

ASPECTOS GENERALES SOBRE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS E INSTRUMENTOS COMO EL PAGO DE SERVICIOS HIDROLÓGICOS Y FONDOS DE AGUA PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y SEGURIDAD HÍDRICA

GENERAL ASPECTS OF ECOSYSTEM SERVICES AND INSTRUMENTS SUCH AS PAYMENT FOR HYDROLOGICAL SERVICES AND WATER FUNDS TO ENSURE WATER QUALITY AND SECURITY

PABLO JARABO\*

\*Licenciado en información ambiental por la Universidad De Lujan, Técnico universitario en información ambiental por la Universidad De Lujan, Becario interno doctoral en el marco de proyectos de investigación de unidades ejecutoras. INEDES-CONICET, Carrera de Doctorado de la Universidad Nacional de Luján, Orientación Ciencias Sociales y Humanas (en curso).

INEDES/CONICET

Pjarabo.g4@gmail.com

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es analizar los mecanismos de pago de servicios hidrológicos y Fondos de agua, mecanismos enfocados en el mantenimiento y conservación de servicios hidrológicos a través de la preservación y restauración de ecosistemas naturales.

En este sentido, la conservación de cuerpos de agua puede proporcionar los servicios ecosistémicos que la comunidad necesita para abastecerse de agua potable y de calidad para su consumo, además de asegurar la protección de los mismos.

Se analizará también un caso de implementación de Fondo de agua, específicamente en Quito Ecuador, para determinar la efectividad del sistema.

**Palabras clave:** Servicios hidrológicos, Fondos de agua, calidad

#### ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the payment mechanisms for hydrological services and water funds, mechanisms focused on the maintenance and conservation of hydrological services through the preservation and restoration of natural ecosystems.

In this sense, the conservation of these bodies of water can provide the ecosystem services that the community needs to obtain potable and quality water for consumption, in addition to ensuring their protection.

A case of implementation of the Water Fund will also be analyzed, specifically in Quito Ecuador, to determine the effectiveness of the system.

**Key words:** Hidrological services, water funds, quality

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 22/12/2021

**FECHA DE ACEPTACIÓN:** 10/03/2021

## INTRODUCCIÓN

Los servicios ecosistémicos irrumpieron en la academia principalmente a partir de la aparición de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio en 2005, y fueron definidos como todos los beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas que contribuyen a hacer la vida no sólo físicamente posible sino también digna de ser vivida (Constanza et al. 1997, Daily 1997). Asimismo,

*“Fueron considerados como una herramienta muy útil por vincular directamente a los ecosistemas con las necesidades humanas. Sin embargo, la aplicación, el enfoque y el resultado específicos del marco de investigación de SE y las intervenciones resultantes no pueden interpretarse sin prestar atención a la forma en que definimos dichos enfoques y al contexto histórico, geográfico y político en el que se desarrollan.”* (Balvanera et al, 2012).

En este sentido, uno de los objetivos centrales de la creación de este concepto es el de demostrar que los ecosistemas en sí mismos producen muchos servicios que poseen gran valor, y que en la mayoría de los casos resultan ser mucho más valiosos y relevantes que lo que se obtienen de su mera extracción y explotación (Constanza et al, 2017).

### Funciones

- I. Funciones de regulación: Relacionado con la capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos esenciales y sostener sistemas vitales a través de ciclos biogeoquímicos y otros procesos biológicos. Estas funciones proporcionan muchos servicios que tienen beneficios directos e indirectos para las poblaciones humanas, como lo son el mantenimiento de aire limpio, depuración del agua, prevención de inundaciones y mantenimiento de tierra cultivable, entre otros.
- II. Funciones de hábitat: Los ecosistemas naturales proporcionan hábitat de refugio y reproducción para plantas y animales contribuyendo a la conservación biológica y diversidad genética. Estas funciones proporcionan servicios como mantenimiento de la diversidad biológica y genética, y de especies comercialmente aprovechables.
- III. Funciones de producción: Los procesos fotosintéticos y autótrofos en general, a partir de los cuales los organismos autoabastecen sus requerimientos orgánicos a partir de compuestos inorgánicos y que también son sustento de consumidores de distinto orden, para generar una mayor variedad de biomasa. Esta variedad de estructuras proporciona una variedad de bienes y servicios para consumo humano, que van desde alimento y materia prima hasta recursos energéticos y medicinales.

IV. Funciones de información: Los ecosistemas proporcionan funciones de referencia y contribuyen al mantenimiento de la salud humana proporcionando oportunidades de enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, recreación y experiencias estéticas (paisaje). (Camacho Valdez, et al 2011)

Los servicios ecosistémicos se clasifican usualmente en cuatro categorías: servicios de provisión, regulación, culturales y soporte (MEA, 2005).

Los servicios de *aprovisionamiento* son esencialmente los productos (o bienes) tangibles que utilizan directamente los seres humanos. Estos se encuentran entre los más reconocibles en términos de uso humano y, por lo tanto, se monetizan con mayor frecuencia, pero no son necesariamente los más valiosos. Los ejemplos relevantes incluyen el agua dulce (utilizada directamente, por ejemplo, para beber), la energía de la energía hidroeléctrica y todos los alimentos (incluidos todos los productos de la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la pesca y los productos capturados en la naturaleza, como la carne de animales silvestres).

Los servicios *reguladores* son los beneficios que proporcionan los ecosistemas en términos de regular los procesos dependientes de los ecosistemas. Los ejemplos relevantes incluyen: regulación del clima (incluida la precipitación), regulación del agua (es decir, flujo hidrológico), purificación del agua y tratamiento de desechos, regulación de la erosión y regulación de peligros naturales relacionados con el agua.

Los servicios *culturales* son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas, que incluyen: diversidad cultural, valores estéticos, valores sociales, recreación y ecoturismo.

Los servicios de *apoyo* son aquellos que son necesarios para la producción de todos los demás servicios de los ecosistemas. Se diferencian del aprovisionamiento, la regulación y los servicios culturales en que sus impactos en las personas son indirectos o se producen durante un período muy largo, mientras que los cambios en las otras categorías tienen impactos relativamente directos y de corto plazo en las personas. (Algunos servicios, como el control de la erosión, pueden clasificarse como un servicio de apoyo y un servicio de regulación, según la escala de tiempo y la inmediatez de su impacto en las personas).

De manera similar, la regulación climática se clasifica como un servicio regulador, ya que los cambios en los ecosistemas pueden tener un impacto en el clima local o global a lo largo de escalas de tiempo relevantes para la toma de decisiones humana (décadas o siglos), mientras que la producción de gas oxígeno (a través de la fotosíntesis) se clasifica como un servicio de apoyo, ya que cualquier impacto en la concentración de oxígeno

en la atmósfera solo se produciría durante un tiempo extremadamente largo. Algunos otros ejemplos de servicios de apoyo son la producción primaria, la producción de oxígeno atmosférico, la formación y retención del suelo, el ciclo de nutrientes, el ciclo del agua y la provisión de hábitat.<sup>1</sup>

## Servicios ecosistémicos del agua y seguridad hídrica

En relación con los servicios ecosistémicos que brinda el agua, se puede destacar que:

“Los ecosistemas son vistos como un conjunto de elementos bióticos y abióticos que interaccionan en un espacio-tiempo, y transforman la materia y la energía disponibles en el ambiente mediante procesos funcionales, en los que el agua juega un rol determinante”. (Capaldo, et al 2015)

Los ambientes acuáticos (ríos, lagos, aguas subterráneas costeras, mares) apoyan la prestación de servicios ecosistémicos cruciales, como la producción pesquera, el abastecimiento de agua y la recreación. Los servicios ecosistémicos clave también están conectados con el ciclo hidrológico en la cuenca del río, por ejemplo, la purificación del agua, la retención de agua y la regulación del clima. La mayoría de estos servicios ecosistémicos relacionados con el agua pueden ser apreciados directamente por las personas y cuantificados, pero algunos, especialmente los servicios de regulación y mantenimiento, son menos evidentes. Sin embargo, todos los servicios de los ecosistemas deben tenerse en cuenta para el uso y la gestión sostenibles de los recursos hídricos. (Grizzetti, et al 2016)

Los servicios complementarios incluyen el mantenimiento de los bosques, el suministro de agua para los cultivos y la pesca, el empleo, la generación de energía, la navegación, la recreación y el turismo. El agua actúa como mediador de todos estos servicios, pero también están influenciados por las decisiones de gestión de la tierra tomadas a diferentes escalas, desde las intervenciones locales por parte de hogares, agricultores e industriales individuales hasta las realizadas a nivel de captación por planificadores y comunidades rurales y urbanas. (Global Water Partnership)

Sin embargo, algunos autores sostienen que la evidencia muestra que la disponibilidad y la seguridad de la provisión de agua varía en el interior de cada país de América Latina debido a su actual patrón de uso, que es insostenible. Esto se encuentra

---

1. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being, A Framework For Assessment 266 pages

asociado a una alta densidad de población y a una urbanización desordenada que aumentan la demanda de agua. (Minaverri 2016)

El agua, a diferencia de cualquier otro recurso natural, toca todos los aspectos de la sociedad, incluido el medio ambiente, y es esencial para nuestro bienestar. El agua forma parte de todos los aspectos de la gestión de los recursos naturales para un crecimiento inclusivo y sostenible, en la energía, la agricultura y otras actividades productivas y en el mantenimiento de los ecosistemas de los que depende todo lo demás.

En este sentido, y como se ejemplifica en la Figura 1, las Naciones Unidas expresan que:

*“La seguridad hídrica es la capacidad de una población para salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para sustentar los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con el agua, y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política”*

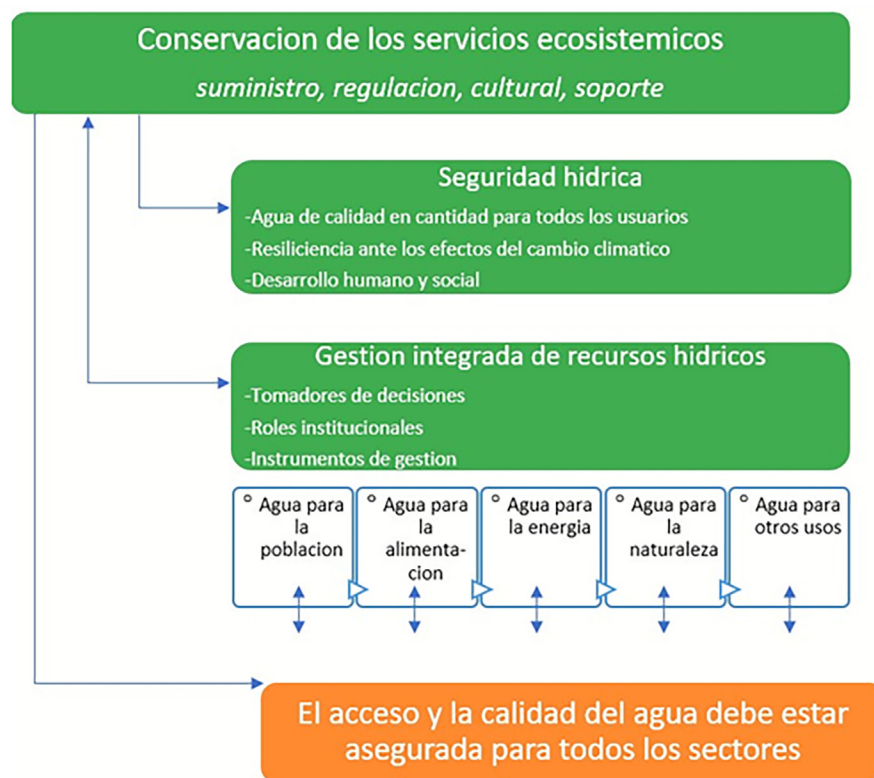


Figura N°1

Fuente: Adaptado de Global Water Partnership 2014

## Mecanismos de protección: Pago por servicios ambientales hidrológicos y Fondos de agua

La clave para que la sociedad pueda disponer de agua de calidad, para su consumo se deriva de la protección del recurso, y subsecuentemente de los servicios ecosistémicos que este provee.

Como instrumentos de protección se pueden mencionar el pago por servicios hidrológicos.

Los Servicios Ambientales Hidrológicos comprenden los beneficios sociales y ambientales que prestan los ecosistemas de una cuenca hidrológica, en términos de regulación de flujos hidrológicos y filtración de aguas.

El Pago Por Servicios Ambientales constituye un instrumento económico, flexible y adaptable, diseñado para incentivar a los propietarios del suelo, mediante un pago o compensación por el mantenimiento o provisión de los servicios ambientales que benefician a la sociedad (FAO y REDLACH, 2004). La aplicación de un esquema de pagos permite que los proveedores acepten limitaciones al uso de sus predios o la modificación o diversificación de las actividades que llevan a cabo en ellos, mediante una compensación económica (Greiber, 2010). Asimismo, conlleva un efecto de concientización entre los beneficiarios y los proveedores, ya que, al pagar los primeros por el servicio y al cobrar los segundos por la prestación del mismo, valoran la importancia de su mantenimiento.

El pago por servicios ambientales hidrológicos se instrumenta en cuencas hidrológicas, y consiste en la aplicación de mecanismos de mercado que compensan a los propietarios de tierras aguas arriba (proveedores) con la finalidad de mantener o modificar un uso particular del suelo que afecta la disponibilidad y/o la calidad del recurso hídrico; usualmente quienes compensan son los usuarios del recurso, ubicados aguas abajo (beneficiarios) (FAO y REDLACH, 2004).

La ejecución de programas de pagos por servicios hidrológicos presenta las siguientes ventajas:

- I. Permite incrementar la oferta de agua, así como mejorar su calidad;
- II. Reduce la presión sobre los ecosistemas y los recursos naturales que contienen, al ofrecer una alternativa al desarrollo de actividades agropecuarias;
- III. Fortalece los esfuerzos de conservación de la biodiversidad, así como el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales;

- IV. Fomenta la participación voluntaria de los propietarios de los predios que proveen el servicio en la conservación de los mismos;
- V. Conlleva un efecto de concientización entre los beneficiarios y los proveedores, ya que, al realizarse la transacción, ambas partes valoran la importancia del recurso natural y de los ecosistemas que garantizan su mantenimiento;
- VI. Reduce el riesgo de conflictos por el uso o aprovechamiento del agua, y
- VII. Fortalece la gestión local del agua. (De la Maza Hernandez, 2012)

Otro instrumento implementado para garantizar un manejo sostenible del recurso hídrico son los Fondos de Agua.

En los países Sudamericanos se ha invertido en la creación de mecanismos financieros, en la forma de Fondos de Agua, que permiten capitalizar recursos para retribuir y asegurar la existencia de los servicios ambientales asociados a este recurso.

Los fondos de agua están enfocados en el mantenimiento y conservación de servicios hidrológicos a través de la conservación y restauración de ecosistemas naturales. Sin embargo, a través de los mismos también se puede apoyar el mantenimiento de otros servicios, tales como el almacenamiento de carbono o la biodiversidad.

Los fondos de agua están constituidos con aportes públicos, privados y de cooperación internacional, con autonomía financiera y administrativa y con objetivos focalizados para la conservación del agua y de los ecosistemas que garantizan su producción. Tales herramientas han demostrado tener numerosas ventajas frente a otros mecanismos de gestión.

El análisis de servicios ecosistémicos permite identificar el área en la que el fondo de agua podría desarrollar sus actividades. A la luz de los servicios ecosistémicos identificados como estratégicos, es posible hacer un análisis sobre su provisión, usos, conflictos y amenazas, lo que determinará hacia dónde, específicamente, se deben orientar las inversiones de conservación para garantizar la integridad ecológica, la provisión de los servicios ecosistémicos identificados y, con ello, el área de influencia del fondo de agua. Usualmente, el área de influencia, trabajo y medición de impacto coincide con una o varias cuencas hidrográficas. (Calvache et al 2012)

Entre sus inversiones, un fondo de agua puede incluir esquemas de pago por servicios ecosistémicos como una estrategia de conservación. Partiendo del reconocimiento explícito de la contribución de los servicios ecosistémicos al bienestar de la sociedad en general, un



esquema de pagos implica realizar una transacción voluntaria con un servicio ecosistémico bien definido. El fondo de agua constituye un mecanismo financiero o vehículo para lograr esa transacción entre un comprador y un vendedor que se identifiquen dentro de la cuenca.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de los servicios hidrológicos que pueden ser identificados como metas para un fondo de agua:

#### *Regulación del ciclo hidrológico*

Los ecosistemas naturales ayudan a regular el ciclo hidrológico, almacenan agua en épocas lluviosas y liberan lentamente el agua en épocas secas (Celleri y Feyen, 2009). Así mismo, son decisivos a la hora de controlar crecidas o inundaciones en ciertas épocas del año. De hecho, resulta muy común encontrar zonas con problemas de disponibilidad de agua durante la época seca. Los ecosistemas naturales como el páramo ayudan a mantener un caudal base durante la época seca debido a su gran capacidad de retención de agua. El páramo almacena agua durante la época lluviosa, que es posteriormente liberada durante la época seca, asegurando así una provisión cuando no se dispone de lluvia. La capacidad de retención de agua de los ecosistemas naturales ayuda, también, a regular los caudales en épocas de crecida. Un cambio en el uso de suelo de páramo natural a zona de agricultura puede reducir el caudal base en época de sequía hasta en un 50% y aumentar los flujos pico (crecidas) hasta en un 20% (Buytaert et al., 2007).

#### *Control de la sedimentación*

Los ecosistemas naturales protegen al suelo de efectos erosivos, producidos por el viento o la escorrentía. Las raíces de la vegetación natural ayudan a mantener el suelo aglutinado y firme, de manera que no se evacúe con lluvias y corrientes de agua y viento. Mantener una baja concentración de sedimentos en el agua es beneficioso para la operación de embalses de agua potable o para la generación hidroeléctrica, así como para mantener canales de riego en una condición óptima. El cambio de uso de suelo, por ejemplo, de vegetación natural a una zona de agricultura, pastos o quemas, ocasiona frecuentemente aumentos en la producción de sedimentos. En estudios y modelajes de cambio de uso de suelo se ha encontrado que existen importantes incrementos en sedimentación, que pueden multiplicar por entre dos y diez la cantidad de sedimentos que se tenía inicialmente con vegetación natural (White et al., 2008).

#### *Calidad de agua*

La vegetación natural ejerce un efecto de filtro y de barrera contra el agua contaminada por pesticidas, fertilizantes y otros contaminantes producidos por una

agricultura o ganadería mal manejada. La vegetación tiene la capacidad de absorber varios contaminantes y almacenarlos en sus tejidos, o de transformarlos en sustancias menos peligrosas. También puede atrapar sólidos en suspensión, que pueden tener contaminantes pegados a ellos. La vegetación riparia es, así mismo, de gran importancia, pues es la última barrera protectora que previene la entrada de los contaminantes a los arroyos o a los ríos. La presencia de vegetación natural en una cuenca y, en particular, de bosques y humedales ayuda a mantener una buena calidad de agua, lo cual se traduce en ahorro en costos de tratamiento y en una menor posibilidad de que las poblaciones humanas padezcan enfermedades ligadas a agua de mala calidad. (Tallis et al., 2008)

## Casos de implementación de fondos de agua

En respuesta a la creciente demanda de agua y la preocupación por la degradación de la cuenca, el municipio de Quito, la compañía de agua de Quito y The Nature Conservancy ayudaron a crear el Fondo para la Protección del Agua (FONAG) en 2000. FONAG trabaja para movilizar a los actores críticos de la cuenca para ejercer su responsabilidad cívica en nombre de la naturaleza, especialmente en relación con los recursos hídricos. La junta de múltiples partes interesadas, compuesta por actores públicos, privados y de ONG de cuencas hidrográficas, proporciona un mecanismo para la inversión conjunta en la protección de las cuencas hidrográficas, incluido el apoyo a las comunidades que viven allí.

FONAG lleva a cabo la protección de las fuentes de agua a través de una variedad de mecanismos. Primero, trabaja para proteger y restaurar pastizales altoandinos (páramos) y bosques andinos en áreas críticas para el suministro de agua a Quito, incluidas áreas de propiedad de comunidades locales, propietarios privados y la empresa de agua de Quito. Además de las actividades de protección de fuentes directas de agua, FONAG se enfoca en fortalecer las alianzas de cuencas, la educación ambiental y la comunicación para movilizar actores adicionales de cuencas en la protección de cuencas. FONAG también ha establecido un riguroso programa de monitoreo hidrológico para comunicar y mejorar los resultados de las inversiones en colaboración con varias instituciones académicas.

FONAG cuenta con una dotación de más de US \$ 10 millones y un presupuesto anual de más de US \$ 1,5 millones. La mayor fuente de financiamiento (casi el 90 por ciento) proviene de la compañía de agua de Quito, que por ordenanza municipal debe contribuir con el 2 por ciento del presupuesto anual de la compañía de agua. Desde sus inicios, FONAG ha trabajado para proteger y / o restaurar más de 40,000 hectáreas de páramos y bosques andinos a través de una variedad de estrategias, incluido el trabajo con más de 400 familias locales. (Zyla, 2018)

Los proyectos del Fonag consisten básicamente en acciones para regeneración del páramo (con ayuda del hombre), o permitiendo que se regenere naturalmente (ecosistema), limitando las actividades agrícolas y ganaderas (a cambio de una compensación), pero de forma racional, para que no se perjudique de modo significativo a los propietarios de la tierra.

A su vez, The Nature Conservancy y sus socios están trabajando para acelerar la expansión de los Fondos de Agua a través de tutoría, capacitación y desarrollo de capacidades. Su visión es un mundo en el que la protección y restauración de la naturaleza sea reconocida como una herramienta importante para ayudar a las comunidades a adaptarse al cambio climático y garantizar la seguridad hídrica a largo plazo. (Gambarini 2020)

## **Instrumentos internacionales**

El acceso al agua potable es un derecho básico, fundamental e irrenunciable relacionado con la dignidad de los seres humanos y la protección de la salud. Se encuentra reconocido, específicamente, en el seno de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) desde 2010 (bajo la Resolución N° 64/292), aunque desde la década de los años setenta del siglo XX comenzó a discutirse en el escenario internacional y a reconocerse en distintas Convenciones y Declaraciones. La gestión del servicio de agua enfrenta desafíos en la región latinoamericana, signada por la desigualdad en la cobertura de los hogares a este servicio, problemas de calidad y déficit en la protección de los recursos hídricos, entre otros. (Caceres, 2020).

La resolución acordó que los Estados deben tender a lograr dicho objetivo a partir de la elaboración de leyes, planes, y estrategias; el control del proceso de planificación y ejecución del suministro de agua potable, y la participación de las comunidades locales considerando los derechos humanos en las evaluaciones de impacto encaminado a garantizar la prestación de los servicios; asegurando que los prestatarios de los servicios privados cumplan con sus responsabilidades en materia de derechos humanos, provean un servicio constante, de buena calidad y cantidad suficiente de agua potable segura. (Caceres, 2014).

Un instrumento internacional que podemos mencionar es el Protocolo sobre agua y salud de la Convención de Helsinki de 1992. El mismo se refiere expresamente a la protección de los ecosistemas acuáticos (en su artículo 1), y establece que es necesario evitar o eliminar la contaminación del medio hídrico para mejorar la calidad del agua, para que sea más accesible técnica y económicamente para las autoridades poder garantizar dicho derecho y principalmente para evitar enfermedades. Este instrumento internacional estableció que debe existir cooperación, en tanto que la gestión de los recursos hídricos debe vincular en su desarrollo los aspectos sociales y económicos, para lograr la protección natural de los ecosistemas y mejorar la calidad del servicio de agua. (Minaverry, 2016)

Es importante destacar que los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (2015-2030) hacen referencia en su objetivo N° 6, a garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (Rio +20) ha adoptado un documento que declara:

“Reconocemos el papel fundamental que desempeñan los ecosistemas en el mantenimiento de la cantidad y calidad del agua y apoyamos las acciones dentro de los respectivos límites nacionales para proteger y gestionar de manera sostenible estos ecosistemas.”

## DISCUSIONES OBSTÁCULOS Y APRECIACIONES FINALES

Siendo el acceso al agua un derecho básico, es indispensable que los recursos hídricos sean asequibles para las comunidades. El establecimiento de mecanismos adecuados de compensación por servicios ecosistémicos de este recurso – como los vistos anteriormente – resultan una pieza clave para asegurar este derecho fundamental.

Una de las cuestiones que dificulta más la aplicación práctica del pago por servicios ambientales es la valoración económica (que es subjetiva y que resulta difícil determinarla). Es un aspecto que ha sido ampliamente tratado por diversos organismos internacionales dedicados a la investigación y al diseño de políticas públicas (Minaverry, 2016). De todas maneras, la principal preocupación es la calidad del recurso agua, que es consumido por la población, la cual está directamente relacionado con cómo se gestiona.

En este sentido, la seguridad hídrica se ha convertido en una preocupación en el campo social, económico, político y ambiental. La sostenibilidad de las cuencas hidrográficas se enmarca dentro de la adaptación a las condiciones variables del clima, el uso de la tierra y la demografía cambiante de la población. Estas preocupaciones aumentan debido a cómo la disponibilidad de este recurso tan esencial para la vida se ha degradado.

Como una respuesta a los grandes retos que impone la seguridad hídrica, el cuidado del agua lo lideran los Fondos de Agua a cargo de gestionar y poner en funcionamiento proyectos que respondan a los desafíos planteados también relacionados con el cambio climático.

En cuanto a los pagos por servicios ambientales hidrológicos surge un interrogante en el sentido que debe generarse una legislación pertinente que respalde el método; como por ejemplo el caso de México. El Gobierno Federal se encarga de regularlos, siendo esta entidad la principal promotora, compradora y reguladora del mercado. Sin embargo, las

dependencias estatales, federales y locales tienen la libertad de establecer mecanismos de pagos. La ley federal en su artículo 223, señala un mecanismo de financiamiento de los ingresos que se obtengan mediante el gravamen de la explotación y uso de las aguas para el desarrollo de programas de pagos en el marco del Fondo Forestal Mexicano. (Macip-Ríos, 2013).

Podemos concluir que la naturaleza necesita agua para garantizar una eficiente prestación de los servicios; por lo tanto, la seguridad hídrica depende de la conservación de los servicios ecosistémicos.

Es necesario un cambio fundamental en las políticas de gestión del agua para alcanzar una visión más amplia de la naturaleza dinámica de los ecosistemas y de los beneficios a corto y largo plazo que éstos proveen. Las políticas deben abordar de qué manera las sociedades y empresas pueden extraer los recursos hídricos que necesitan y al mismo tiempo proteger la capacidad natural de adaptación de los ecosistemas.

Ellos contribuyen considerablemente al suministro de servicios ecosistémicos a través de procesos ecológicos. Sin embargo, la pérdida progresiva de la biodiversidad ocasiona que los ecosistemas sean más vulnerables, afectando su capacidad de adaptación.

La calidad y disponibilidad de agua, así como los otros servicios ambientales (captura de carbono, hábitat para la biodiversidad, belleza escénica, etc) dependen de la funcionalidad del territorio y no solamente de la conservación de unas cuantas características ambientales. Por lo tanto, en el largo plazo y en un balance total de cuentas de servicios ambientales, al no monitorear el territorio de forma integral (todos sus componentes incluyendo las comunidades, y las relaciones entre estos componentes) existe el riesgo de tener fugas importantes y cuentas negativas. (Madrid Ramirez 2011)

Con respecto al establecimiento de fondos de agua a través de fondos de inversión (fideicomisos), han demostrado también ser una opción recomendable para la sostenibilidad y el mantenimiento de los programas a largo plazo.

Para lograr un crecimiento sustentable de los fondos de agua, se necesitan pruebas de impacto. Para eso, se requiere un fuerte enfoque en la buena implementación y, a continuación, un enfoque igualmente fuerte en las evaluaciones de impacto.

Monitorear los impactos que tiene el fondo de agua en el bienestar humano también ayudará a asegurar su sustentabilidad a largo plazo, ya que estos programas no tendrán éxito sin el apoyo de los actores locales.

En este sentido los beneficios potenciales en el bienestar humano debido a la mejor calidad de agua, un aumento en la calidad ambiental y una mejora en el capital natural serán evidenciados.

En el caso específico de Ecuador, el fondo de agua de Quito, FONAG, mantiene un programa de monitoreo hidrológico. En el marco de esta iniciativa se han instalado estaciones meteorológicas y de medición de caudal, así como análisis de calidad de agua. Uno de los principales objetivos de este programa es establecer el impacto del fondo en términos de los servicios hidrológicos. Adicionalmente, ha realizado estudios para medir el impacto socioeconómico y de conservación de la biodiversidad.

Otro punto interesante son los proyectos de capacitación y educación ambiental que el fondo provee, para lo cual lo más efectivo es diseñar agendas de talleres y cursos que le permitan a los participantes tener acceso a toda la información necesaria para el manejo adecuado de la cuenca y los programas y proyectos que el fondo espera llevar a cabo.

A su vez, desde su establecimiento, se han establecido 34 fondos de agua más en todo el mundo, incluso en América Latina, África, América del Norte y Asia, con más de 40 fondos de agua adicionales en diseño.

En cuanto al éxito de los esquemas de pagos por servicios ambientales hidrológicos, debe depender de que se prevean el mayor plazo posible y que los pagos sean recurrentes, por lo que se requieren fuentes de financiamiento estables que garanticen la continuidad de los programas. Los fondos deberían ser provistos por fuentes tanto públicas como privadas, para que no solo se dependa de las arcas del estado, y el esquema pueda cumplir con sus objetivos y no verse comprometido.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Buytaert, W, Iniguez V, De Bievre B, (2007). The Effects of Afforestation and Cultivation on Water Yield in the Andean Paramo. *Forest Ecology and Management*. 251, 22–30. 2007.
- Caceres V, Minaverri C, (2014). La provisión de agua y saneamiento: la evolución de la jurisprudencia en Argentina. *Ambito jurídico*. Universidad de Manizales
- Caceres V, (2020). La exigibilidad del derecho humano al agua y el desafío del arsénico en la provincia de Buenos Aires, *Argentina Sociedad y Ambiente*, 23, 2020, ISSN: 2007-6576, pp. 1-26. doi: 10.31840/sya.vi23.2175

- Calvache, A., S. Benítez y A. Ramos. 2012. Fondos de Agua: Conservando la Infraestructura Verde. Guía de Diseño, Creación y Operación. Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. The Nature Conservancy, Fundación FEMSA y Banco Interamericano de Desarrollo. Bogotá, Colombia. 144p.
- Camacho Valdez V, Ruiz Luna A (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos Revista Bio Ciencias Enero 2012 Vol.1 Núm. 4 Año 2 Páginas 3 a 15
- Capaldo, G. y Minaverri, C., (2015). “Servicios ecosistémicos: derecho, jurisprudencia y política ambiental”, *Memorias de Argentina y Ambiente 2015: II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental y II Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental*, ISSN: 978-987-46096-0-1, Buenos Aires, Argentina, 1 al 4 de diciembre de 2015, p. 1.
- Celleri, R.; Feyen, J. (2009). The Hydrology of Tropical Andean Ecosystems: Importance, Knowledge Status, and Perspectives. Mountain Research and Development. Vol 29 No 4. 350–355. 2009.
- Constanza, R. (1997), The value of the world’s ecosystem services and natural capital, Nature, 387, p. 253–260.
- Constanza, R, (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?. Ecosystem Services, 28, p. 1-16.
- Daily, G.C. (1997). Nature’s Services: societal dependence on natural ecosystems. Island Press, pp. 392.
- De la Maza Hernández, R, (2012). Pago por servicios ambientales hidrológicos DR © 2012, Senado de la República, LXI Legislatura, Comisión de Recursos Hidráulicos, Comisión de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
- Fao y REDLACH (2004). Foro electrónico sobre sistemas de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas
- Gambarini A (2020). Source Water Protection & Climate Adaptation The Role of Water Funds The Nature Conservancy
- Global water partnership. (s/f) Servicios ecosistémicos y seguridad hídrica
- Greiber, T, (2010). Payments for ecosystem services : legal and institutional frameworks UICN, Gland, Suiza. xviii + 318 pp

- Grizzetti B, L Lanzanova D, Liqueste C, Reynaud A, Cardoso A.C, (2016). Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science & Policy* <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.008> 1462-9011/ã 2016 The Authors. Published by Elsevier Ltd
- Macip-Ríos, R. & Macip R. F. (2013). Pago por servicios ambientales (ecosistémicos) en México ¿una alternativa para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo? . *Revista biocyt*, 6 (20), 375-387.
- Madrid Ramirez, L (2011) Los pagos por servicios ambientales hidrológicos: Más allá de la conservación pasiva de los Bosques. *Investigación ambiental* 2011 • 3 (2): 52-58
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005) *Ecosystems and Human Well-Being, A Framework For Assessment* 266 pages
- Minaverri C, (2016). La valoración ambiental de los servicios ecosistémicos que brinda el agua en el marco normativo de américa del sur *REVISTA CATALANA DE DRET AMBIENTAL* Vol. VII Núm. 1 (2016): 1 – 30 -Estudi-
- Minaverri C, (2016). Consideraciones sobre la regulación jurídica ambiental de los servicios ecosistémicos en Argentina. *Estudios sociales*. Numero 48, volumen 26
- Minaverri C, Martinez A (2016). “El derecho de acceso al agua para consumo humano en el nuevo código civil y comercial de la nación de argentina” *Actualidad Jurídica Ambiental*, n. 57 ISSN: 1989-5666 NIPO: 721-15-001-4
- Tallis H, Kareiva P, Marvier M, and Chang A, (2008). An ecosystem services framework to support both practical conservation and economic development *PNAS* July 15, 2008 105 (28) 9457-9464; <https://doi.org/10.1073/pnas.0705797105> Stanford University, Stanford, CA
- Zyla C, (2018). *Water Funds field guide* The Nature conservancy
- White, D; Rubiano J; Andersson M; Garcia J; Saenz L, Jarvis A, (2007). Análisis de oportunidades de inversión en conservación por ahorros en tratamiento de aguas. Parque Chingaza, Colombia, 2007.