

Los desafíos de la reutilización de las aguas residuales en el Perú

The challenges for wastewater reuse in Peru

Paucar, Flor^{1*} e Iturregui, Patricia²

1 Facultad de Derecho, Escuela de Doctorado, Universidad de Alicante. Alicante, España.
2 Grupo de Investigación en Derecho Ambiental, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.



Citar como: Paucar, F. e Iturregui, P. (2020). «Los desafíos de la reutilización de las aguas residuales en el Perú». *South Sustainability*, 1(1), e004
DOI: 10.21142/SS-0101-2020-004

Artículo recibido: 12/11/2019
Arbitrado por pares
Artículo aceptado: 30/3/2020



©Los autores, 2020. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

*E-mail de correspondencia:
florgianina19@gmail.com

RESUMEN

En el Perú y, en particular, en la provincia de Lima se observa una situación de mayor demanda hídrica y menor disponibilidad a causa de diversos factores, como son la distribución asimétrica del recurso, el crecimiento demográfico acelerado, los altos niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, entre otros, lo cual genera una situación de escasez hídrica. Ante tal escenario, surge la imperiosa necesidad de implementar recursos alternativos a fin de generar una fuente adicional de suministro hídrico, que permita reducir la presión que se ejerce sobre las fuentes naturales y mejorar la calidad de los cuerpos receptores de agua, debido a la depuración de las aguas residuales. En tal contexto, el presente artículo tiene por objeto dar alcances y propuestas frente a las siguientes interrogantes: ¿cuál es la solución legislativa que se ha dado al problema de la contaminación de las aguas en el país, principalmente las aguas residuales de origen doméstico sin depurar? y ¿cuál es la importancia de considerar a las aguas residuales tratadas como fuente de agua alternativa? En concreto, su finalidad estriba en el análisis jurídico de la reutilización de las aguas residuales tratadas en el Perú, a partir de una revisión del ordenamiento normativo que establece los aspectos técnicos administrativos de su regulación y gestión, en aras de mostrar su régimen especial. Pero, previo a ello, resulta conveniente realizar un análisis de las recomendaciones elaboradas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para el manejo de aguas residuales en el marco del Programa País, a fin de alcanzar el Perú su incorporación a la misma.

Palabras clave: *Desempeño ambiental, aguas residuales, tratamiento, vertimiento, reutilización, planta de tratamiento*

ABSTRACT

In Peru, particularly in the province of Lima, there exists a situation of high demand for water and limited availability, resulting from several factors, such as asymmetric distribution of water, accelerating population growth, and high levels of surface and subterranean water pollution. In addition, the region is experiencing the consequences of climate change and global warming, which aggravate the water scarcity situation. Given this scenario, the implementation of alternative resources is urgently required, so that additional sources of water supply can be generated, thereby reducing the pressure on existing natural water sources and improving the quality of receiving water bodies, since the purification of wastewater constitutes a sustainable mechanism to minimize environmental impacts. In this context, this article aims to address the following questions: What legislative solutions have been introduced to deal with the problem of water pollution in Peru, predominantly wastewater of untreated domestic origin? Moreover, how significant is the consideration of treated wastewater as an alternative water source? Specifically, the aim is to offer a legal analysis of the reusing of treated wastewater in Peru, based on a review and interpretation of the regulatory system which defines the administrative and technical aspects of water reuse regulation and management; however, the article begins by conducting an analysis of the recommendations produced by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) applicable to wastewater management, within the framework of the Country Program, and Peru's incorporation into that initiative.

Keywords: *Environmental performance, wastewater, treatment, dumping, reuse, treatment plant*



Proceso de incorporación del Perú a la OCDE, implicancias y retos en materia de agua

Una primera aproximación al proceso de incorporación a la OCDE fue la realización de la Evaluación de Desempeño Ambiental (EDA) del Perú, en la cual se precisan las principales oportunidades del país para mejorar su desempeño ambiental. Este proceso de gestión ambiental comprendido de 2003 a 2013 incluye los aspectos más relevantes que tiene como desafíos el Perú, a fin de lograr avances significativos en materia ambiental y económica (Castro Sánchez-Moreno, 2016).

En virtud de la EDA y sus 66 recomendaciones, se elaboró el plan de acción, aprobado mediante Decreto Supremo 005-2017-MINAM, para implementarlas. Se precisó que el objetivo a 2021 es asegurar el cumplimiento de políticas públicas apropiadas para generar mejores condiciones para el desarrollo en el Perú (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, Ceplan, 2016).

En consecuencia, es necesario hacer una revisión de las políticas sobre la gestión de los recursos hídricos, así como evaluar las medidas para el fortalecimiento de la institucionalidad ambiental del país y su ente rector, el Ministerio del Ambiente (Minam). Asimismo, verificar la aplicación y el cumplimiento de los estándares ambientales en las industrias extractivas, forestales o agroindustriales. De igual modo, considerar los factores de conflictividad social, acceso al agua y planificación urbana, diversificación productiva, ordenamiento territorial y política fiscal, el desarrollo verde. Todo ello a fin de establecer el escenario ideal del país en el que deseamos vivir y lo que esperamos dejar para las generaciones posteriores.

No resulta extraño pensar que, luego de los compromisos y desafíos ambientales asumidos, el Perú deba realizar cambios drásticos para cumplir con las recomendaciones de la OCDE, que contribuyen a disponer de mayores estándares ambientales a fin de dar respuesta a los problemas de gestión ambiental global (Minam, 2016). Sin lugar a dudas, dentro de la gestión de los recursos naturales será necesario aunar esfuerzos para luchar contra el deterioro de las fuentes de agua, y para ello también es importante la gestión y prevención de conflictos por los usos del recurso hídrico.

Preciso es mencionar que el Perú solicitó ser miembro de la OCDE en 2012, y en diciembre de 2014, en la ciudad de Veracruz (México), se suscribió el acuerdo entre el Perú y la OCDE, ratificado mediante el Decreto Supremo 004-2015-RE, que entró en vigencia el 13 de febrero de 2015 (Castro Sánchez-Moreno, 2016). Como resultado de ello, según el Programa País, la OCDE emitió 12 instrumentos legales que están siendo ratificados por el Perú, así como la realización de 31 estudios (Iturregui Byrne, 2016), dentro de los cuales figura la EDA del Perú.

Según la OCDE, «el Programa País OCDE-Perú, lanzado en diciembre de 2014, ha tenido como objetivo principal el

mejoramiento de las políticas públicas y apoyar el proceso de reformas del Perú» (Arias Minaya, 2018, p. 8). Una de las áreas clave consideradas en el referido programa es el ambiente.

Así, en 2016 fue presentada de manera oficial la EDA del Perú, publicada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y la OCDE, como uno de los productos resultantes del Programa País. En el documento se precisan los compromisos asumidos por el Estado peruano para alcanzar un mejor desempeño ambiental bajo el enfoque de la OCDE. En definitiva, alcanzar la incorporación del país como miembro de la organización implica la formulación de una agenda precisa y constatable, cuyo objetivo es la solución de tareas pendientes de gobernabilidad, sobre la base de altos estándares internacionales. Si bien la OCDE no cuenta con mecanismos de sanción ante el incumplimiento de las decisiones, recomendaciones o declaraciones, puede aplicar procedimientos correctivos a pedido expreso de sus demás integrantes. Ello representa, sin duda, una gran oportunidad para el país (Lanegra Quispe, 2018).

Así, la OCDE, mediante las EDA, pretende dar pautas a los países que aspiran a ser miembros de ella, como el Perú, a fin de potenciar su desempeño individual y colectivo en la gestión ambiental. Cabe precisar que a través del Programa País, considerada una herramienta para estructurar la cooperación con los países que no forman parte de ella, establece los siguientes objetivos (Arias Minaya, 2018): a) colaborar con los procesos de mejora de economías emergentes, b) fomentar la participación de los países en las redes internacionales de políticas públicas, c) propiciar que los países alcancen mejores prácticas internacionales, y d) lograr que los países incorporen los estándares y recomendaciones de la referida organización.

Al respecto, Mariano Castro (2016), en relación con la misión de la OCDE, señala las siguientes acciones: a) ayudar a gobiernos individuales a evaluar el progreso en el rumbo hacia sus objetivos ambientales, b) promover el diálogo permanente respecto a políticas y el aprendizaje entre colegas, y c) incentivar una mayor rendición de cuentas entre países y ante la opinión pública. En síntesis, la OCDE es considerada una «fuente de inspiración para una reforma estructural progresiva e irreversible en todos los sectores relevantes para el desarrollo económico, ambiental y social de un país» (Iturregui Byrne, 2016, p. 16), lo que constituye un conglomerado de buenas prácticas compartidas entre los países miembros.

1. Retos de la gestión del agua en el Perú

Ahora bien, respecto a la precitada EDA, que contiene las conclusiones y recomendaciones destacadas, particularmente en cuanto a la gestión ambiental del agua, que es objeto de estudio en este apartado, cabría preguntarse: ¿cuál ha sido el avance del país en gestión hídrica?

Según el primer estudio de desempeño ambiental realizado por el Perú, respecto a la situación de las aguas residuales domésticas generadas en el país, se puede señalar que solo el 40 % del volumen total producido recibe algún tipo de tratamiento previo a su vertimiento en un cuerpo receptor (Minam, 2016). En virtud de ello, claramente se señala en la EDA que las principales causas de la deficiente calidad de los cuerpos de agua son el insuficiente tratamiento de tales aguas, descargas de aguas residuales no tratadas, manejo inadecuado de residuos sólidos, pasivos ambientales (mineros, hidrocarbúricos, agrícolas y poblacionales) y características propias del ambiente (Minam, 2016).

La relevante preocupación por el tratamiento de aguas residuales ha llevado al sector privado a contribuir cada vez más con el Estado peruano en la gestión de los servicios de agua y saneamiento. Es así que las asociaciones público-privadas (APP) y Obras por Impuestos (Minam, 2016) permitieron agilizar la ejecución de proyectos de infraestructura pública prioritarios en todo el país, entre ellos las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) (Minam, 2016).

Por otro lado, la EDA muestra que en el Perú, dentro del periodo de evaluación (2003-2013), hubo un incremento en el tratamiento de aguas residuales a nivel nacional (Minam, 2014). Sin embargo, se evidencia una falta de gestión al respecto en los departamentos de Amazonas, Apurímac, Huancavelica, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali, puesto que sus aguas residuales no son tratadas (Cepal y OCDE, 2016).

Asimismo, se indica que, si bien la calidad del agua es monitoreada en 98 de las 159 cuencas hidrográficas, más del 40 % (41 de 98) de esas cuencas monitoreadas no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua (ECA-Agua). Se hace énfasis en que el deterioro de la calidad de sus aguas se debe a la ausencia de tratamiento de las aguas servidas, la contaminación industrial y minera, y el uso de agroquímicos (Cepal y OCDE, 2016).

A mayor abundamiento de ello, la zona costera del Perú no es ajena a tales problemas de contaminación. En el EDA puntualmente se señala que «la calidad ambiental de las aguas costeras disminuyó en rangos variables dependiendo de la zona. En particular, destacan altas concentraciones de cargas contaminantes asociadas con descargas industriales y domésticas, en las bahías de Huacho, Callao, Chancay, Chimbote, entre otras. El Callao y Chimbote presentan valores de coliformes totales y termotolerantes por encima de los estándares de calidad del país» (Cepal y OCDE, 2016, p. 20).

En consecuencia, la calidad de las aguas marino-costeras, sus ríos y el mar adyacente se encuentra afectada debido a diferentes contaminantes presentes en las aguas residuales provenientes de las aglomeraciones urbanas, la industria pesquera y la acuicultura que, usualmente, son evacuadas a las masas de

agua sin un adecuado tratamiento o, peor aún, sin ser tratadas.

Ante tal panorama hídrico a nivel nacional, se demuestra que la disponibilidad hídrica se encuentra condicionada a su calidad; esto es, si los cuerpos receptores de agua comprenden altos niveles de contaminantes, será muy discutible su funcionalidad como fuente de recursos hídricos, así como la polución de las aguas marinas que afecta de manera contundente el medio acuático y, consecuentemente, la salud pública.

En tal contexto, y para aminorar la creciente demanda hídrica en el Perú, el Plan Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) 2015-2035 (Cepal y OCDE, 2016, p. 56) señala lo siguiente:

Se prevé aumentar el área con riego tecnificado del actual 2 % al 24 % para el año 2035, continuar la instalación de medidores de agua en los hogares, mejorar los canales de distribución del agua, reforestar las cabeceras de cuencas (para evitar la sedimentación en los embalses) y más que duplicar la reutilización para riego de las aguas residuales urbanas tratadas. Así, la OCDE, a través de la EDA, [en] relación [con] este último aspecto, señala la importancia de la prohibición de la reutilización de aguas residuales sin tratamiento en la irrigación, debido a que ello constituye un serio riesgo para la salud pública y el ambiente.

Asimismo, advierten que, si bien a partir de 2010 se han establecido parámetros de calidad para las fuentes de agua naturales a través de los ECA-Agua, así como el incremento del tratamiento de las aguas residuales urbanas a un 50 % y la evolución de la utilización de técnicas más avanzadas con ese fin, existe una sobrecarga en las PTAR, lo cual ocasiona que los efluentes tratados excedan con frecuencia los límites máximos permisibles (LMP). Ante tales hechos, también se prevé en el PNRH que, «para 2035, se depure correctamente el 99 % de las aguas residuales generadas por la población objetivo (población urbana y rural de la región hidrográfica (RH) del Pacífico y la urbana de las RH del Amazonas y del Títicaca)». De hecho, en el Plan Nacional de Acción Ambiental (Planaa) se establece que el 100 % de los permisos otorgados debe cumplir los LMP para 2021 (Cepal y OCDE, 2016, p. 56).

En consecuencia, la OCDE señala como conclusiones de la EDA en materia hídrica que el Perú ha avanzado progresivamente en cuanto a las inversiones en infraestructura de tratamiento de aguas residuales y ha obtenido un incremento considerable de ellas; no obstante, queda aún pendiente alcanzar la inversión adecuada para reducir los impactos ambientales. Con la finalidad de lograr la recuperación total de costes a largo plazo, sería estratégico la combinación de tarifas por uso, apoyo financiero público y transferencias de la ayuda oficial al desarrollo, los cuales permitirían cerrar las brechas de financiamiento y propiciar las ayudas reembolsables (Cepal y OCDE, 2016).



Al respecto, cabe traer a colación que en el Perú, en los últimos años, se han implementado distintos incentivos con el fin de retribuir económicamente el uso de los bienes y servicios ecosistémicos, como los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos (MRSE) en el marco de la regulación hídrica (Minam, 2018). Sin embargo, al ser estos ingresos económicos de carácter voluntario, no han sido suficientes para cubrir las necesidades de un manejo y aprovechamiento sostenible del agua (Minam, 2015).

De otra parte, el Plan de Acción para implementar las Recomendaciones de la Evaluación de Desempeño Ambiental del Perú, aprobado mediante Decreto Supremo 005-2017-MINAM del 20 de junio de 2017, se encuentra estructurado de acuerdo con las 66 recomendaciones de la OCDE planteadas en el marco del estudio de desempeño ambiental, basado en tres ejes estratégicos: a) progreso hacia el desarrollo sostenible, b) calidad ambiental de vida, y c) aprovechamiento de la base de recursos naturales (agropecuario y silvicultura, pesca, recursos hidrobiológicos y minería) según la propia estructura del referido estudio. En el presente plan se han establecido algunos objetivos y resultados de cada recomendación que se pretende alcanzar en corto (un año), mediano (dos a tres años) y largo plazo (cinco años), a fin de que en 2021 se hayan implementado la mayoría de las recomendaciones y el Perú pueda, finalmente, ser miembro de la OCDE.

Ahora bien, respecto al cumplimiento de las metas determinadas a corto plazo (un año), el Minam (2018) precisa que se han implementado tres líneas de trabajo en coordinación con la Secretaría Técnica de la Comisión Multisectorial Perú-OCDE. La primera se refiere al monitoreo del plan de acción de implementación de las recomendaciones de la EDA, y señala que para el año 1 se planificó concluir nueve acciones, de las cuales se han completado ocho, lo que representa el 89 % del total de acciones propuestas. La segunda versa sobre la continuación con la participación en los comités y grupos de trabajo relacionados con la temática ambiental, organizados por la OCDE. Finalmente, la tercera línea trata de la revisión de instrumentos jurídicos ambientales; se advierte en este punto que, de los 245 instrumentos jurídicos OCDE vigentes, 67 corresponden a la temática ambiental. Por tal motivo, resulta indispensable la coordinación con otros sectores para el análisis legal de tales instrumentos e identificar su repercusión en la normatividad peruana.

Asimismo, en materia hídrica, en el PNRH se fijan las acciones y metas para cubrir la demanda y mejorar la calidad del agua, y además se promueve la cultura del agua y la adaptación al cambio climático. Del mismo modo, se han considerado retribuciones económicas por uso y vertimiento de las aguas residuales tratadas. Respecto a la tasa del vertimiento, se considera a los ECA-Agua, los cuales muestran la calidad de los cuerpos receptores de agua (Cepal y OCDE, 2016).

Por lo anterior, la mejora de la gestión hídrica enfrenta varios obstáculos que deben ser superados con urgencia, si se quiere alcanzar la meta propuesta. En efecto, la situación se torna crítica si no se toman medidas en el corto plazo. Un aspecto relevante para tales avances es la gobernabilidad efectiva (Rogers y Hall, 2003) en el tratamiento de aguas residuales y su consecuente reutilización, toda vez que urge integrar un marco normativo administrativo adecuado con políticas públicas inclusivas que consideren la participación de la población y el sector privado.

2. Metas de la ONU en la gestión de aguas residuales

Pues bien, los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) entraron en vigencia de manera oficial el 1 de enero de 2016, y uno de ellos, el Objetivo 6, dice: «Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos». Aunque estos ODS no constituyen instrumentos legalmente vinculantes, su aprobación y acogida por una mayoría de jefes de Estado representa un factor relevante en la política internacional (Instituto de Democracia y Derechos Humanos, PUCP, 2018).

Conforme a las lecciones aprendidas con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible define objetivos más completos para el agua, y no solo abarca los aspectos de suministro de agua y saneamiento. Prueba de ello es la Meta 6.3 de los ODS, que establece para 2030 el mejoramiento de la calidad del agua al atenuar la contaminación, eliminar el vertimiento y minimizar la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, lo que reduce a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratamiento y aumenta significativamente el reciclado y la reutilización, sin que ello genere riesgos a la salud de la población y el ambiente (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos [WWAP, por sus siglas en inglés], 2017).

Es así que, en el marco de la agenda de trabajo de Naciones Unidas en el área de la sostenibilidad, el Perú debe procurar el cumplimiento de los ODS de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Por ello, en 2017 se presentó el primer Informe Nacional Voluntario, en el cual se detallan los avances iniciales para la aplicación de la Agenda 2030 (IDEHPUCP, 2018). Cabe destacar que la implementación de las recomendaciones de la EDA también permitirá al país lograr su cumplimiento.

Para tales efectos, en el referido documento el gobierno se comprometió a la elaboración de informes anuales a fin de señalar los avances en relación con los ODS a partir de las experiencias de la sociedad civil y el Estado. El Cepal es la entidad clave para la Agenda 2030, ya que colabora en el proceso de incorporar los avances en el planteamiento estratégico del Estado y en la actualización del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional (PEDN). En este contexto, se pretende un ascenso considerable hacia 2021 en el acceso al suministro de agua potable; es decir,

que el 88,5 % de la población disponga de este servicio y que aumente hasta el 93,6 % de cobertura en 2030. De igual forma, se espera que para ese año el 87 % de la población tenga acceso a un sistema de saneamiento adecuado (Ceplan, 2018).

Ahora bien, en un supuesto de que en el periodo 2018-2030 el escenario internacional se torne desfavorable y con ello haya una afectación a la inversión y el gasto público, se tendrían consecuencias negativas en la lucha contra la pobreza. Por tanto, indudablemente, la pobreza extrema persistiría en el Perú aun después de 2030, pues un menor crecimiento económico no permitiría cerrar las brechas de acceso de la población a servicios de agua y saneamiento. Por ello, en 2030 aproximadamente el 17 % de la población no tendría acceso a una instalación adecuada de saneamiento, en tanto que el 8,4 % de la población no tendría acceso al agua de calidad y continuaría consumiendo agua de pozos o canales y manantiales sin garantía de seguridad a 2030 (Ceplan, 2018).

Así, resulta importante considerar el factor económico para el logro de la Meta 6.3, pues ello representa una mayor inversión para el Perú, que se encuentra en una situación de desventaja frente a los países más desarrollados, pero con la salvedad de ser un país en desarrollo con una economía emergente.

Por ese motivo, se resalta la participación del sector privado, que se mostró interesado en algunos objetivos, como es el caso de Perú 2021, y eligió los temas de educación de calidad y agua limpia y saneamiento como prioritarios en el marco de una política de responsabilidad social empresarial. Como indica Iturregui Byrne (2016), las alianzas estratégicas para alcanzar los objetivos pueden ser un importante punto de partida.

Empero, sigue siendo un reto para el Perú el acceso a bienes y servicios básicos de la población, como agua y desagüe, que por factores de carácter estructural, geográfico y dispersión demográfica ven limitado su acceso, según se refirió en los informes sobre cumplimiento de los ODM. Por tal razón, existen aún grandes brechas entre los ámbitos urbano y rural, y las regiones naturales del país (costa, sierra y selva). Del mismo modo, si bien de 2000 a 2012 el país logró avances significativos hacia la adopción de prácticas económicas y sociales afines a la conservación del equilibrio ambiental, se presentan nuevos desafíos vinculados con un crecimiento poblacional acelerado y el cambio climático. Por ello, urge «prevenir, mitigar y adaptarse a los riesgos actuales y futuros relacionados con el cambio climático y la reducción de los glaciares andinos, la escasez de agua en algunas regiones y la pérdida de servicios ecosistémicos» (Presidencia del Consejo de Ministros, Sistema de Naciones Unidas en el Perú, 2013, p. 12).

En cuanto al grave problema de desigualdad en el Perú, la OCDE señala que ello representa el mayor riesgo para el desarrollo económico y social del país; por tal razón, se

reconoce el rol determinante de las políticas públicas para reducir y erradicar la desigualdad (Mendoza Nava, 2017). Sin embargo, pese a ser una preocupación latente en la agenda nacional del país, todavía no se avizoran mayores avances en ese sentido. En tal contexto, siendo el acceso al agua potable un derecho humano esencial, este aún no está plenamente garantizado en el Perú (Mendoza Nava, 2017), lo cual constituye un problema crítico para la salud pública del país.

Ante tales consideraciones, el monitoreo de las metas del ODS 6 constituye un instrumento de gestión como un aspecto clave en la planificación de la gestión pública relacionada con el agua y saneamiento, que tiene impacto en otros ODS (ANA, 2017).

Por tanto, en virtud de las limitaciones que presenta el Perú respecto a la gestión de recursos hídricos, la OCDE, conforme a la EDA, plantea las 66 recomendaciones sobre tres aspectos clave: gobernanza ambiental, agenda de la calidad ambiental y agenda de la gestión de los recursos naturales. El tema del agua se encuentra dentro del segundo aspecto. A continuación, se señalan las recomendaciones asociadas al agua y saneamiento (Cepal y OCDE, 2016):

39. Introducir un nuevo enfoque basado en riesgos en la gestión de los recursos hídricos.
40. Alinear las tasas (retribuciones económicas) por uso y por vertimiento a las externalidades ambientales, independientemente del uso que se hace del agua.
41. Continuar los esfuerzos encaminados a garantizar el acceso universal al agua potable y a estructuras mejoradas de saneamiento.
42. Ampliar la cobertura, los parámetros y la frecuencia del monitoreo de calidad de agua con el fin de asegurar el cumplimiento de los ECA.
43. Seguir profundizando, en consonancia con el Plan Nacional de Recursos Hídricos, la cobertura de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Prohibir la reutilización para riego de aguas residuales sin ningún tratamiento, porque representan un riesgo para la salud y el medioambiente.
44. Consolidar el funcionamiento de espacios de coordinación interinstitucional.

Pues bien, para conseguir la mejora de la calidad del agua y la protección de los recursos hídricos a nivel nacional, el Estado peruano debe formular políticas públicas que contemplen los aspectos de regulación y financiamiento. Por su parte, la sociedad civil y la población en general deben actuar en aras del interés común. Las intenciones políticas respecto a la gestión de las aguas residuales dan lugar al conjunto de normas adecuadas y las responsabilidades atribuidas a los distintos actores. Cabe resaltar que los resultados de las políticas dependen, principalmente, del modo en que se ejecutan esas responsabilidades en todas las instancias, teniendo en cuenta los costes (WWAP, 2017).

Puede colegirse, por consiguiente, que el Perú, de acuerdo con el estudio de desempeño ambiental y las



conclusiones dadas en la EDA, ha realizado algunas mejoras que, en cierto modo, son significativas en la gestión de recursos hídricos, como el aumento en el volumen de las aguas residuales tratadas a un 50 %, debido a la utilización de tecnología más avanzada para tal fin. De igual forma, la gestión multisectorial por cuenca hidrográfica, establecida en la Ley de Recursos Hídricos (LRH), a través de la cual se incorpora la participación de usuarios en la adopción de decisiones y la planificación a través del Consejo de Recurso Hídrico de la Cuenca. Ahora bien, cuando se trata de la protección de la calidad de las masas de agua a nivel nacional, se refleja el interés del Estado en salvaguardar la disponibilidad del agua, cuya intención es monitorearlas y hacer un seguimiento para identificar las causas de su contaminación. No obstante, a fin de cumplir con los objetivos de efectividad ambiental y eficacia económica y, en consecuencia, del desarrollo sostenible (Castro Sánchez-Moreno, 2016), se debe continuar de forma acertada con la implementación de las recomendaciones brindadas por la Cepal y la OCDE. De esa forma, se atisba un escenario promisorio en cuanto a la gestión eficiente de las aguas residuales.

Avances normativos en la gestión de las aguas residuales

Preciso es señalar que los planes de avance en el uso y aprovechamiento de aguas residuales tratadas en el Perú son parte sustancial de los planes de mitigación y adaptación al cambio climático (PMACC) y las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) (Grupo de Trabajo Multisectorial para la revisión de la NDC, 2018), considerados instrumentos de gestión integral para el cambio climático. Así, a partir de 2016 se inició el proceso de los PMACC, para lo cual fue conveniente realizar las modificaciones normativas en el sector saneamiento. El objetivo era cerrar las brechas y generar mayor acceso al referido servicio, pues la ausencia de infraestructura física y el déficit en la calidad de los servicios de agua y saneamiento continúan siendo temas claves para el Estado peruano.

De esta manera, mediante el Decreto Supremo 007-2017-VIVIENDA, se aprobó la Política Nacional de Saneamiento (PNS), que plantea como objetivos lograr el incremento de cobertura, calidad y sostenibilidad de los servicios de saneamiento, teniendo en cuenta la relativa escasez y asimetría exacerbada por los impactos del cambio climático.

Posteriormente, se aprobó el Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021, a través del Decreto Supremo 018-2017-VIVIENDA, considerado un instrumento de implementación de la PNS y la norma marco del sector. Este dispositivo articula y vincula las acciones del sector saneamiento, con el objetivo de lograr en los próximos cinco años el acceso y la cobertura universal a los servicios de saneamiento de manera sostenible y con la calidad adecuada. Del mismo modo, se encuentra alineado con

los ODS y las recomendaciones de los informes de la OCDE, en relación con el gobierno corporativo y la Política Nacional Ambiental. A efectos de asegurar la cobertura universal en cantidad suficiente y calidad adecuada para satisfacer las necesidades de la población, el referido plan contempla dentro de sus acciones de planificación, gestión e inversión las acciones necesarias para afrontar los efectos del cambio climático (Martínez-Austria y Patiño-Gómez, 2012) y la protección del ambiente, para mitigar el riesgo de desastres naturales, en coordinación con las organizaciones relacionadas con la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH).

Haciendo un paréntesis en este punto, se debe resaltar que, conforme a la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, una de las áreas priorizadas en el país para reducir los niveles de vulnerabilidad y aprovechar sus oportunidades es el recurso agua (Roncal Vergara, 2018), pues, indudablemente, una alternativa para incrementar la disponibilidad hídrica es el tratamiento eficiente de las aguas residuales que, de hecho, no solo generan agua segura para ser reutilizada en diversas actividades (Fundación Chile, 2018), sino también residuos sólidos utilizables (WWAP, 2017).

Siendo ello así, el Reglamento del Decreto Ley 1280, Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobado mediante el Decreto Supremo 019-2017-VIVIENDA, establece que las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) deben incluir un componente de mitigación a su proceso de planificación. Además, se faculta la comercialización de agua residual tratada o sin tratar, así como los residuos sólidos procedentes del tratamiento.

Al respecto, resulta oportuna la aprobación del «Reglamento para el reaprovechamiento de los lodos generados en las PTAR», mediante el Decreto Supremo 015-2017-VIVIENDA, en el marco de la gestión integral de residuos sólidos, cuya finalidad es garantizar una gestión y manejo de los residuos sólidos sanitaria, económica y ambientalmente apropiada. Así, se precisa que los lodos producidos por las plantas de tratamiento de agua para consumo humano, las PTAR y otros sistemas relacionados con la prestación de los servicios de saneamiento sean considerados residuos sólidos no peligrosos, excepto en los casos en que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) exprese lo contrario. Esto implica que, bajo ninguna circunstancia, serán utilizados los lodos provenientes de los referidos sistemas sin tomar en cuenta las condiciones sanitarias y ambientales mínimas adecuadas.

Conviene resaltar que la finalidad del «Reglamento para el reaprovechamiento de los lodos generados en las PTAR» es promover el precitado reaprovechamiento, pues luego de ser transformados dichos lodos en biosólidos, podrán ser utilizados en actividades agrícolas, forestales, industria cerámica, entre otras, teniendo presente los

riesgos a la salud y el ambiente. El MVCS es el ente competente para regular tal reaprovechamiento de lodo, según el tipo de actividad a desarrollar.

En cuanto a la definición de los biosólidos, indica el referido reglamento que:

Es el subproducto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su reaprovechamiento como acondicionador del suelo. No son biosólidos las cenizas producto de la incineración de lodos.

Fruto del proceso de transformación en biosólidos de los lodos generados en las PTAR, se contempla su comercialización a través de: a) prestadores de servicios de saneamiento; b) empresas del sector privado que operen PTAR domésticas o municipales; c) empresas del sector privado dedicadas a la producción, comercialización y/o disposición final de biosólidos; y d) empresas operadoras de residuos sólidos que dispongan de la infraestructura y tecnología útil para la producción, comercialización y disposición final de biosólidos.

Del mismo modo, las EPS se encuentran facultadas para comercializar el agua residual tratada, residuos sólidos y subproductos del proceso de tratamiento de agua para consumo humano y tratamiento de aguas residuales, con miras a su reutilización. Asimismo, proporcionan el servicio de tratamiento de aguas residuales para tales fines, previa contraprestación económica.

En tal contexto, el Estado peruano promueve la reutilización de aguas residuales para el uso poblacional, agrícola, industrial, etc. (por ejemplo, el reemplazo del agua potable en usos no domésticos por el agua residual tratada). Asimismo, fomenta el uso y la comercialización de los subproductos procedentes del tratamiento de los lodos para uso agrícola.

En efecto, es plausible la recuperación de subproductos útiles, ya que el manejo de las aguas residuales permite extraer varios elementos de manera directa, como calor, nutrientes, materia orgánica y metales, así como el biogás proveniente de lodos o biocombustibles de microalgas. En conclusión, en la actualidad, de acuerdo con la tecnología utilizada, se presenta un aumento de oportunidades potencialmente rentables para extraer componentes útiles de dichas aguas, como nitrógeno y fósforo, que pueden transformarse luego en fertilizantes (WWAP, 2017). Así, la actividad agrícola se verá beneficiada por la disponibilidad de aguas residuales tratadas adecuadamente y los fertilizantes que provienen de su manejo y gestión.

Resulta, por tanto, una alternativa clave la gestión eficiente de las aguas residuales, cuya función adicional de su ciclo es atenuar cualquier impacto negativo en la salud pública, la economía y el ambiente. Para el manejo de lodos, es importante tomar en cuenta las condiciones sanitarias y ambientales mínimas apropiadas, según

lo dispone el MVCS, de conformidad con la Resolución Ministerial 128-2017-VIVIENDA.

En suma, a raíz de la relativa escasez de agua, la concepción sobre el uso de un recurso no convencional va adquiriendo fuerza; es decir, se resalta la importancia de la recolección, el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales, aunque sea evidente que aún la falta de infraestructura adecuada sea uno de los problemas principales para que sea efectivo su tratamiento. Sin embargo, es todavía un gran desafío que tendrá que contrarrestar el Estado peruano para cumplir con las metas y los objetivos propuestos por el bienestar de la población en general.

Reutilización de las aguas residuales

Como se tuvo oportunidad de ver en los anteriores apartados, se señala que el agua es un bien común de máxima importancia (ONU-Agua, 2005). Por ello, la ineludible necesidad del tratamiento eficiente de las aguas residuales, que garantice la preservación de las fuentes naturales de agua, lo que permite la disponibilidad de un recurso escaso, a través de su reutilización para múltiples fines.

Al respecto, se afirma que una limitación para el disfrute de los recursos hídricos es la deficiente calidad de las aguas, que se ve alterada por las distintas actividades antrópicas. La principal causa de contaminación es el vertimiento de aguas residuales domésticas y municipales (Minam, 2016).

Según refiere la ONU, tanto la escasez hídrica como la baja calidad del agua y el saneamiento inadecuado tienen un impacto en la seguridad alimentaria y en los modos de vida de las familias pobres a nivel global.

En tal contexto, el actual abastecimiento del agua no es capaz de satisfacer de manera adecuada las necesidades esenciales de la población. Por tal razón, es importante considerar al agua residual como un recurso y no como un residuo a eliminar (Metcalf y Eddy, 1998), pues al tratarla debidamente resulta ser una fuente adicional de recursos hídricos. Así, el objetivo en la actualidad es generar recursos de agua no convencionales (Trapote Jaume, 2013), apelando a la desalinización y reutilización.

Ante la demanda de recursos y, consecuentemente, la generación de desechos (Real Ferrer, 2002), una contribución importante encaminada a lograr un desarrollo sostenible es intensificar el tratamiento de aguas residuales para reducir la contaminación de los cuerpos receptores de agua y, en el marco de la economía circular (Comisión Europea, 2015), revalorizar los residuos al transformarlos en recursos con valor económico y ambiental. Por ello, la tendencia de las políticas internacionales actuales es la adopción de estrategias sostenibles para una mejor gestión de los recursos hídricos (Doria, 2013), como la reutilización segura de las aguas



residuales tratadas, que reduce al mínimo la generación de residuos y propicia una mayor oferta hídrica.

Respecto a la conceptualización del término *reutilización*, Mateo señala que este sería «el empleo de agua ya utilizada para nuevas aplicaciones con los requisitos legalmente establecidos» (Martín Mateo, 1996). Siendo así, el reúso hídrico supone el aprovechamiento posterior del agua ya utilizada de manera previa y convencional.

En tanto, en el ordenamiento jurídico peruano «se entiende por reúso de agua residual a la utilización de aguas residuales tratadas resultantes de las actividades antropogénicas», de conformidad con el artículo 147 del Reglamento de la LRH. Asimismo, en su artículo 148 establece que se podrá autorizar el reúso de aguas residuales solo cuando hayan atravesado los tratamientos previos para cumplir con los parámetros de calidad establecidos para cada uso, cuenten con la certificación ambiental dada por la autoridad competente y, finalmente, no genere serios riesgos para la salud pública y el ambiente.

Cabe mencionar que para proceder con la autorización de reúso residual es necesario tomar en cuenta los valores de calidad establecidos por el organismo correspondiente o, en su defecto, las guías correspondientes de la Organización Mundial de la Salud.

En definitiva, es necesario el tratamiento de las aguas residuales no solo para ser devueltas al entorno, sino también para ser reutilizadas por la sociedad. También lo es fijar una política hídrica (Molina Giménez, 2011) que considere las implicancias del reúso del agua en la población y el ambiente.

Como se sabe, no todos los proyectos de reúso de aguas residuales son viables, debido a que ello involucra diversos factores, como los temas técnicos, las instalaciones e infraestructura, equilibrio entre la oferta y la demanda, calidad de las aguas residuales y riesgos y garantías para la salud pública. Por tanto, los costes en los que incurre el tratamiento y la conducción de tales aguas deben ser accesibles para los actores públicos y privados involucrados, además de cumplirse con las normas sanitarias (FAO, 2014).

Las inversiones en la reutilización de aguas residuales son justificables, más aún en zonas áridas con escasez de agua que padecen de estrés hídrico. Es precisamente razonable que el marco normativo se ajuste a un marco económico, teniendo en consideración un coste eficaz y viable, pues ello permitirá la satisfacción de las necesidades básicas de la colectividad y las persistentes demandas de las actividades productivas (Martín Mateo, 1996). De hecho, es considerada una alternativa válida para cubrir usos industriales o recreativos, toda vez que ellas no representen un riesgo para la salud pública (Molina Giménez, 2011).

Situación del tratamiento y la reutilización de las aguas residuales en la provincia de Lima

Se observa un aumento acelerado de la extensión urbana en la provincia de Lima, así como un uso continuo del agua en las actividades agrícola, industrial y minera, lo cual genera una mayor demanda del recurso que, en el marco del cambio climático, da lugar a un escenario de escasez hídrica (ANA, 2018).

Por ello, es necesario conocer lo referente a la disponibilidad hídrica en dicha provincia, donde se concentra un tercio de la población nacional. Los registros históricos evidencian la recurrencia de periodos secos en los cuales las descargas medias de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, que la abastecen, pueden disminuir notoriamente y causar un fuerte desabastecimiento, en especial durante el periodo de estiaje. Usualmente, estos periodos secos han sido agravados por el fenómeno de El Niño, pero se proyecta que la frecuencia, duración e intensidad de los periodos secos aumenten debido al cambio climático (Aquafondo, 2016).

Asimismo, resulta importante saber acerca del avance normativo y de gestión del tratamiento y la reutilización de las aguas residuales en la provincia de Lima, considerando que, de acuerdo con la ampliación de la perspectiva del agua, dicha reutilización constituye un mecanismo eficiente para propiciar una oferta potencial del agua.

A continuación, se detalla el marco normativo y la gestión del tratamiento y la reutilización de aguas residuales en la provincia de Lima.

En la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales (LOGR), Ley 27867, se indica que, según las competencias compartidas, los gobiernos regionales tienen el rol de impulsar la gestión sostenible de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad ambiental. Así, se instituye que tales organismos públicos participan en la gestión sostenible del recurso hídrico en el marco de entidades de cuencas y políticas de la ANA. En cuanto a la Municipalidad Provincial de Lima, según la LOGR, le conciernen las mismas facultades y deberes de los gobiernos regionales.

En tanto, la Ley Orgánica de Municipalidades (LOM), Ley 27972, alcanza el marco normativo de la gestión local. Por ello, se menciona que la regulación y el control del proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales son competencias de las municipalidades provinciales en materia de saneamiento, salubridad y salud. Asimismo, la referida ley precisa que la alcaldía provincial debe conservar y potenciar las áreas verdes de la ciudad.

Por consiguiente, la Municipalidad Provincial de Lima, como autoridad competente para coordinar con las entidades públicas respectivas sobre el control y la protección de la calidad del recurso hídrico, dispone de diferentes ordenanzas que contribuyen a implementar una gestión ambiental en su jurisdicción, estableciendo

metas y acciones respecto a la gestión de áreas verdes a nivel de la provincia de Lima, considerando la gobernanza y ciudadanía ambiental con enfoque de cambio climático. Asimismo, promueve el tratamiento de aguas residuales para riego, la recuperación de los ríos y fajas marginales, a través de proyectos de inversión pública.

En cuanto a la situación actual del reuso de aguas residuales para riego de áreas verdes, la Municipalidad Provincial de Lima aprobó el Convenio de Cooperación Interinstitucional con Nestlé Perú S. A. y el Fondo de Agua para Lima y Callao (AquaFondo), a fin de recuperar las áreas verdes del Cercado a través del riego con agua tratada de la PTAR de propiedad exclusiva de dicha empresa. Esta irrigación comenzó en febrero de 2019, con un volumen de agua mínimo de 90 m³/día, lo que cubre un 10 % de las áreas verdes, aproximadamente, del distrito.

En tal sentido, la Municipalidad Provincial de Lima viene recibiendo agua tratada para riego de áreas verdes, unos 8000 m² aproximadamente, solo de la PTAR de Nestlé.

A continuación, se describe la situación actual del reuso de aguas residuales para riego de áreas verdes, según información proporcionada por las municipalidades distritales de San Isidro, San Miguel, Miraflores, Breña, Santiago de Surco y San Borja.

a) En San Isidro, actualmente, no se dispone de aguas residuales tratadas para riego de áreas verdes, debido a que la planta de tratamiento se encuentra en proceso de ampliación.

Cabe precisar que su PTAR tiene un proceso de lodo activado, con una capacidad de 20 m³/día. Por otro lado, este distrito cuenta con una planta de tratamiento con tecnología apropiada para agua de regadío del río Surco, con procesos de rejillas gruesas, rejillas mecanizadas, sedimentador de elementos particulados y desinfección, con una capacidad de 600 l/s.

En tal contexto, en San Isidro no se realiza riego de áreas verdes con agua residual tratada, sino con agua acondicionada de riego de la cuenca del río Surco-Huatica (tabla 1). El distrito cuenta con 1 167 635,35 m² de áreas verdes, regadas de la siguiente manera:

Tabla 1. Riego de áreas verdes

| RECURSO HÍDRICO EMPLEADO | ÁREAS VERDES (m ²) |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Agua de río Surco | 1 085 900,88 |
| Mixto (agua de río Surco, Sedapal) | 23 352,70 |
| Sedapal | 58 381,77 |

Fuente: Subgerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de San Isidro (2019)

b) En la Municipalidad Distrital de San Miguel se utilizan aguas residuales, pero solo como tratamiento para el riego de jardines de parques y bermas centrales, desde 2017. El caudal es de 1050 m³ por día y riega, aproximadamente, la tercera parte de las áreas verdes del distrito.

Una de las plantas de tratamiento de San Miguel dispone de una capacidad de 800 m³, y la otra de 250 m³, que riegan cerca de 16 hectáreas. El tipo de tratamiento de dichas plantas es de lodos activados en plantas semicompactas de tecnología MBBR.

c) En Miraflores, a partir de 2017, se usan las aguas residuales tratadas para el riego. Se cuenta con una cantidad de 273,750 m³ anual, aproximadamente, para dicha finalidad, lo que representaría un 10,9 % del aporte de este tipo de agua respecto a otras fuentes de agua.

Es de apreciar que su PTAR María Reiche capta el agua residual de 10 manzanas, la cual es tratada mediante un sofisticado sistema biológico muy reconocido a nivel mundial, a fin de obtener agua adecuada para el riego de las áreas verdes. La capacidad de producción de esta planta es de 750 m³/día, destinada al riego de 15 parques.

d) En Breña no se usan aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes, pues toda el agua para dicho fin es agua potable proporcionada por Sedapal.

No obstante, la referida entidad pública indicó en 2019 que había un proyecto para construir una PTAR, pero fue sometido a un proceso de estudio de percepciones sociales.

e) En la Municipalidad de Santiago de Surco se realiza el tratamiento del agua proveniente del canal del río Surco, mas no de aguas residuales, a través de dos plantas de tratamiento, para riego de áreas verdes.

En Santiago de Surco la planta de tratamiento más grande se denomina Intihuatana y la más pequeña, Parque de la Amistad. La primera planta funciona desde 1999 y cuenta con una capacidad de producción de 1240 m³/día. En ambas plantas hay un pretratamiento y un tratamiento físico-químico.

Por otro lado, Santiago de Surco cuenta con 2 335 549 m² de áreas verdes, que son regadas con 769 332 884 galones de agua. El 17,8 % de dicha agua de regadío proviene de la planta Intihuatana, el Parque de la Amistad y la poza de la FAP. Asimismo, otros tipos de riego que se utilizan son riego por canal de regadío, por inundación y riego con puntos de agua de Sedapal.

f) En tanto, la Municipalidad de San Borja dispone de dos plantas de tratamiento biofísico de agua, también para tratar la del río Surco, a fin de obtener aguas descontaminadas para riego de áreas verdes. Cuentan con ese sistema desde hace 10 años. Estas plantas están capacitadas para tratar incluso aguas de alcantarillado.

Cabe precisar que tanto en Santiago de Surco como en San Borja estas plantas son necesarias, debido a que las aguas del río Surco contienen altos niveles de contaminación (DBO, coliformes totales y fecales, parásitos, metales pesados, etc.).

Las dos plantas de tratamiento son idénticas, con la misma capacidad, 250 m³/día, y el tratamiento realizado es físico-biológico.

Conclusiones

En definitiva, la principal fuente de contaminación de las masas de agua es el insuficiente tratamiento de aguas residuales domésticas. Las conclusiones de la EDA



demuestran la deficiente calidad de las aguas de la costa peruana, sus ríos y el mar adyacente, debido al continuo aumento de los efluentes de las aglomeraciones urbanas. Ante tal escenario, el Estado peruano ha señalado en el PNRH claras metas para aumentar la reutilización de aguas residuales urbanas tratadas, sin que ello repercuta en la salud pública y el ambiente. Sin embargo, pese al notable incremento del tratamiento de las aguas residuales urbanas a un 50 %, aún persisten las deficiencias en cuanto a la infraestructura y ausencia de políticas públicas efectivas en la gestión de dichas aguas, lo cual implica un gran reto para el Perú.

Asimismo, si bien se han dado algunas soluciones legislativas en el sector saneamiento, como la aprobación de la Política Nacional de Saneamiento, el Plan Nacional de Saneamiento, la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento y el Reglamento del Reaprovechamiento de los Lodos generados en las PTAR, todo ello en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, para promover el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales y aprovechar el uso de los subproductos de dicho tratamiento. No obstante, a fin de cumplir con las recomendaciones de la OCDE, está pendiente establecer un marco normativo que regule la reutilización de aguas residuales y prohíba que esta se realice sin un tratamiento previo.

Por consiguiente, debido a los altos niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en el país, que limitan el acceso de la población peruana a recursos hídricos de calidad y cantidad adecuadas, es fundamental considerar las aguas residuales tratadas como una fuente alternativa de agua, pues así se evitaría la degradación de los cuerpos receptores de agua y se generaría mayor disponibilidad de la misma. Por tanto, resulta necesario instaurar un régimen especial que promueva y regule la reutilización de las referidas aguas, con la finalidad de maximizar su aprovechamiento.

Por otro lado, según la información y los alcances brindados por las municipalidades visitadas, el tratamiento de agua residual para fines de riego es una tendencia que se realiza en distritos como San Miguel, Miraflores, Villa el Salvador, San Isidro, Comas, La Molina y el Callao; sin embargo, se reconoce que una mayor implementación del tratamiento de aguas residuales implicaría inversiones significativas. Por ello, es conveniente que la política nacional hídrica incluya incentivos financieros que comprometan al sector privado en programas de sustitución de agua potable por agua residual para usos recreativos.

Así, se justifica el posicionamiento de la reutilización de los recursos hídricos en la sociedad, a fin de generar mayor acceso y disponibilidad de fuentes de agua y, en consecuencia, promover un aprovechamiento sostenible, como lo es el riego de áreas verdes con agua residual tratada.

Agradecimientos

Agradecemos de manera especial a la doctora Susan Mery Medina Canzio (Universidad Científica del Sur) por su apoyo y revisión del trabajo.

Fuente de financiamiento

Este trabajo fue autofinanciado.

Contribución de autoría

FP e PI decidieron acerca de la concepción, búsqueda y sistematización de datos y la redacción del artículo. Ambas autoras aprobaron la versión final del texto.

Potenciales conflictos de interés

Las coautoras declaran no tener conflictos de interés.

Referencias bibliográficas

- Autoridad Nacional del Agua. (2017).** *Síntesis del informe final del proyecto monitoreo integrado de las metas del ODS 6 relacionadas con agua y saneamiento (GEMI)*. Lima: Autoridad Nacional del Agua. Disponible en: <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/sintesis-del-informe-final-del-proyecto-monitoreo-integrado-de-las-metas-del-ods6>
- Autoridad Nacional del Agua y Cooperación Alemana para el Desarrollo (2018).** *Estado situacional de los recursos hídricos en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín. 2016/2017*. Lima: Autoridad Nacional del Agua.
- Aquafonfo. (2016).** «Estudio de riesgos hídricos y vulnerabilidad del sector privado en Lima Metropolitano y Callao en un contexto de cambio climático». Lima: Cooperación Alemana para el Desarrollo. Disponible en: <https://aquafondo.org.pe/wp-content/uploads/2016/07/040716-Estudio-de-Riesgos-Hi%CC%81dricos-y-Vulnerabilidad-del-Sector-Privado-en-Lima-Metropolitana-y-Callao-en-un-Contexto-de-Cambi.pdf>
- Castro Sánchez-Moreno, M. (2016).** «La imprescindible estrategia ambiental peruana para acceder a la OCDE». Lima: Mac Arthur Foundation.
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2016).** Plan Estratégico de Desarrollo Nacional Actualizado. «Perú hacia el 2021». Lima: Ceplan.
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2018).** «Perú. Informe Nacional 2018 para el desarrollo sostenible». Lima: Ceplan y Cooperación Alemana para el Desarrollo.
- Comisión Económica para América Latina, Cepal, y el Caribe y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE. (2016).** «Evaluaciones del desempeño ambiental. Perú. 2016. Aspectos destacados y recomendaciones». Disponible en: <https://www.oecd.org/environment/country-reviews/16-00313%20Evaluacion%20desempeno-Peru-WEB.pdf>
- Comisión Europea. (2015).** Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0011.02/DOC_1&format=PDF

- Doria, J. (2013).** «La reutilización de aguas residuales. Sistemas jurídicos comparados: Unión Europea, España y Argentina». *Revista de Derecho Ambiental*, 36, pp. 153-169.
- Fundación Chile. (2018).** *Claves para la gestión de aguas residuales rurales. Primera planta de reúso de aguas tratadas en la región de Coquimbo, una experiencia replicable.* Santiago de Chile: Fundación Chile.
- Grupo de Trabajo Multisectorial para la revisión de la NDC. (2018)** «Informe final del Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC)». Disponible en: http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/127/2019/01/190107_Informe-final-GTM-NDC_v17dic18.pdf
- Instituto de Democracia y Derechos Humanos, Pontificia Universidad Católica del Perú. (2018).** «Avance de la Agenda 2030 en el Perú: Objetivos vinculados a empresas y derechos humanos». Disponible en: <http://idehpucp.pucp.edu.pe/notas-informativas/avance-de-la-agenda-2030-en-el-peru-objetivos-vinculados-a-empresas-y-derechos-humanos/>
- Iturregui Byrne, P. (2016).** *Negocios verdes en el Perú: un informe para el sector privado.* Lima: Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lanegra Quispe, I. (2018).** *El camino ambiental hacia la OCDE. El Perú y la implementación de las recomendaciones en materia ambiental.* Lima: Grupo de Justicia Fiscal.
- Martín Mateo, R. (1996).** «Situación actual y perspectivas futuras de la reutilización de aguas residuales como una fuente de recursos hidráulicos». *Ingeniería del Agua*, 3(1), pp. 68-78. Disponible en: <https://polipapers.upv.es/index.php/1A/article/view/2694/2679>
- Martínez-Austria, P. y Patiño-Gómez, C. (2012).** «Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México». *Tecnología y Ciencia del Agua*, III(1), pp. 5-20. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v3n1/v3n1a1.pdf>
- Mendoza Nava, A. (2017).** *Brechas latentes. Índice de avance contra la desigualdad - Perú 2016.* Lima: Oxfam.
- Metcalf y Eddy, Inc. (1998).** *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización.* Madrid: McGraw-Hill.
- Ministerio del Ambiente. (2014).** «Informe Nacional del Estado del Ambiente, 2012-2013». Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente. (2015).** «Estudio de desempeño ambiental (2003-2013)». Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/esda/>
- Ministerio del Ambiente. (2018).** «Perú avanza en el cumplimiento de recomendaciones ambientales para lograr adhesión al OCDE». Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/20139-peru-avanza-en-el-cumplimiento-de-recomendaciones-ambientales-para-lograr-adhesion-al-ocde>
- Molina Giménez, A. (2011).** «La reutilización de las aguas residuales en España. Un modelo de sostenibilidad». *Revista Eletrônica Direito y Política*, 2. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/34962/1/2011_Molina_REDP.pdf
- ONU-Agua. (2005).** «El agua, fuente de vida. 2005-2015». Disponible en: <http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/waterforlifebklt-s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2014).** «Estudio de ampliación del potencial de irrigación en Argentina. Estudio del potencial del uso alternativo de fuentes de agua: Las aguas residuales». Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/anexosyapendices/8_Reuso_seguro_de_aguas_residuales_en_Argentina.pdf
- Presidencia del Consejo de Ministros y Sistema de Naciones Unidas en Perú. (2013).** «Perú: Tercer informe nacional de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio». Disponible en: <http://onu.org.pe/wp-content/uploads/2013/09/IODM-2013.pdf>
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, WWAP. (2017).** *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos. 2017. Aguas residuales: el recurso no explotado.* París: Unesco.
- Real Ferrer, G. (2002).** «La construcción del derecho ambiental». *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, 1, pp. 73-94.
- Rogers, P. y Hall, A. W. (2003).** *Gobernabilidad efectiva del agua.* Estocolmo: Global Water Partnership. Disponible en: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/07-effective-water-governance-2003-spanish.pdf>
- Roncal Vergara, S. (2018).** «Estrategias para abordar las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) en la mitigación del cambio climático. Perú». Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Trapote Jaume, A. (2013).** *Depuración y regeneración de aguas residuales urbanas.* Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante.

