferentes ámbitos humanos de manera global, en definitiva, en la vida y dignidad humana.

En esta publicación no se duda del origen antrópico del cambio climático (11) "... La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, que por ese efecto provocan el calentamiento de la tierra, se mantuvo estable hasta el siglo XIX, por debajo de las 300 partes por millón en volumen. Pero a mediados de ese siglo, en coincidencia con el desarrollo industrial, comenzaron a crecer las emisiones. En los últimos cincuenta años el aumento se aceleró notablemente, como lo ha certificado el observatorio de Mauna Loa, que toma medidas diarias de dióxido de carbono desde el año 1958. Mientras escribía la *'Laudato sí'* alcanzó el máximo de la historia —400 partes por millón— hasta llegar en junio de 2023 a las 423 partes por millón. Más del 42% del total de las emisiones netas a partir del año 1850 se produjeron después de 1990..."

Entonces, si se trata de cambios paradigmáticos el *call for action*, presenta al urgente quiebre de la forma en que diseñan y toman decisiones de los sectores productivos. Consideremos las decisiones basadas en el capitalismo tradicional que hace hincapié en el consumo y focaliza en la creación de valor para el accionista. Trasladémonos al siguiente ejemplo: una zona estratégica nacional, que conforma el acuífero guaraní⁸; este reservorio de agua subterránea ocupa un área de aproximadamente 1.100.000 km². Y está siendo llevada a un riesgo y daño evidente del ecosistema hídrico con consecuentemente impacto en este recurso esencial para la vida en la tierra para todos los seres vivos. En Formosa, las comunidades Wichis y Pilagás, -grupos por excelencia nómades- el cual lo reflejan en el manejo y acceso al recurso hídrico de una manera muy diferente a lo conocido por el mundo occidental, que no han desarrollado la estrecha relación entre la propiedad (o tenencia de la tierra) y los derechos al agua, se destaca la acción humana extracomunitaria, que deforesta y agudiza la problemática del agua, afectando los ritmos naturales de los pueblos autóctonos.

*"Condenar la deforestación es condenar a la gente a la pobreza", dijo Juan de Hagen, veterinario y administrador de finca también de Las Lomitas. Dijo que esperaba que las leyes de deforestación de la UE no significaran que los residentes del Gran Chaco pagarán el precio económicamente.*⁹

En síntesis, la gestión de este recurso vital y limitado requiere de estrategias intersectoriales y multidimensionales, con un alto compromiso para lograr un aprendizaje sostenible. Es menester, pensar en los efectos de mediano y largo plazo que impactarán sobre los grupos de interés involucrados y sobre todo en las consecuencias sobre el ecosistema.

IV. TECNOLOGIA Y AGUA

Nos referiremos a la tecnología para procurar el mejor aprovechamiento y ahorro del agua como de aquella que propende al reciclado y mayor grado de potabilización.

Las actividades agropecuarias, para la producción de alimentos, son las que más utilizan el recurso hídrico, alcanzando niveles del 70%. Una de las principales estrategias para este sector

⁷ https://www.vatican.va/content/francesco/es/apost_exhortations/documents/20231004-laudate-deum.html Fecha de acceso: 6 de octubre de 2023

⁸ El denominado Sistema Acuífero Guaraní (SAG) es uno de los reservorios de agua subterránea más grandes del mundo. Se encuentra localizado entre los paralelos 16° y 32° Sur y los meridianos 47° y 60° Oeste, ocupando un área de alrededor de 1.100.000 kilómetros cuadrados. Su superficie coincide con parte de la cuenca hidrográfica del Plata, extendiéndose desde la cuenca geológico-sedimentaria del Paraná hasta la cuenca Chacoparanaense. Fuente: Argentina, Ministerio de Defensa <https://www.ign.gob.ar/content/¿qué-es-el-sistema-acuífero-guaraní?> Fecha de acceso: 7 de octubre de 2023

⁹ In South America's remote Chaco, deforestation uproots natural rhythms <https://www.reuters.com/investigates/special-report/argentina-environment-chaco/> Fecha de acceso: 6 de octubre de 2023

es el empleo de *sistemas de riego inteligentes*, los cuales utilizan sensores que miden con precisión condiciones climáticas, humedad del suelo, tasas de evaporación, pronósticos meteorológicos y datos de cultivos. Es así, como en la actualidad, la inteligencia artificial contribuye al ahorro del agua, trabajando en tiempo real y efectuando predicciones para optimizar el riego y el consumo de este recurso. Adicionalmente, los modelos más avanzados, detectan fugas y fallas que pueden ocasionar desperdicios y pérdidas innecesarias.

Una forma de ahorrar agua es a través del *riego por goteo*. Esta tecnología es la más eficiente para el riego, ya que se brinda agua directamente sobre la raíz. Así se minimiza el agua necesaria para el crecimiento y no hay desperdicios por evaporación. Además del ahorro de agua, este sistema favorece la productividad de las plantaciones hasta en un 50%.

La *agricultura de precisión* trabaja de manera integrada con sistemas de posicionamiento global (GPS), para cada zona de cultivo con información específica para cada área, lo que implica mayor eficiencia y puesta en valor de la economía circular. La captación de datos de modo interactivo y su procesamiento, se transmite instantáneamente por radio, satélite, SMS, móviles, favoreciendo la toma de decisiones que atañen a la gestión del agua.

Se han desarrollado -y proseguirá en el futuro-, *softwares inteligentes* que combinan el conocimiento sobre el estado del suelo, las plantas y o cultivos y la meteorología, lo que implica una misma cantidad de agua disponible para mayor superficie agrícola. Además de la cantidad de agua, el control de calidad en tiempo real ha sido objeto de innovación, con sondas que monitorean el cloro residual, el pH, la conductividad, la temperatura, entre los principales elementos, para control del grado de potabilización del agua y alertar sobre riesgos de contaminación.

En los últimos años, se ha convertido en una tecnología moderna, la *utilización de drones*, los que suministran información en tiempo real sobre los recursos y las infraestructuras vinculadas con las actividades. El uso de drones permite una mejor gestión en materia de inundaciones, sequías, control de obras hidráulicas, inspección de instalaciones y detección de fugas y fallas. La *teledetección*, sobre la base de sensores, también se monta en aviones y satélites artificiales, los que obtienen cartografías sobre la ocupación y uso del suelo.

Resumiendo, en la actividad agrícola, una estrategia exitosa es aprovechar el área que mejor se adapte a cada cultivo. Un caso de estudio de importancia es el del arroz, que ocupa el 40% del riego mundial; si bien es un cultivo que crece mejor en campos de mucho riego, vale considerar que, si se aplica agua de más, se propicia el crecimiento de bacterias productoras de metano, como ha sido comprobado en China y Japón.

En la industria, también el nivel de consumo del agua es muy alto, particularmente en procesos de refrigeración y de limpieza. En los procesos de refrigeración industrial, el agua que se utiliza se descarta, algo que representa problemas tanto a nivel de consumo como de impacto en el medio ambiente. En este sentido, los *sistemas de enfriamiento cerrado* son una buena forma de ahorrar agua, porque en vez de descartar el agua después de utilizarla, se recicla, se enfría y se retorna al proceso de refrigeración. En vez de generar grandes cantidades de agua residual, se desarrollan procesos que funcionan de forma cíclica y que permiten que el volumen de agua que se consume para el enfriamiento de las máquinas sea mucho menor.

Otra alternativa para ahorrar agua en los procesos industriales es el uso de *tecnologías de limpieza en seco*. Utilizar cierto tipo de productos y desarrollar procesos que permitan limpiar las superficies, las prendas textiles y los equipos industriales sin utilizar grandes cantidades de agua es algo muy útil para quienes desean reducir el consumo de este recurso, empleando en su lugar: chorros de arena, ultrasonido, vapor.

En cuanto a *tecnologías sobre reciclaje de agua*, destacamos la filtración, la ultrafiltración, la ósmosis inversa y la destilación. La idea de estas tecnologías para ahorrar agua es tomar las aguas residuales para eliminar cualquier agente contaminante, y prepararlas para su reutilización. Estas aguas tratadas, luego pueden utilizarse en áreas como la agricultura, ya que son aguas que contienen nutrientes y minerales que pueden ser muy beneficiosos para la fertilidad del suelo y la producción de cultivos.

En el hogar, son más habituales, las tecnologías como los *reguladores de caudales* en duchas y grifos, los que por otra parte no requiere conocimientos especiales sobre instalación ni afecta la dinámica del uso doméstico del agua. Otro artefacto que logra menores consumos de agua es el *inodoro de bajo consumo*, que reduce en más de un 60% el empleo de agua

Algunos ejemplos en pro del agua como recurso

- ✓ Hidro paneles solares, transformando energía solar en agua de manera sostenible. Dependiendo del clima, los paneles pueden generar hasta 5 litros de agua al día y tienen una vida útil de 15 años.
- ✓ Emprendimientos de potabilización de agua sucia a partir de la energía solar y eólica. En la actualidad son capaces de potabilizar hasta 20.000 litros diarios de agua.
- ✓ La cosecha de niebla, para convertirla en agua en aquellos lugares en que los suministros subterráneos son nulos o escasos. Casos en Perú, Ghana y California.
- ✓ Desalinización del agua procedente del mar. Israel es pionera en el tema y actualmente un 60 % de sus hogares tiene origen en el mar.
- ✓ Un libro como, *Drinkable Book™* es, literalmente, un libro que sirve para beber; no solo contiene información sobre aguas seguras y educación higiénica y sanitaria, sino que cada una de sus páginas es un filtro que puede utilizarse para purificar agua y reducir hasta el 99,9% de las bacterias que pueda tener. Uno solo de estos libros puede proveer de agua limpia a una persona durante cuatro años.
- ✓ Pajitas portátiles, que purifican hasta 18.000 litros de agua.

CONCLUSIONES

Es necesario comprender, los vínculos que existen entre las distintas dimensiones del uso de los recursos hídricos para que las comunidades puedan hacer frente a los desafíos de la crisis del agua de cara a las próximas décadas.

- Con relación a la Gobernanza, es imprescindible el desarrollo de instrumentos de política que fomenten una correcta gestión de los recursos hídricos y la definición de proyectos triple impacto económico, social y de cuidado medio ambiental. Asimismo, salvaguardar el estado de las cuencas de captación y las aguas subterráneas y dar tratamiento y eliminación a las aguas de desecho o residuales. Desde ya, que los Estados Nacionales deben asumir un rol tutelar sobre el cuidado del agua, lo cual implica la disponibilidad y asignación de los recursos presupuestarios necesarios para la sostenibilidad de estas acciones, aspecto no abordado en el presente.
- En términos de prácticas sustentables, es imprescindible concientizar a los tomadores de decisiones de empresas y organizaciones en la relevancia de aplicar buenas prácticas de uso

del recurso agua tanto a nivel interno, como en relación con los grupos de interés de sus cadenas de valor. Asimismo, es importante la concientización, capacitación e información de los países hacia sus comunidades, alentando las prácticas de cuidado del recurso acorde a cada ecosistema.

- Desde un plano fiscal, debe determinarse un precio a los bienes ambientales y desde la perspectiva financiera, la puesta en marcha de nuevos instrumentos que permitan compartir riesgos entre gobiernos e inversores utilizando tecnologías de bajo impacto socio ambiental.

En los últimos treinta años se han tomado diferentes acciones y medidas para superar los problemas del agua. Sin embargo, los avances realizados a la fecha no son alentadores. Tampoco son auspiciosas las expectativas para los cientos de millones de personas en los países pobres ni para el medio ambiente en general. Este artículo pretendió presentar la realidad de una cuestión que amerita medidas sostenibles a mediano y largo plazo y gestiones de gobierno comprometidos con el cuidado del agua como recursos estratégicos para las próximas décadas.

Existan explicaciones naturales o estando la mano del hombre, el aumento de la desertización, las inundaciones, el incremento de la temperatura y la disminución de precipitaciones son factores ambientales que ponen en riesgo la accesibilidad y la utilización del agua. Debemos, tomar conciencia de esta cuestión, analizar fehacientemente la situación y proponer soluciones específicas frente a demandas crecientes y objetivos múltiples de las poblaciones.

La implementación de tecnologías de precisión en las actividades económicas agropecuarias e industriales es un factor crucial. Es posible con ellas, combatir la escasez de este esencial recurso haciendo más ecoeficiente el camino al desarrollo sustentable y sostenible.

La gestión del riego vinculada con las buenas prácticas humanas y la tecnología en tiempo real para medir cantidad y calidad es un aspecto muy destacable, sin perjuicio de otras técnicas de conservación de suelos, como la siembra directa y la rotación de cultivos.

Finalmente, la monitorización y el control a partir de la tecnología y la reutilización del agua son los tópicos de mayor significación en la actualidad para una gestión hídrica que potencie la calidad de vida y el trabajo. El cuidado y preservación del ecosistema nos compete a todos.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental): “*Reuso de água nas crises hídricas e oportunidade no Brasil*”. Disponible en: <[http:// abes-dn.org.br/pdf/Reuso_nas_Crisis.pdf](http://abes-dn.org.br/pdf/Reuso_nas_Crisis.pdf)>. [Fecha de consulta: 29 de enero de 2019].
- Abromavay R.: “*A economia circular chega ao Brasil*”. Disponible en: <<http://ricardoabramovay.com/a-economia-circular-chega-ao-brasil/>>
- CEBDS (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável). “*Guia sobre economia circular da agua*”. Disponible en: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/14773/1524596546Guia_Agua-Completo_ALTA.pdf>. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2019].
- CEBDS (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável). “*Entenda o que é Economia Circular de Água*”. Disponible en: <<http://cebds.org/blog/entenda-o-que-e-economia-circular-de-agua/#.W364Cs4zbIV>>. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2019].
- Delgado García S., Trujillo González J., Torres Mora M., (2013). La huella hídrica como una estrategia de educación ambiental enfocada a la gestión del recurso hídrico. Ejercicio con

- comunidades rurales de Villavicencio. Revista Luna Azul, núm. 36, enero-junio, 2013, pp. 70-77. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- Downey S (2018). El agua es el motor del desarrollo sostenible. Global Water Partnership. Editorial de GWP
 - Ehortación Apostólica (2023) Laudate Deum del Santo Padre Francisco Copyright © Dicastero per la Comunicazione - Libreria Editrice Vaticana Disponible en https://www.vatican.va/content/francesco/es/apost_exhortations/documents/20231004-laudate-deum.html
 - Fernández Cirelli A (2012). El agua: un recurso esencial. Química Viva Vol 11 Núm 3 pp 147-170.UBA. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002>.Argentina
 - Giménez, Andrés Molina (2011). “La reutilización de las aguas residuales en España - un modelo de sostenibilidad”. *Revista Eletrônica Direito e Política, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI*, Itajaí, v.6, n.2, 2º quadrimestre. Disponible en: www.univali.br/direitoepolitica. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2019]. el <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf> agua de lluvia en tejados y de inundaciones.
 - ONU Informe de las Naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Water for people, wáter for life. Executive Summary Disponible en: <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf> . Fecha de Consulta: [30 de julio de 2023].
 - ONUDI (2011). Green Industry: A key pillar of a Green Economy. Policy Brief. <http://bit.ly/nmXNa0> (en inglés). ONUDI (2011). Green Industry. Policies for supporting Green Industry
 - Pérez Foquet A, Jiménez A (2011). El agua como elemento clave de desarrollo. Agua y desarrollo. Canal Educa Madrid España.
 - PNUMA, International Resource Panel (2011). Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. www.unep.org/resourcepanel/decoupling/files/pdf/Decoupling_Report_English.pdf - PNUMA (2011). Water in the Transition to a Green Economy: A UNEP Brief. www.unep.ch/etb/ebulletin/pdf/GE%20and%20Water%20Brief.pdf
 - Priego, K. y Soares, D. (2017) Agua y dimensión de género. Publicado por Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. México. Disponible en <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/03/Agua-y-dimensi%C3%B3n-de-g%C3%A9nero.pdf>
 - Sadoff, C. (2016). Abordando la seguridad hídrica ante el cambio climático. Disponible en <https://www.un.org/es/chronicle/article/abordar-la-seguridad-hidrica-ante-el-cambio-climatico> . Fecha de consulta: [15 de agosto de 2023].
 - Sadoff, C. (2015) Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth (Oxford, Reino Unido, University of Oxford, 2015). Disponible en <https://www.water.ox.ac.uk/wp-content/uploads/2015/04/SCHOOL-OF-GEOGRAPHY...> Fecha de consulta: [26 de septiembre de 2023].
 - Tolón Becerra A., Bolívar Lastra Bravo X., Fernández Membrive V., (2013). Huella hídrica y sostenibilidad del uso de los recursos hídricos. Revista electrónica del medioambiente. ISSN 1886-3329. Almería España.
 - www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Green_Industry/web_policies_green_industry.pdf