



Soluciones tecnológicas de tratamiento de agua. Enfoque de política pública

Technological solutions for water treatment. Public policy approach

Soluções tecnológicas para tratamento de água. Abordagem de política pública

Pablo José Morcillo-Valencia ^I
pablo.morcillo.valencia@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8471-745X>

Sabrina Sofía Reina-Tello ^{II}
sabrina.reina.tello@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-0117-627X>

Darío Javier García-Camacho ^{III}
dario.camacho@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-6616-3016>

Rosa Isabel Subiaga-Delgado ^{IV}
rosa.subiaga@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4089-4534>

Correspondencia: pablo.morcillo.valencia@utelvt.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 03 de abril de 2024 * **Aceptado:** 20 de mayo de 2024 * **Publicado:** 12 de junio de 2024

- I. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ingeniero Químico, Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Química en la Especialidad en Química Inorgánica e Ingeniería Química, Ecuador.
- II. Estudiante de la Carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Magíster en Administración y Dirección de Empresas Mención en Logística Empresarial, Ingeniero en Comercio Exterior, Ecuador.
- IV. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Magíster en Administración de Empresas Mención Planeación, Ingeniero Comercial, Ecuador.

Resumen

Es esencial comprender las tecnologías avanzadas, sus ventajas, restricciones, problemas relacionados y oportunidades a medida que proceden hacia una gestión del agua más efectiva y sostenible. El presente ensayo tuvo como objetivo realizar una revisión desde una visión general de las tecnologías avanzada para el tratamiento del agua desde las políticas públicas en Ecuador. Ser enfatiza en los puntos de vista futuros para mejorar su uso práctico, progreso reciente y la posibilidad de obtener agua potable segura, indicando que la microfiltración, la ultrafiltración y la nanofiltración han alcanzado altos indicadores de remoción de partículas de microorganismos y materia orgánica, lo que contribuye significativamente a la mejora de la calidad del agua. Se concluye que en Ecuador ha existido un avance en materia de la consolidación del agua como un derecho humano y han realizado esfuerzos para asegurar el cumplimiento de los ODS. Es importante considerar la asignación de recursos públicos, gestionar recursos privados o de fondos especiales y priorizar las inversiones para reducir las brechas de acceso y calidad de los servicios entre el área urbana y rural y entre las regiones, y propender por una prestación sostenible de los servicios de agua, saneamiento básico e higiene en Ecuador. Estas inversiones tendrán efectos positivos en otras dimensiones del bienestar de las personas.

Palabras clave: Tecnologías; Acceso al agua; ODS.

Abstract

It is essential to understand advanced technologies, their advantages, constraints, related issues and opportunities as they proceed towards more effective and sustainable water management. The objective of this essay was to carry out a review from a general vision of advanced technologies for water treatment from public policies in Ecuador. It emphasizes future points of view to improve its practical use, recent progress and the possibility of obtaining safe drinking water, indicating that microfiltration, ultrafiltration and nanofiltration have achieved high indicators of removal of microorganism particles and organic matter, which which contributes significantly to the improvement of water quality. It is concluded that in Ecuador there has been progress in the consolidation of water as a human right and efforts have been made to ensure compliance with the SDGs. It is important to consider the allocation of public resources, manage private resources or special funds and prioritize investments to reduce gaps in access and quality of services between

urban and rural areas and between regions, and promote sustainable provision of services. water, basic sanitation and hygiene services in Ecuador. These investments will have positive effects on other dimensions of people's well-being.

Keywords: Technologies; Access to water; SDG.

Resumo

É essencial compreender as tecnologias avançadas, as suas vantagens, limitações, questões e oportunidades relacionadas à medida que avançam no sentido de uma gestão da água mais eficaz e sustentável. O objetivo deste ensaio foi realizar uma revisão a partir de uma visão geral das tecnologias avançadas para o tratamento de água a partir de políticas públicas no Equador. Enfatiza pontos de vista futuros para melhorar seu uso prático, os progressos recentes e a possibilidade de obtenção de água potável, indicando que a microfiltração, a ultrafiltração e a nanofiltração alcançaram altos indicadores de remoção de partículas de microrganismos e matéria orgânica, o que contribui significativamente para a melhoria da qualidade da água. Conclui-se que no Equador houve progresso na consolidação da água como um direito humano e esforços foram feitos para garantir o cumprimento dos ODS. É importante considerar a alocação de recursos públicos, gerir recursos privados ou fundos especiais e priorizar os investimentos para reduzir as disparidades no acesso e na qualidade dos serviços entre as áreas urbanas e rurais e entre as regiões, e promover a prestação sustentável de serviços de água, saneamento básico e saneamento básico. serviços de higiene no Equador. Estes investimentos terão efeitos positivos noutras dimensões do bem-estar das pessoas.

Palavras-chave: Tecnologias; Acesso à água; ODS.

Introducción

El planeta tierra tiene un 70 % de agua, pero casi en su totalidad es agua salada. La misma no es apta para el consumo del hombre o los animales, así como para la agricultura o las industrias. El agua apta para el consumo es el agua dulce, pero es bastante escasa. Sólo el 3 % del agua de la tierra es potable, y la mayoría aparece en forma de hielo en los polos terrestres.

A pesar de los notables esfuerzos y avances realizados por la región en el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio con más del 90% de la población utilizando fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable y más del 80% con acceso a servicios de saneamiento mejorados

en 2015, al utilizar los nuevos estándares de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se encuentra que, al 2017, solo el 74% de la población tenía acceso a agua potable gestionada de manera segura y tan solo 31% contaba con servicios de saneamiento gestionado de manera segura (UNICEF, 2020).

Es decir que el agua dulce y su distribución a nivel mundial no se da de una manera equitativa, mucho menos en un flujo de tiempo constante, existen regiones y zonas en las que el agua es abundante y en gran cantidad, de la misma manera existen zonas que la escasez hace que se conviertan en lugares de difícil supervivencia y sobre todo de llevar una vida restringida; a esto se debe tomar en cuenta las estaciones en donde existe lluvias frecuentes y otros sitios donde la lluvia solo se da pocas veces en pocos meses del año (Colmenárez, 2020).

En este sentido, en América Latina y el Caribe persisten grandes desigualdades en el acceso tanto a energía como a agua potable y saneamiento, debido a insuficiencias de infraestructura de calidad para el abastecimiento que garantice la seguridad hídrica y energética de todas las personas. Actualmente en la región 161 millones de personas no tienen acceso a agua potable gestionada de manera segura, 431 millones no tienen acceso a saneamiento gestionado de manera segura, 17 millones de personas no tienen acceso a la electricidad y 75 millones no tienen acceso a combustibles y tecnologías limpias para cocinar. Existe por tanto una necesidad y también una oportunidad de impulsar la inversión para universalizar la cobertura de estos servicios a toda la población, la que además genera empleos verdes y nuevos ingresos, reduce los impactos sobre el medio ambiente y mejora la salud pública (CEPAL, 2022).

Por otra parte, como forma de organización de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en el área rural, en todos los países de la región se caracteriza, mayoritariamente, por la existencia de cientos o miles de prestadores comunitarios, que bajo diferentes denominaciones (juntas de aguas, asociaciones de usuarios, cooperativas, etc.) se encargan básicamente de la captación y distribución de agua, en muchos casos de manera bastante precaria y sin tratamiento, quedando cada familia a cargo del manejo de sus aguas residuales mediante sistemas individuales (Fernández, Saravia, & Gil, 2021).

Para el área urbana, la organización del sector entre los países de la región varía un poco más que en el área rural. Aunque en varios países se encuentran algunas organizaciones comunitarias que prestan servicios en áreas urbanas o periurbanas, en general predominan los prestadores con organización formal, empresarial o institucional. Así, de los veinte países de América Latina y el

Caribe de mayor tamaño (98% de la población total de la región), existe un prestador público único de alcance nacional (para el área urbana) en 7 países (Costa Rica, El Salvador, Haití, Nicaragua, Panamá, Paraguay y Uruguay); 3 países donde la prestación está a cargo de prestadores regionales (Chile, República Dominicana y Venezuela); mientras que en los diez restantes la prestación está a cargo de los gobiernos municipales (CEPAL, 2022).

En cuanto a avances en el desarrollo de la regulación económica de la prestación urbana de los servicios de agua potable y saneamiento, podemos clasificar los países entre: Países que han establecido, mediante leyes, marcos regulatorios de alcance nacional, o de alcance estadual (para el caso de los países federales): Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay ; y, países que no han aún establecido dichos marcos: Cuba, El Salvador, Guatemala, Haití, República Dominicana y Venezuela (Fernández, Saravia, & Gil, 2021).

Ahora bien, se sabe que para el consumo del ser humano y de la mayoría de los seres vivos el recurso que se ocupa principalmente es el agua, este aparte del consumo también se lo utiliza para la producción y la generación de otros recursos, cabe recalcar que el agua dulce existe en una menor proporción al agua total que existe en el planeta, es decir que el porcentaje de agua total existente no es consumible del todo. (Samaniego, 2022).

El tratamiento del agua juega un papel fundamental en la garantía de acceso al agua potable segura y la protección del saneamiento básico. Para resolver los problemas actuales desde el punto de vista de la calidad del agua y la disponibilidad del recurso hídrico, se desarrollaron y utilizaron tecnologías avanzadas en la purificación del agua. dichas tecnologías ofrecen soluciones innovadoras y efectivas para superar los problemas emergentes en el campo de la contaminación y la escasez de agua.

Entre las tecnologías avanzadas utilizadas en la purificación del agua, la filtración avanzada fue altamente efectiva para mejorar la calidad del agua (Zhou, Xie, Liu, Lai, Ong, & Wang, 2022) indican que la microfiltración, la ultrafiltración y la nanofiltración han alcanzado altos indicadores de remoción de partículas de microorganismos y materia orgánica, lo que contribuyó significativamente a la mejora de la calidad del agua. Por otro lado, la ósmosis inversa se asignó como una tecnología clave para la desalinización y el procesamiento de agua salobre.

Es esencial comprender las tecnologías avanzadas, sus ventajas, restricciones, problemas relacionados y oportunidades a medida que proceden hacia una gestión del agua más efectiva y

sostenible. La siguiente revisión proporciona una visión general de las tecnologías avanzada de tratamiento de agua y enfatiza los puntos de vista futuros para mejorar su uso práctico, progreso reciente y la posibilidad de obtener agua potable segura

Desarrollo

Políticas públicas del agua desde la garantía normativa

En materia de política pública juega un papel primordial, el Estado, al cual le corresponde establecer políticas públicas de inclusión para generar verdaderos procesos de gestión comunitaria del agua, como lo señala (Valencia, 2020, pág. 159), “coyuntura que obliga a los Estados en la región a desarrollar políticas, planes y estrategias específicas relativas al derecho al agua y el saneamiento, atendiendo a medidas positivas o de acciones afirmativas”. En consecuencia, es necesario revisar lo que establecen las normativas jurídicas.

En este sentido, Entre las innovaciones que incorporó la Constitución de 2008, se encuentran: el Sumak Kawsay o buen vivir, como una alternativa al modelo del desarrollo bajo la cosmovisión andina; el reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derechos; en tal sentido, en la Constitución de la República (Asamblea Nacional Constituyente, 2008) establece entre los derechos del buen vivir, el derecho humano al agua y en el artículo 12 dispone que “el agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

En este mismo orden de ideas, la constitución en el artículo 57, numerales 6 y 8 reconoce como derechos a las comunidades indígenas: particularmente el artículo 6. Hace referencia a participar en el uso, usufructo, administración y conservación de los recursos naturales renovables que se hallen en sus tierras. 8. Conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad.

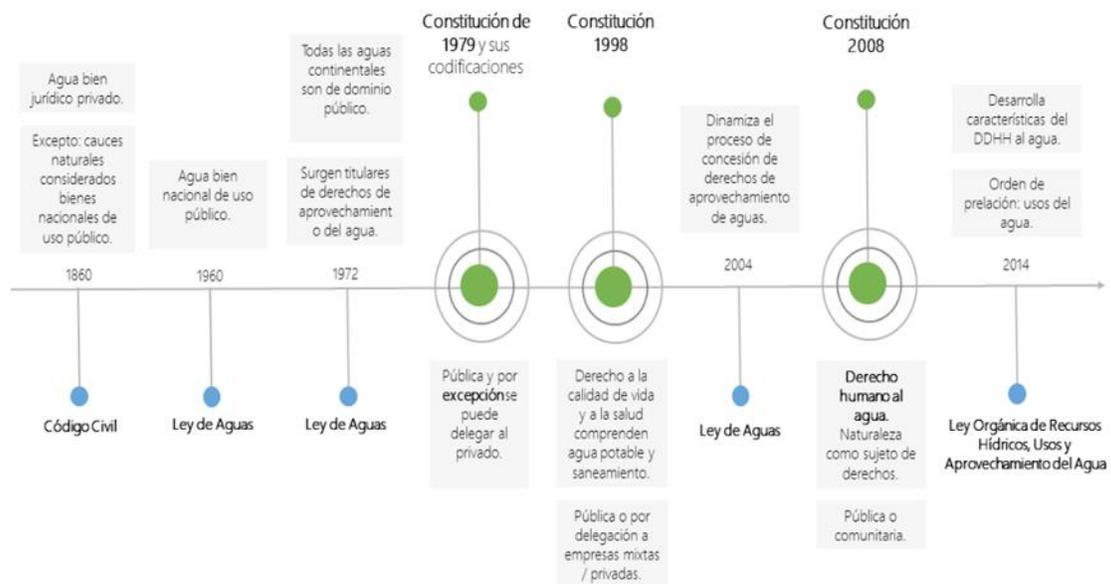
No obstante, el reconocimiento del agua como derecho humano y fundamental, fue otro de los ejes en los que se sustenta Se observa como en esta disposición constitucional le corresponde al Estado implementar programas de inclusión de estas comunidades para preservar los recursos naturales como el agua. Así se observa que en el mismo texto constitucional en el artículo 318, “la gestión del agua es pública o comunitaria y el Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las

iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua mediante alianzas entre lo público y comunitario” (Martínez, 2019).

Esa disposición constitucional permitió entonces que pese a que se trató de una disposición constitucional, el legislador cumplió su cometido 6 años después, con la expedición de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, LORHUA el 6 de agosto de 2014 (Asamblea Nacional Ecuador, 2014) la gestión de este vital líquido sea pública o comunitaria; y al respecto establece en el artículo 19 la creación del “Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua; el cual es parte del sistema nacional estratégico del agua”. Así mismo, en el artículo 48 dispone que: “se reconocen las formas colectivas y tradicionales de manejo del agua, propias de comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades y se respetarán sus derechos colectivos en los términos previstos en la Constitución y la ley” (ver Figura 1).

Sin embargo, esta norma tuvo oposición, en especial del movimiento indígena, así como fue la primera norma en el Ecuador, que parte de sus artículos fueron sometidos a Consulta Prelegislativa, debido a que estos podían afectar los derechos de los pueblos y nacionalidades indígenas. La ley define al agua como patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

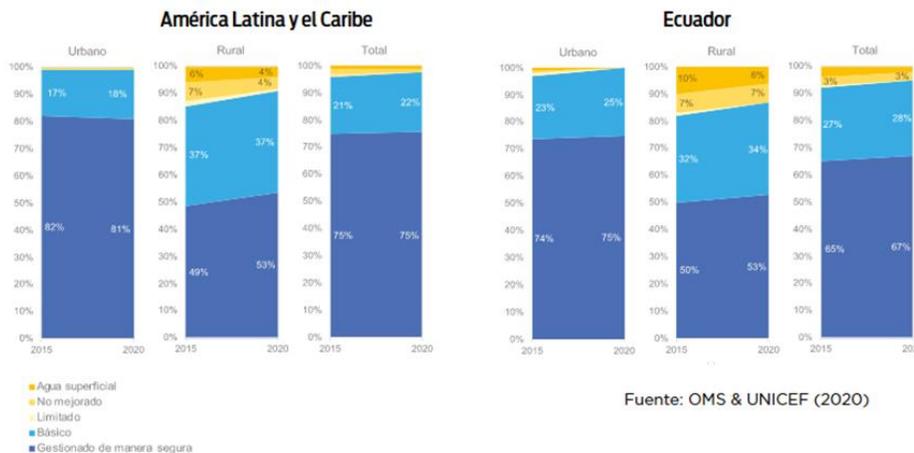
Figura 1: Evolución del derecho del agua en el Ecuador



Fuente: Elaboración propia a partir de legislación histórica

La Autoridad Única del Agua, con el propósito de garantizar el derecho humano al agua, según la norma tenía que fijar una cantidad vital y una tarifa mínima, respectivamente, de agua por persona (habitante/día), para satisfacer las necesidades básicas de uso doméstico (art. 59) (Martínez, 2017). La cantidad vital por persona es la piedra angular sobre la cual descansa la exigibilidad del derecho humano al agua. De tal suerte que el agua cruda destinada a ser procesada dentro de este rango es gratuita, sí excede de este mínimo se aplica una tarifa. Situación totalmente distinta a la del agua procesada (agua potable), la cual tiene una tarifa para garantizar la sostenibilidad del servicio. La Secretaría del Agua, a través de Acuerdos Ministeriales No. 2017-1522 (reformado por Acuerdo No. 2017-0010) y 2017-1523, respectivamente, aprobó la fórmula de cálculo para la obtención de la tarifa referencial de agua cruda, mientras que en el segundo fijó la cantidad mínima vital de agua (200 litros/habitante/día, como valor unificado de cantidad mínima, pese a que la Organización Mundial de la Salud, considera que debe ser 100 litros/ habitante/día).

Figura 2: Niveles de servicio de agua para consumo humano, ALC y Ecuador 2015 y 2020



En los gráficos que se presentaron las coberturas de agua, saneamiento básico e higiene por niveles de servicio en 2015 y 2020 para Ecuador y América Latina y el Caribe. En general, se observan leves mejorías en el acceso a servicios de agua y saneamiento básico gestionados de manera segura, tanto para Ecuador como para la región, pero persisten las brechas urbano-rurales. En el caso del servicio de agua en Ecuador en el 2020, el 100% de la población urbana tenía acceso a agua gestionada de manera segura o un servicio básico, mientras sólo el 87% de la población rural tenía

acceso equivalente. Además, un 6% de la población rural accede directamente a agua de fuentes superficiales (sin previo tratamiento) para su consumo.

Políticas públicas en Ecuador y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El sexto de estos objetivos corresponde a Agua Limpia, Saneamiento e Higiene. La ONU (2015) plantea este objetivo que tiene como propósito principal “garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y saneamiento para todos” recalcando la importancia transversal que existe sobre los medios de subsistencia para los menos afortunados. Para esto, se toma en cuenta la escasez de los recursos hídricos, a lo que se suma la calidad del agua y las consecuencias que tiene esto en la seguridad alimentaria. En Ecuador en 2015, se ha firmado un decreto ejecutivo que establece los ODS como política de estado para seguir con la Agenda 2030 y por lo tanto continuar con el cumplimiento de los ODS (Naciones Unidas., 2015).

La Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) de 2016 fue designada para proponer una actualización metodológica para la medición del ODS correspondiente al agua y saneamiento. A pesar de que en la encuesta se incluye principalmente datos correspondientes al mercado laboral, esta vez se incluyó, en una sub-muestra, una sección de datos de la vivienda, donde constaban las preguntas concernientes a agua, saneamiento e higiene con el fin de medir los indicadores para monitoreo de las metas 6.1, 6.2 de los ODS. La meta 6.1 trata sobre el acceso a agua potable a un precio justo y la 6.2 se enfoca en el acceso a sistemas de saneamiento e higiene. La encuesta se realizó en dos etapas, una primera realizada en septiembre como prueba piloto con el fin de tener una línea base para una segunda encuesta que se realizó en diciembre del mismo año (Pozo, Serrano, & Castillo, 2017).

A pesar de que se realizó una encuesta que recolectó datos sobre el agua, saneamiento e higiene en 2016, no hubo encuestas en 2017, 2018 y 2019 al punto que el último análisis que presenta el INEC y UNICEF en 2018 tiene como base en 2016. Esto desencadena un problema de información en Ecuador sobre agua, saneamiento e higiene dado a que no se le ha dado un seguimiento adecuado, es decir, se tiene información desactualizada. A esto se suma el hecho de que no se cuenta con la información sobre el tratamiento de excretas en el caso de hogares con servicio higiénico conectado a alcantarillado, un eje dentro de la meta 6.3 que trata sobre el manejo de aguas residuales (INEC-UNICEF, 2018)

La información es un insumo que funciona como motor para la toma de decisiones. Con los avances informáticos de la época se ha logrado generar bases de datos de libre acceso en distintitos sistemas de consulta pertenecientes a diferentes entidades. Sin embargo, muchas veces la información puede acarrear problemas de calidad, veracidad y objetividad. En Ecuador, la información sobre el agua se encuentra dispersa entre las diferentes instituciones que la monitorean por lo que existe una falta de integración de esta (CEPAL, 2012).

A pesar de que la ley ecuatoriana establece que los municipios se encarguen de los temas de agua y saneamiento, el gobierno central ha establecido que al ser una meta nacional se debe intervenir. Es por esto por lo que a través de la SENAGUA el gobierno ecuatoriano planteó la agenda de desarrollo del sector de agua y saneamiento. Este plan se presentó en la Estrategia Nacional de Agua Potable y Saneamiento (ENAS) que como se mencionó anteriormente funcionaría como hoja de ruta para cumplir con las metas de agua potable y saneamiento. Dentro de la planificación gubernamental se estableció el Plan Nacional Del Buen Vivir y la Estrategia para la Igualdad y Erradicación de la Pobreza (ENIEP) que tienen como objetivos satisfacer las metas de la ENAS. Por lo que en conjunto con el apoyo financiero y técnico del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Programa de Agua y Saneamiento del Banco mundial y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) a través del Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento en América Latina y el Caribe (FECASAL), se diagnosticó las prioridades estratégicas de la ENAS (Molina, Pozo, & Serrano, 2018).

Gobernanza en materia de agua y recursos tecnológicos

La propuesta de la SENAGUA está en la misma línea que los ODS, y está encaminada a las instituciones del Estado Central, asociaciones que dan servicios y municipios con el fin de promover la gestión, administración y prestación de servicios de agua y saneamiento. En la ENAS se puede encontrar un diagnóstico de los servicios, en el que se detalla la cantidad de inversión requerida para lograr el acceso universal a los servicios, de la misma forma expone las condiciones de mercado y eficiencia necesarios (Secretaría Nacional del Agua, 2016).

El documento de la ENIEP se basa en el hecho de que el agua y saneamiento son bienes que garantizan derechos y que deben llegar a toda la población, es decir, bienes superiores. De esta forma la ENIEP plantea algunos lineamientos y metas que pretenden promover la cobertura de los servicios de agua y saneamiento, como es impulsar el progreso en la gestión de servicios y el acceso

de agua de calidad (Comité Interinstitucional para erradicación de la pobreza, 2014). Este documento menciona que se puede erradicar la pobreza por necesidades básicas insatisfechas si todos los municipios consiguieran universalizar la cobertura de los servicios mencionados.

La definición del encargado de las competencias relacionadas al manejo del recurso hídrico se tiene en el artículo 55 del Código Orgánico De Organización Territorial (COOTAD), que en su literal d) menciona que la prestación de servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental son competencias exclusivas de los gobiernos autónomos descentralizados municipales en Ecuador (Ministerio de Coordinación de la Política, 2010).

Instituciones

En el país existe un problema relacionado a la asistencia técnica. Muchas veces la información de la gestión de los distintos actores nacionales involucrados se encuentra desorganizada debido a la falta de coordinación entre las instituciones (Vilca, 2020). Las instituciones que contienen información de los prestadores de son 6. Estas son: el Banco de Desarrollo del Ecuador, Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME), el INEC, la Agencia de Regulación y Control del Agua, la Agencia de Regulación y Control Sanitario, Ministerio del Ambiente y el Ministerio de finanzas (Pabón, 2020).

A pesar de los esfuerzos realizados por las instituciones para recopilar la información aún existe el desafío de consolidarla, es decir que los datos no estén dispersos. Es importante mencionar que la información es uno de los principales insumos para la toma de decisiones por lo que esta tiene que ser de calidad, veraz y objetiva. Para mejorar la toma de información, así como el control de los prestadores de los servicios se pueden establecer límites en las competencias de las instituciones encargadas (Torres, 2020).

Además, se puede articular los programas de asistencia técnica de tal forma que todas las instituciones se dirijan hacia la misma dirección, es decir, seguir a los mismos objetivos (Medina, 2020). La creación de un sistema único de información para los prestadores de servicios de tal manera que se pueda dar un seguimiento adecuado que siga las mismas métricas. Todo esto se orienta al mejoramiento de la información sectorial, tanto en la recolección como en las instituciones que regulan y controlan lo asociado a la provisión de los servicios de agua potable y saneamiento (Prada, 2021).

En algunos lugares del mundo se está trabajando por la concientización del cuidado y preservación de los recursos sostenibles, ya que, actualmente, existe preocupación por los recursos aptos para el consumo humano. Por ello, se desarrollan propuestas de creación de ciudades inteligentes. Gracias a la transformación digital muchas ciudades pueden alcanzar mejores estándares en el cuidado de los recursos naturales beneficiando enormemente a sus poblaciones (Tallón, 2021). Obviamente, no son suficientes como para generar grandes cambios. En este sentido, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) adquieren relevancia porque se han insertado exitosamente en todos los campos y áreas de administración y gestión de los recursos, uno de ellos el agua, elemento vital para la vida de las personas. Con las TIC, se puede gestionar el cuidado, el reparto y sostenibilidad del agua eficientemente, utilizando todo el conocimiento que en los últimos años ha evolucionado considerablemente, facilitando la vida y aportando científicamente para mejorar, prevenir, reducir los costos, etc.

Se debe reiterar que la eficiencia en los procesos para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico depende de las propuestas que incluye el monitoreo de la calidad. Mediante estrategias inteligentes y la tecnología se puede lograr disponibilidad del recurso. En la práctica, como tratamiento operativo, se trabaja en los siguientes aspectos: Tuberías inteligentes y redes de sensores; medición Inteligente, sistemas de comunicación; sistemas de información geográfica (SIG); computación y tratamiento de datos en la nube; control de supervisión y adquisición de datos modelos, herramientas de optimización y apoyo a las decisiones; comunicación basada en web y herramientas de Sistemas de Información (Miñarro, 2022).

Ante la grave crisis del agua a nivel mundial son varios años que se lleva tratando de desarrollar una gestión ecosistémica del agua, la cual siga los principios de la sostenibilidad y desarrollo. De esta manera nos indican que los recursos hídricos son limitados y su mantenimiento depende de la conservación en buen estado de sus sistemas acuáticos, dependiendo como se realice una gestión eficaz basada en el ahorro, el reúso y la no contaminación del agua se puede realizar una gestión que se pueda integrar a cuencas hidrológicas (Víctor, 2020).

De esta manera el uso de tecnologías sostenibles toma un rol importante tanto para el abastecimiento del agua como para el tratamiento de la misma, convirtiéndose así en una solución para la crisis del agua, dependiendo de su alcance económico, social, legal y ambiental. Estas tecnologías sostenibles deben ser de bajo coste dependiendo la población a la que va atender. Para poder conseguir una gestión íntegra y sostenible del agua es muy importante el implementar

tecnologías adecuadas para la captación y para su tratamiento, teniendo muy en cuenta que una fuente alternativa para un recurso hídrico está en el reúso de agua ya utilizada.

Una tecnología sostenible dependería de los procesos naturales de depuración en el cual no interviene el uso de químicos y las cuales deben eliminar sustancias contaminantes por medio del uso de vegetación acuática, suelo y microorganismos. Este tipo de tecnologías requieren superficies más abiertas las cuales hacen su uso especialmente para ser aplicadas en zonas rurales, convirtiéndolas en influentes para el desarrollo de comunidades y estimulando la participación ciudadana a procesos de participación que aumente su conocimiento técnico y dando un mayor interés al mantenimiento de sus recursos.

Conclusiones

Si bien es cierto, el abordaje del agua como un derecho humano se concretizó en el presente siglo, ya desde la década de los setenta del siglo pasado tanto la comunidad internacional a través de acuerdos internacionales, así como por medio de conferencias y planes de acción, pusieron en evidencia que el líquido vital, era fundamental para la consecución de otros derechos, inicialmente asociado con el derecho a la salud, y posteriormente se lo tuvo en cuenta en instrumentos internacionales de diversa índole

En el Ecuador contamos con procesos de tratamiento no efectivos o incompletos, los cuales por medio de alcantarillados o colectores dirigen el agua contaminada hacia plantas de tratamiento donde serán tratadas previo a su descarga hacia fuentes naturales de agua como son los ríos. Estos procesos en muchas ocasiones costosas no son capaces de reducir los contaminantes al máximo y al ser vertidos a sus cauces naturales siguen causando daño al medio ambiente y a la salud de pobladores que hacen el uso de la misma.

Es importante considerar la asignación de recursos públicos, gestionar recursos privados o de fondos especiales y priorizar las inversiones para reducir las brechas de acceso y calidad de los servicios entre el área urbana y rural y entre las regiones, y propender por una prestación sostenible de los servicios de agua, saneamiento básico e higiene en Ecuador. Estas inversiones tendrán efectos positivos en otras dimensiones del bienestar de las personas.

Referencias

1. . Asamblea Nacional Ecuador. (2014). Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Registro Oficial N. 305, [http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-
Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprov.](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprov.)
2. Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República Ecuador. Registro Oficial N. 449: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf.
3. Cárdenas, A. (2022). Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en México: diagnóstico y desafíos de política pública. *Tecnología y ciencias del agua*, 184-245.
4. CEPAL. (2012). Diagnóstico De Las Estadísticas Del Agua En Ecuador. CEPAL.
5. CEPAL. (2022). Recursos Naturales en América Latina y el Caribe - No.4. CEPAL, <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48130-recursos-naturales-america-latina-caribe-no4>.
6. Colmenárez, A. (2020). Una década del derecho humano al agua y la participación ciudadana. Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado.
7. Comité Interinstitucional para erradicación de la pobreza. (2014). Estrategia Nacional para la Igualdad y el Erradicación de la Pobreza. Comité Interinstitucional para erradicación de la pobreza, [http://www.planificacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/05/Estrategi-
Nacional-para-la-Igualdad-y.](http://www.planificacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/05/Estrategi-Nacional-para-la-Igualdad-y.)
8. Fernández, D., Saravia, S., & Gil, M. (2021). Políticas regulatorias y tarifarias en el sector de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe. Series de la CEPAL. Recursos Naturales y Desarrollo, [https://www.cepal.org/es/publicaciones/47131-politicas-
regulatorias-tarifarias-sector-agua-potable-saneamiento-america-latina](https://www.cepal.org/es/publicaciones/47131-politicas-regulatorias-tarifarias-sector-agua-potable-saneamiento-america-latina).
9. INEC- UNICEF. (2018). Agua, saneamiento e higiene: Medición de los ODS en Ecuador. INEC- UNICEF., https://www.unicef.org/ecuador/media/11621/file/Ecuador_saneamiento_higiene.pdf.pdf.
10. Martínez, A. (2017). “The Vital Minimum Amount of Drinking Water Required in Ecuador”. *Resources*, vol. 7, no. 15.
11. Martínez, A. (2019.). “La regulación del abastecimiento de agua en Ecuador. Evolución histórica y realidad actual”, *Sostenibilidad: económica, social y ambiental*, , 32-54.

12. Medina, C. U. (2020). Tratamiento de aguas residuales de camales mediante tecnologías avanzadas de oxidación: proceso fenton. *Revista Ingeniería UC*, 165-174.
13. Ministerio de Coordinación de la Política. (2010). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. Ministerio de Coordinación de la Política., <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Codigo-Organico-de-Organizacion-Territorial-cootad.pdf>.
14. Miñarro, J. (2022). Prototipo para mejorar la automatización de procesos en las infraestructuras en el sector del agua.
15. MOLINA, A., POZO, M., & SERRANO, J. (2018). Agua, saneamiento e higiene: medición de los ODS en Ecuador. Quito. Instituto Nacional de Estadística y Censos y UNICEF.
16. Moreno, S. (2018). Tratamiento de aguas residuales en el tanque IMHOFF para disminuir la contaminación en la quebrada Sicacate del distrito de Montero.
17. Naciones Unidas. (2015). Agua y desarrollo sostenible. Naciones Unidas., <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/background/>.
18. Pabón, S. B. (2020). contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27), 9-18.
19. Pozo, M., Serrano, J., & Castillo, R. (2017). Construcción metodológica de los indicadores ODS de Agua, Saneamiento e Higiene. INEC.
20. Prada, A. (2021). Revisión de las tecnologías para tratamiento de aguas de producción petrolera para su aprovechamiento en el riego de cultivos.
21. Samaniego, H. (2022). Gestión Inteligente de Sistemas de Agua Potable. Universidad Internacional de la Rioja.
22. Secretaria Nacional del Agua. (2016). Estrategia Nacional de Agua Potable y Saneamiento. Secretaria Nacional del Agua., <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/REVISTA-SENAGUA.compressed.pdf>.
23. Tallón, I. (2021). El impacto de la transformación digital en la gestión inteligente del agua. *TecnoAqua*.
24. Torres, L. R. (2020). Sostenibilidad de las tecnologías de tratamiento de agua para la zona rural. *Revista de Ingeniería*, (49), 52-61.
25. UNICEF. (2020). “Joint Monitoring Program”. Washdata, <https://washdata.org/data/household#!/>.

26. Valencia, Y. (2020). Acceso al agua potable y saneamiento: Desafío en las Américas para colectivos étnicos desde los estándares internacionales de protección de los derechos humanos. *Relaciones internacionales: Revista académica cuatrimestral de publicación electrónica*, (45), 137-162.
27. Víctor, H. (2020). "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA POATUG, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA". UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
28. Vilca, Y. L. (2020). Tratamiento de aguas residuales procedentes de la industria láctea mediante el proceso de electrocoagulación.
29. Zhou, H., Xie, Z., Liu, Y., Lai, B., Ong, W., & Wang, S. D. (2022). Recent advances in molybdenum disulfide-based advanced oxidation processes. *Environmental Functional Materials*, (1), 1-9.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).