

RESUMEN EJECUTIVO

Calidad del Agua en el Perú

Retos y aportes para
una gestión sostenible
en aguas residuales



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en el Perú

Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE

Fundación
Avina

CALIDAD DEL AGUA EN EL PERÚ

Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales

RESUMEN EJECUTIVO

Autor:

Pavel Aquino Espinoza

Editado por:

Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR)

Jr. Huáscar N° 1415, Jesús María, Lima, Perú

Teléfonos: (511) 340 3780 | (511) 340 3720

Correo electrónico: dar@dar.org.pe

Página web: www.dar.org.pe

Colaboración:

Doménica Villena Delgado

Edición y revisión general:

Doménica Villena Delgado

Vanessa Cueto La Rosa

Coordinación de la publicación:

Renzo Bonifaz Cano

Diseñado e impreso por:

Sonimágenes del Perú SCRL

Av. Gral. Santa Cruz N° 653, Ofic. 102, Jesús María, Lima, Perú

Teléfonos: 511 - 277 3629 | 511 - 726 9082

Correo electrónico: adm@sonimágenes.com

Página web: www.sonimágenes.com

Cita sugerida:

Calidad del Agua en el Perú. Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales.

Resumen Ejecutivo. Lima: DAR, 2017. 30 pp.

Primera edición: Junio de 2017, consta de 1000 ejemplares.

Se terminó de imprimir en abril de 2018.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-00677.

ISBN: 978-612-4210-52-5

Está permitida la reproducción parcial o total de este libro, su tratamiento informático, su transmisión por cualquier forma o medio, sea electrónico, mecánico, por fotocopia u otros; con la necesaria indicación de la fuente.

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), y de la Fundación Avina. Este documento presenta la opinión del autor y no necesariamente la visión la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) ni de la Fundación Avina.

Hecho e impreso en el Perú.

ISBN: 978-612-4210-52-5



9 786124 210525

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y SÍMBOLOS

AAA	Autoridad Administrativa del Agua
ALA	Autoridad Local del Agua
ANA	Autoridad Nacional del Agua
AR	Agua(s) Residual(es)
ART	Agua(s) Residual(es) Tratada(s)
As	Arsénico
DARH	Dirección de Administración de Recursos Hídricos
DCPRH	Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos
DEPHM	Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales
DGCCI	Dirección de Gestión del Conocimiento y Coordinación Institucional
DGCRH	Dirección de Gestión de Calidad de Recursos Hídricos
DICAPI	Dirección General de Capitanías y Guardacostas
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
DREM	Dirección Regional de Energía y Minas
DUA	Derechos de Uso de Agua
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
ECA-Agua	Estándares de Calidad Ambiental para Agua
EPS	Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento
EVAP	Evaluación Ambiental Preliminar
GORE	Gobiernos Regionales
IGA	Instrumentos de Gestión Ambiental
INACAL	Instituto Nacional de Calidad
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
L	Litro
LGA	Ley General del Ambiente
LMP	Límites Máximos Permisibles
LRH	Ley de Recursos Hídricos
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MINSAL	Ministerio de Salud
MMC	Millones de metros cúbicos
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MVCS	Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento

NMP	Número más probable
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
PAVER	Programa de Adecuación de Vertimientos y Reúso de Agua Residual
PNRH	Plan Nacional de Recursos Hídricos
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SENACE	Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SERPAR	Servicios de Parques de Lima
SNGA	Sistema Nacional de Gestión Ambiental
SNGRH	Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos
SUNASS	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
TMD	Toneladas de mineral al día
UH	Unidad hidrográfica

NEOLOGISMOS Y TECNICISMOS

Bioabsorción	Absorción biológica
Biosólido(s)	Residuos orgánicos sólidos
Hidrocarburífero(a/s)	Relativo a hidrocarburo(a/s)
Nanofiltración	Filtración diminuta
Termotolerante (s)	Resistente al calor

PRESENTACIÓN

La Confederación Suiza, a través del Programa Global de Iniciativas de Agua de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) tiene un eje de trabajo importante para la colaboración y ayuda a poblaciones marginadas por el acceso al agua, por causas de pobreza, desigualdades y desafíos ligados a la gobernanza. Visibiliza la necesidad de una gestión efectiva de los recursos hídricos por ser fundamental para el crecimiento sostenible y la lucha contra la pobreza y desigualdad.

Nuestras acciones responden a los desafíos globales que se presentan en la gestión de los recursos hídricos, la relación al acceso, el uso y aprovechamiento del agua. Influenciamos el diálogo político local, nacional y sobre todo global a través de la gestión integral de los recursos del agua, centrada en el acceso al agua potable con énfasis en las zonas rurales, que asegure los servicios ambientales, que evite los conflictos relacionados con el agua y fomente el diálogo sobre los derechos humanos, en especial, para superar las desigualdades de género.

Por las razones expuestas, consideramos que la generación de conocimiento, con resultados relevantes que reflejen la situación de la calidad del agua en el Perú es de suma importancia para la implementación de políticas públicas que contribuyan a la recuperación y protección del agua; lo cual ha de contribuir con las metas trazadas por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) al año 2030.

El resumen ejecutivo, correspondiente al estudio técnico "Calidad del agua en el Perú. Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales", liderado por Derecho, Ambiente y Recursos (DAR) en el marco de la alianza COSUDE y Avina, es una contribución oportuna a los esfuerzos destinados a garantizar la calidad del agua, debido a que motiva a la gestión eficiente y responsable de las aguas residuales. El estudio constituye en una herramienta de colaboración para el gobierno, gestores de políticas públicas y profesionales en la implementación del derecho humano al agua, funcionarios y comunidad académica en general. Estamos complacidos por ser parte de este esfuerzo y aporte a la institucionalidad y mejores prácticas de la gestión integral del agua.

Martin Jaggi
Director de Cooperación Suiza COSUDE

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, uno de los principales impactos se manifiestan en la escasez del agua. Esto sumado al problema de la calidad del agua que enfrentamos, hace que el Estado se plantee una serie de retos. De no tomarse decisiones claves al respecto, seguiremos con serias amenazas en la salud pública, la seguridad alimentaria, la pérdida de ecosistemas y la sostenibilidad del desarrollo económico.

En ese escenario, elaboramos el estudio *“Calidad del agua en el Perú. Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales”*, que describe la importancia de la gestión del agua y aguas residuales, resaltando la necesidad de mejorar la coordinación intersectorial entre las entidades competentes encargadas de su gestión, como la Autoridad Nacional del Agua; el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; y el Ministerio del Ambiente. Por otro lado, permite visibilizar el manejo y control de los vertimientos de aguas residuales industriales, con proyección al incentivo de su reutilización y reúso, para garantizar la calidad de agua en nuestro país.

Por ello, el presente resumen ejecutivo da cuenta de los principales resultados obtenidos sobre la situación de la calidad del agua en nuestro país, y la gestión de las aguas residuales tratadas. Asimismo, pretende dar aportes para el diseño de estrategias más detalladas y sinérgicas entre entidades del Estado y proporcionar insumos para la elaboración de políticas relacionadas a la gestión, uso y calidad del agua, a nivel nacional.

César Gamboa Balbín

Director Ejecutivo

Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR)

I. MARCO LEGAL Y PLANIFICACIÓN

1.1. Normas específicas en la gestión del recurso hídrico y el vertimiento

La gestión de los recursos hídricos en el Perú, actualmente cuenta con una arquitectura legal hacia su uso sostenido, muestra de ello es la reciente aprobación de la Ley N° 30588, Ley que aprueba la reforma de la Constitución peruana reconociendo el derecho al acceso al agua potable como un derecho constitucional. Pese a ello, es un desafío conectar la etapa del vertimiento y el reúso de las aguas residuales tratadas, dentro de la gestión integrada del recurso hídrico. De integrarse esta etapa dentro del proceso integral de la gestión y uso del agua, habremos avanzado significativamente hacia una gestión eficiente del recurso hídrico en nuestro país, bajo la sostenibilidad de la calidad del agua para consumo humano, aliviando a muchas cuencas hidrográficas que tienen presión, por demanda hídrica y por descarga de vertimientos formales, informales e ilegales.

1.2. Políticas en recursos hídricos

Nuestro país cuenta con una política y más de cuatro planes y estrategias orientadas a la gestión sostenible de los recursos hídricos, a mediano y largo plazo. No obstante, requieren ser integrados para efectos de generar una política coordinada en la gestión eficiente de los recursos hídricos y aguas residuales. La **Tabla 1** muestra un listado de las políticas y planes aprobados.

Tabla 1. Lista de las políticas y estrategias aprobadas por el Gobierno peruano para una gestión integrada del recurso hídrico

NORMA	DESCRIPCIÓN
Política Nacional de Saneamiento	Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA
Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021	Decreto Supremo N° 018-2017-VIVIENDA
Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos	Resolución Jefatural N° 042-2016-ANA
Plan Nacional de Recursos Hídricos	Decreto Supremo N° 013-2015-MINAGRI
Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos	Decreto Supremo N° 006-2015-MINAGRI
Plan Nacional de Acción Ambiental	Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM
Plan Bicentenario	Decreto Supremo N° 054-2011-PCM
Política Nacional del Ambiente	Decreto Supremo N° 12-2009-MINAM

Fuente: Elaboración propia.

1.3. Planificación en recursos hídricos y aguas residuales

La organización mundial World Resources Institute¹ (encargada de hacer estudios sobre la situación ambiental en el mundo) advirtió para el caso del recurso hídrico, que 33 países enfrentarán estrés hídrico severo para el año 2040, ubicando al Perú dentro del rango de estrés hídrico alto. En concordancia con ello, el estudio de The Nature Conservancy², que recoge la primera base de datos global de estrés hídrico en más de 500 ciudades, identifica a la ciudad de Lima entre las veinte ciudades del mundo con alto índice de estrés hídrico. Si a ello, le agregamos que el principal obstáculo para la sostenibilidad del agua es la contaminación por la descarga directa de aguas residuales sin previo tratamiento³, entonces nos encontramos ante un problema latente que pone en riesgo la salud, seguridad alimentaria y desarrollo económico sostenible de las presentes y futuras generaciones.

Nuestro país no dispone de los recursos adecuados para gestionar los recursos hídricos y **aguas residuales** de forma responsable, eficiente y sostenible. Existen barreras de carácter institucional, financiero y normativo que impiden acelerar el ritmo en dicho ámbito. A razón de ello, se vienen desarrollando acciones desde la sociedad civil y el Estado para construir una visión de país en materia del tratamiento y reúso de aguas residuales dentro

1 World Resource Institute. *Aqueduct projected water stress country rankings*. Agosto, 2015. Disponible en: <http://www.wri.org/resources/data-sets/aqueduct-projected-water-stress-country-rankings>.

2 Global Environmental Change. *Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure*. Junio, 2014. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378014000880>.

3 SUNASS. *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicio de saneamiento*. 2015.

del marco de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible trazados al año 2030 y las metas de universalización del servicio de agua y saneamiento.

Los primeros instrumentos de planificación que visibilizan la problemática de la gestión de los recursos hídricos y del nulo, insuficiente y deficiente tratamiento de aguas residuales están constituidos por el **Plan Bicentenario**⁴ y el **Plan Nacional de Acción Ambiental**⁵. En tales documentos se asumió el compromiso de fomentar el reciclaje y reúso de las aguas residuales; y se trazó como meta para el año 2021, el tratamiento del 100% de las aguas residuales urbanas, y de ellas el 50% se reusarían.

Por su parte, el **Plan Nacional de Recursos Hídricos** (PNRH)⁶, enmarcado en la **Política Nacional del Ambiente** y la **Política y Estrategia Nacional de los Recursos Hídricos** (PENRH)⁷ reiteran la grave situación de la calidad de los recursos hídricos e identifica como causas: la gestión deficiente de los sistemas de tratamientos de aguas residuales y el limitado control, supervisión y fiscalización de vertimientos de aguas residuales, sean estas formales, informales o ilegales.

La Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos⁸ propone como línea de acción **la recuperación de la calidad de los recursos hídricos** e identifica como tareas: i) Formalizar, mediante procedimientos articulados y eficientes, a los usuarios de agua de actividades productivas y poblacionales que vierten aguas residuales no autorizadas, proyectando al 2021 el 50% de vertedores formalizados en las cuencas del Titicaca y 30% en las cuencas del Atlántico y Pacífico, porcentajes que al 2025 alcanzarían al 100% y 50%, respectivamente. ii) Formular e implementar a nivel de unidades hidrográficas programas y proyectos integrales sostenibles de tratamiento eficiente de aguas residuales, priorizando su reúso, proyectando al 2021 el 35% adicional de proyectos de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales implementados, porcentaje que aumentaría al 2025 en un 15%.

Atendiendo al carácter multisectorial en la institucionalidad de la gestión del agua, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento aprobó la Política Nacional de Saneamiento⁹ y el Plan Nacional de Saneamiento¹⁰, en cuyos alcances se determina la necesidad de promover el uso de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales a fin de cumplir con los límites máximos permisibles (LMP) y estándares de calidad ambiental para agua (ECA-Agua), evitando la contaminación de las fuentes de agua, además de fomentar el uso de los subproductos del tratamiento de las aguas residuales.

Recordemos que los instrumentos de planificación antes mencionados se sustentan en el derecho humano al agua, además de alinearse al cumplimiento del sexto objetivo de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas al 2030¹¹, que traza como meta alcanzar el vertimiento cero y la reducción a la mitad de aguas residuales sin tratamiento. En ese sentido, esperemos que la implementación de las políticas nacionales relacionadas con la gestión eficiente de aguas residuales se efectúe con prontitud, dado que el interés por mantener la calidad de los recursos hídricos y promover su cuidado, puesto que se constituyen en una condición ineludible para reducir la inequidad social, resguardar la seguridad alimentaria, salvaguardar la salud de la población y de los ecosistemas; y sostener el desarrollo económico.

4 Comité Nacional de Planeamiento Estratégico-CEPLAN. *El Perú hacia el 2021: Plan Bicentenario*, aprobado por Acuerdo Nacional. Marzo, 2011. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/acerc_mins/doc_gestion/PlanBicentenarioversionfinal.pdf.

5 Plan Nacional de Acción Ambiental aprobado por Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf.

6 Plan Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), aprobado por Decreto Supremo N° 013-2015-MINAGRI. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursoshidricos2013.pdf>.

7 Política y Estrategia Nacional de los Recursos Hídricos (PENRH) aprobado por Decreto Supremo N° 006-2015-MINAGRI. Disponible en: http://www.ana.gob.pe/media/290336/politicas_estrategias_rh.pdf.

8 Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos, aprobado por Resolución Jefatural N° 042-2016-ANA. Disponible en: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/rj_042-2016-ana_-_copia.pdf.

9 Política Nacional de Saneamiento aprobado mediante Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA. Disponible en: <http://busquedas.elperuano.com.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-politica-nacional-de-saneamie-decreto-supremo-n-007-2017-vivienda-1503314-7/>.

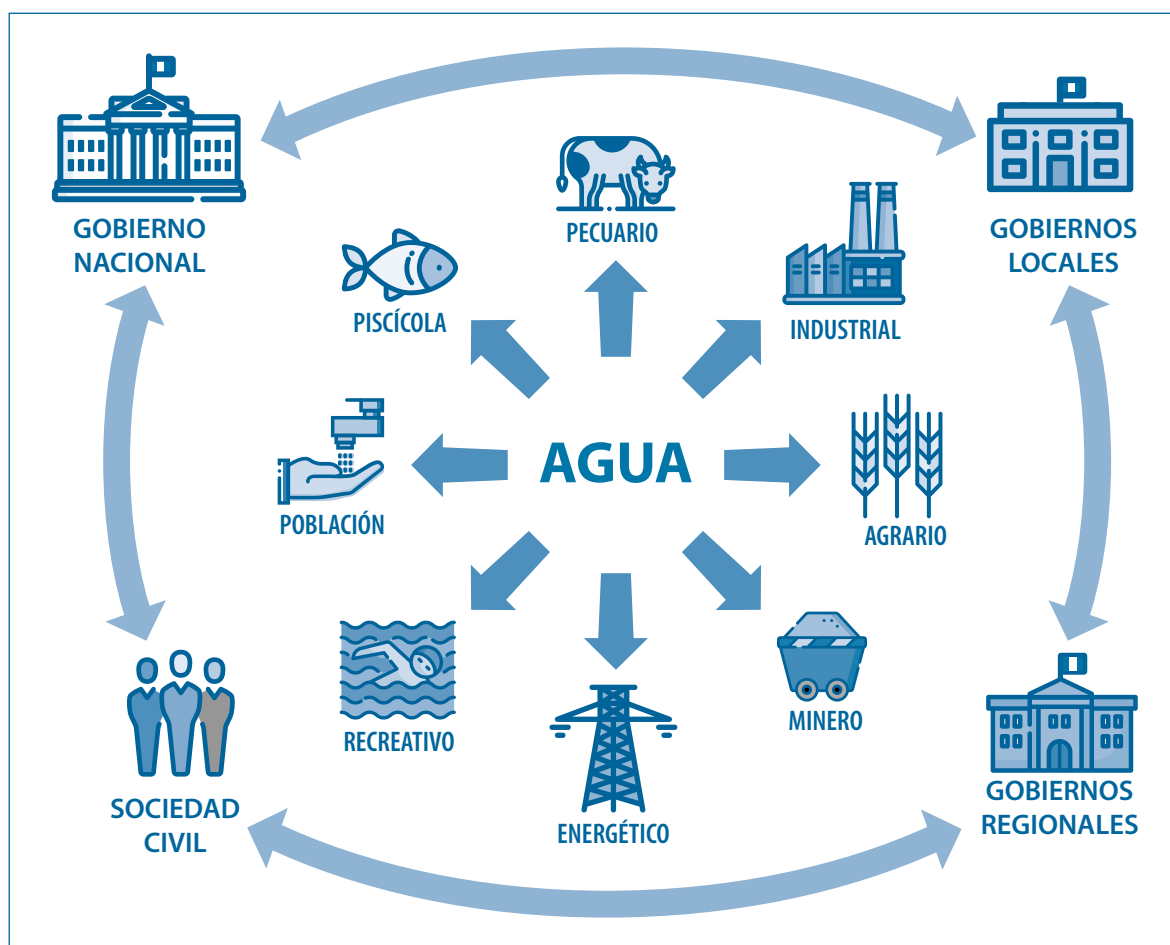
10 Plan Nacional de Saneamiento aprobado por Decreto Supremo N° 018-2017-VIVIENDA. Disponible en: <http://busquedas.elperuano.com.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-plan-nacional-de-saneamiento-decreto-supremo-n-018-2017-vivienda-1537154-9/>.

11 ONU. Objetivos del Desarrollo Sostenible al 2030: "(...) mejorar la calidad del agua mediante la reducción de contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial (...)". Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>.

II. INSTITUCIONALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN EL PERÚ

Para la gestión del recurso hídrico en nuestro país, intervienen múltiples actores en torno a su uso y aprovechamiento. Asimismo, se involucran política y normativamente, el Gobierno nacional, regional y local, además de sectores pertenecientes a las diferentes actividades productivas (agrario, industrial, minero, petroleros, poblacional, energético, recreativo, entre otros). Recayendo sobre la sociedad civil un rol importante para vigilar la adecuada gestión del agua.

Figura 1. La gestión del agua e instituciones involucradas



Fuente: ANA, 2010.

Los órganos involucrados con la gestión del agua en nuestro país son los siguientes:

Tabla 2. Lista de entes involucrados en la gestión del agua

Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos.
Ministerio del Ambiente (MINAM)	Autoridad ambiental, vela por la concordancia entre la gestión del ambiente y las disposiciones o gestiones de los recursos hídricos.
Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)	Publica las normas de mayor rango que requiera aprobar la ANA a fin de facilitar una buena gestión de los recursos hídricos.
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)	Bajo el rol de universalización del acceso a los servicios de agua potable y saneamiento.
Gobiernos regionales y locales	Armonizan sus políticas y objetivos con la gestión de los recursos hídricos, evitando conflictos de competencia y efectivizando el logro de un buen uso del recurso hídrico.
Las organizaciones de usuarios de agua agrarios y no agrarios	Asociaciones que participan en la gestión del uso sostenible del agua.
Las entidades operadoras de los sectores hidráulicos de carácter sectorial y multisectorial	Entidades que manejan la infraestructura hidráulica (embalses de agua, represas, canales de abastecimiento de agua, etc.).

Fuente: Elaboración propia.

Las direcciones administrativas que dependen de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y se vinculan, directamente, con el control de aguas residuales son: a) **Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH)**, responsable de organizar y conducir las acciones en materia de protección y recuperación de la calidad de los recursos hídricos. b) **Dirección de Administración de Recursos Hídricos (DARH)**, responsable de organizar y conducir acciones relacionadas con el otorgamiento de derechos de uso de agua, administración de las fuentes naturales de agua y régimen económico por el uso del agua. c) **Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos (DCPRH)**, encargada de conducir y organizar las acciones para la conservación, elaboración e implementación de los instrumentos de planificación del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (SNGRH).

III. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA

De acuerdo a la Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos – 2016, la ANA identificó 41 unidades hidrográficas cuyos parámetros de calidad exceden los estándares de calidad para agua (ECA-Agua), siendo la causa principal el vertimiento de aguas residuales industriales, domésticas y municipales.

La Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH) de la ANA, a través de un diagnóstico elaborado el año 2012, muestra las principales fuentes de contaminación y origen, siendo uno de ellos el vertimiento de aguas residuales municipales propias de la influencia de las actividades humanas en las ciudades. Otra fuente importante está relacionada con las actividades mineras como la informal y los pasivos ambientales mineros.

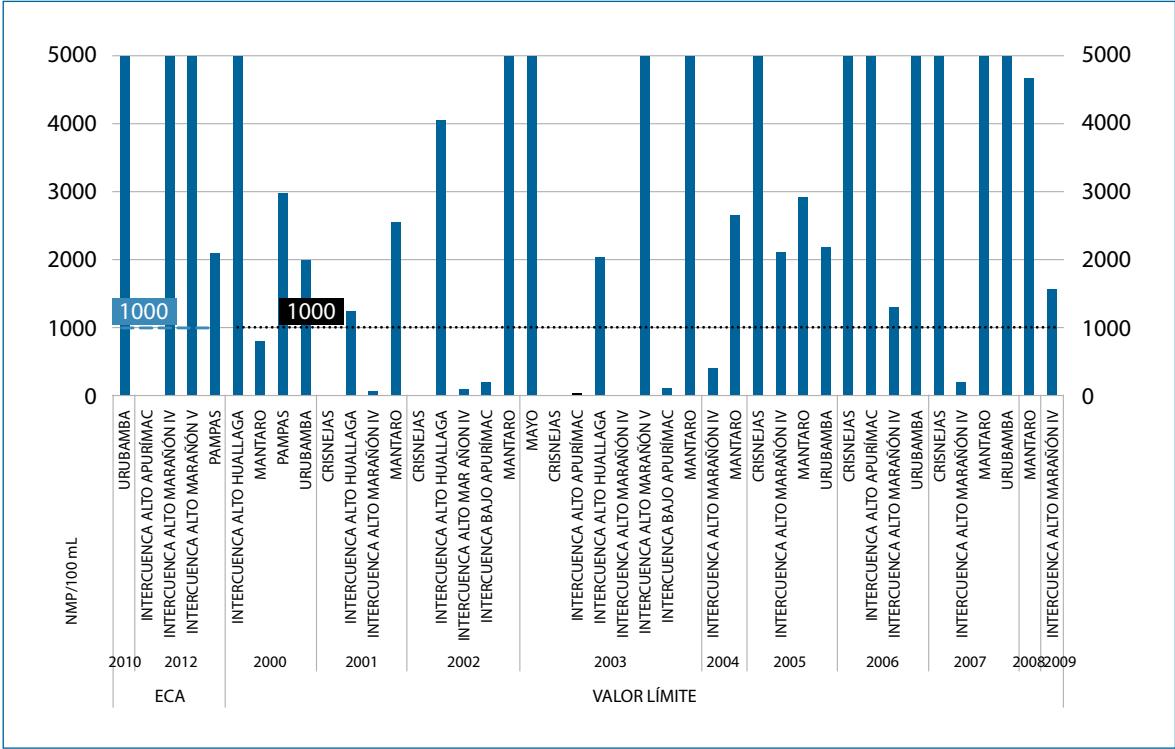
Tabla 3. Tipo y origen de contaminación de los recursos hídricos en el Perú

CUERPO DE AGUA	UBICACIÓN	TIPO DE CONTAMINACIÓN Y ORIGEN
Río Amazonas	Loreto	Afectado por vertimiento de aguas residuales municipales, grifos flotantes, derrame de petróleo.
Río Madre de Dios y afluentes	Madre de Dios	Afectado por la minería ilegal e informal.
Río Tambo	Moquegua-Arequipa	Boro y Arsénico (origen natural).
Río San Juan	Pasco	Afectado por vertimientos mineros y municipales.
Río Perené	Pasco	Afectado por vertimientos mineros y municipales.
Río Piura	Piura	Afectado por vertimiento de aguas residuales municipales.
Río Chira	Piura	Afectado por vertimiento de aguas residuales municipales y agrícolas.
Río Coata	Puno	Vertimiento de aguas residuales municipales.
Río Ramis	Puno	Minería ilegal e informal (vertimientos de relaves mineros).
Río Ayaviri-Pucará	Puno	Vertimiento de aguas residuales municipales.
Bahía Interior de Puno-Lago Titicaca	Puno	Afectada por vertimiento de aguas residuales municipales.
Bahía de Yunguyo-Lago Titicaca	Puno	Afectada por vertimiento de aguas residuales municipales.
Río Suches	Puno	Afectado por la minería ilegal e informal generada por mineros peruanos y bolivianos.
Río Sandi	Puno	Afectado por vertimientos municipales.
Río Tumbes	Tumbes	Afectado por vertimientos de aguas residuales municipales, actividades mineras en el Ecuador.
Río Huallaga	Ucayali	Afectado por vertimiento de aguas residuales municipales.

Fuente: ANA, 2012.

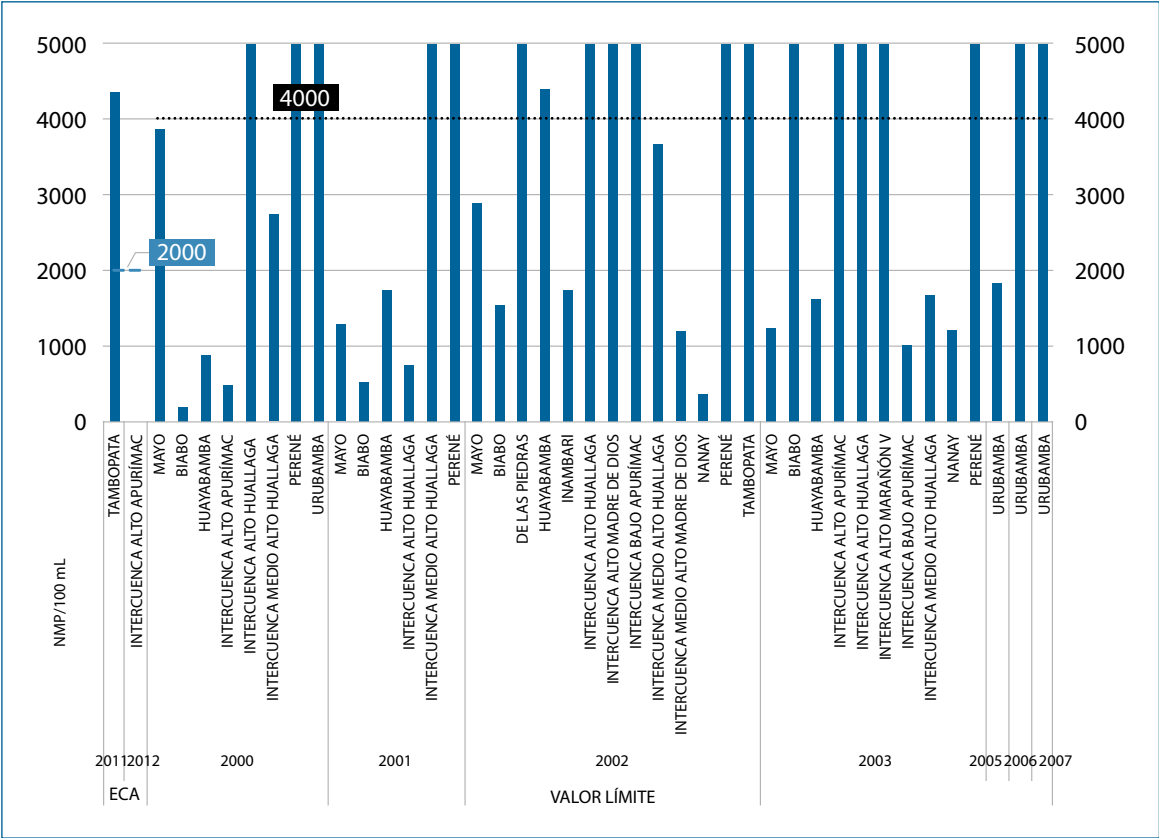
El Diagnóstico de la Calidad de los Recursos Hídricos del Perú, correspondiente a un periodo de evaluación iniciado en abril de 2010 a diciembre de 2012, señala que de un total de 159 unidades hidrográficas, 35 unidades hidrográficas presentaron, en promedio, concentraciones de los parámetros pH, conductividad eléctrica, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, arsénico, mercurio, cadmio, plomo y hierro por encima de los ECA-Agua aprobados el año 2008 (correspondientes a la Clasificación de los cuerpos naturales de agua superficial aprobada con Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA). Este resultado está asociado a los vertimientos de aguas residuales no autorizados, pasivos ambientales, residuos sólidos y condiciones naturales (factores geológicos, ambientales e hidrológicos).

Figura 2. Variación promedio anual de coliformes termotolerantes por UH correspondiente a Clase III y Categoría 3



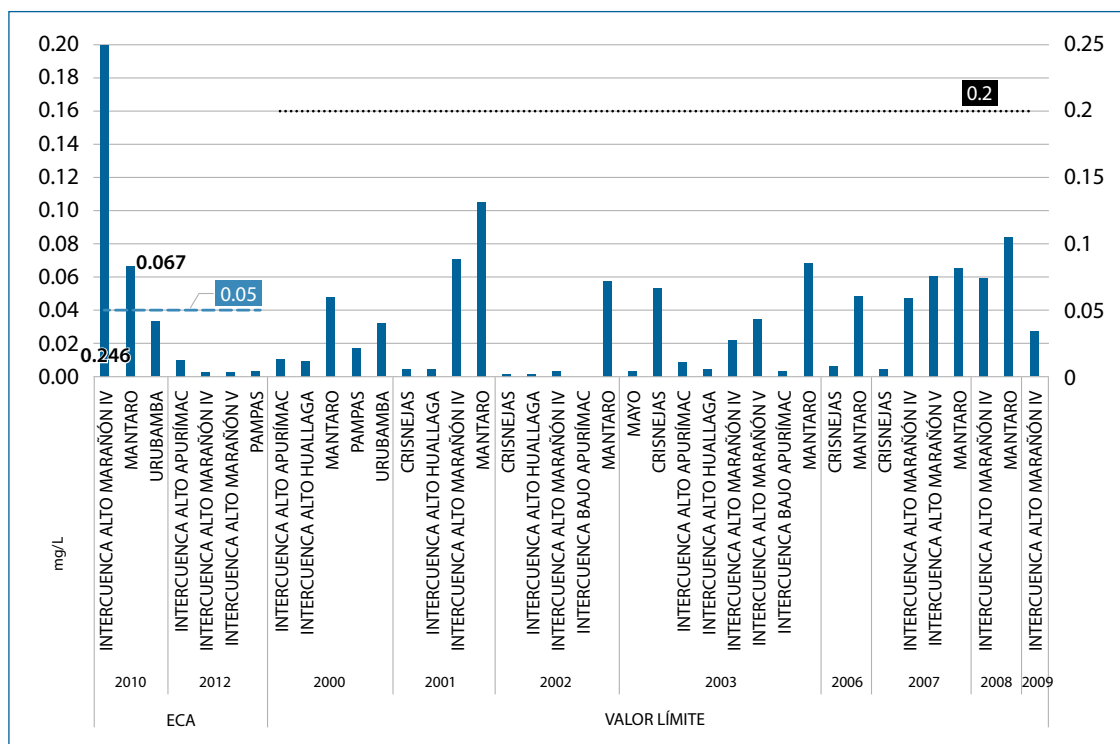
Fuente: DGCRH-ANA.

Figura 3. Variación promedio anual de coliformes termotolerantes por UH correspondiente a la Clase IV y Categoría 4 (rios de selva)



Fuente: DGCRH-ANA.

Figura 4. Variación promedio anual de As por UH correspondiente a Clase III y Categoría 3



Fuente: DGCRH-ANA.

IV. VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Es importante señalar que toda comunidad genera residuos, tanto sólidos como líquidos. Para Metcalf & Eddy (1995), el agua residual se define como “la combinación de los residuos líquidos, o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales, a los que pueden agregarse, eventualmente, aguas subterráneas, superficiales y pluviales”.

Una vez tratadas las aguas residuales se pueden reutilizar, o reintroducir en el ciclo hidrológico por evacuación al medio ambiente, este sería el primer paso de un proceso de reutilización indirecto a largo plazo. Los métodos de evacuación más comunes son: vertido y dilución en aguas del medio ambiente.

En el Perú, el vertimiento de las aguas residuales tratadas se entiende como la descarga de un efluente residual tratado sobre un cuerpo natural de agua continental (río, quebradas, lagos, lagunas) o marítima (mar). De acuerdo al Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos se excluye como agua residual a las provenientes de las naves y artefactos navales.

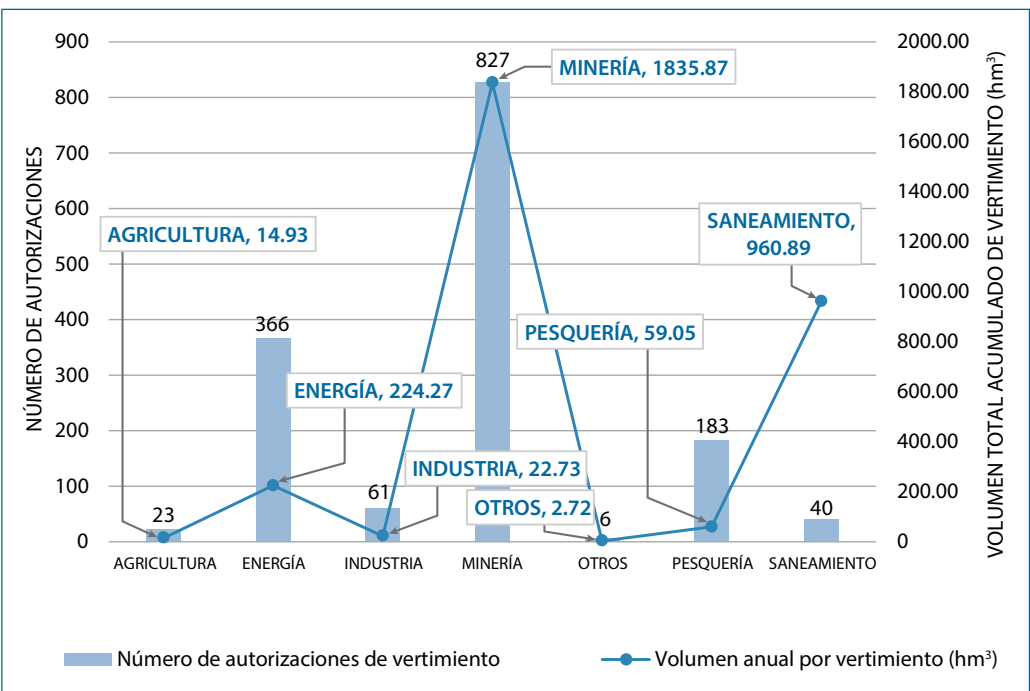
4.1. Vertimiento por actividades económicas

En términos de sectores productivos, de acuerdo al registro 2009-2017 de la ANA, el sector **minero** vierte el mayor volumen de agua residual tratada en el país, con un total de 1835.87 hm³, representando el 59% del volumen total acumulado dentro de dicho periodo. Le siguen: el sector **saneamiento** con 960.89 hm³, equivalente al 31%; y la actividad **energética** con 224 hm³, (7%).

Por su parte el sector **pesquero** con 59.05 hm³, representa el 2% del volumen total de vertimiento autorizado. Cabe mencionar que en el sector agricultura se vierte menor volumen de agua residual tratada, con un total de 15 hm³. El sector denominado “otros” cuenta con una autorización de vertimiento de 3 hm³, equivalente al 0.09%. Tales actividades son proyectos de infraestructura vial, así como agua de descarga de Fénix Power.

La siguiente figura nos muestra a detalle, la correlación entre el número de autorizaciones de vertimiento y el volumen autorizado de vertimiento del agua residual tratada. El sector minero presenta una relación directa entre autorizaciones otorgadas y volumen de vertimiento, a diferencia del sector saneamiento donde el volumen significativo de vertimiento no está en relación directa con las autorizaciones de vertimiento. Lo que implica que no necesariamente a un mayor número de autorizaciones le corresponda mayor volumen de agua vertida.

Figura 5. Autorizaciones de vertimiento comparadas con volumen total (hm³) de agua residual vertida por sectores 2009-2017



Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

4.2. Tipos de aguas residuales generadas por sectores

Del registro de vertimiento se distinguen principalmente cuatro (04) tipos de efluentes vertidos, los cuales son:

Tabla 4. Tipo de aguas residuales

AGUA RESIDUAL TRATADA	DEFINICIÓN
Doméstica	Aquellas aguas que antes de su tratamiento provienen de origen residencial, comercial, e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana (preparación de alimentos, aseo personal, etc.).
Industrial	Aquellas aguas que antes de su tratamiento se originaron como consecuencia del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.
Minera	Aquellas aguas tratadas que resultaron de los trabajos ejecutados en interior de mina y que por estar en contacto con cuerpos mineralizados adquieren características que hacen necesario su tratamiento previo a su disposición final, debiéndose las considerar como aguas residuales.
Municipal	Aquellas aguas que provienen de las aguas residuales domésticas que pueden, incluir la mezcla con aguas residuales de origen industrial, siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

Fuente: ANA. Elaboración propia.

De estos cuatro tipos de aguas residuales tratadas, las de tipo industrial generan mayor volumen, representando el 65% del total descargado durante 2009-2017, es decir 2042 hm³. Le sigue el vertimiento de aguas residuales municipales, equivalente al 28%, con un volumen total de 885 hm³. Las aguas residuales de tipo doméstico y minero corresponden con 4% y 2%, respectivamente.

La tabla siguiente precisa con mayor detalle el volumen total de agua residual tratada (ART), autorizada para su vertimiento según tipo correspondiente al periodo 2009-2017.

Tabla 5. Volumen de aguas residuales tratadas según tipo

TIPO DE ART	VOLUMEN TOTAL DE ART VERTIDA (hm ³) 2009 - 2017	PORCENTAJE (%)
Agua residual doméstica tratada	128	4%
Agua residual industrial tratada	2042	65%
Agua residual minera tratada	65	2%
Agua residual municipal tratada	885	28%
TOTAL	3120	100%

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

Advertimos que dentro de las aguas residuales industriales se incluyen también las aguas relacionadas con la actividad minera, específicamente, de aquellas que provienen de las plantas de beneficio, depósitos de desmontes. En ese sentido, líneas más adelante, realizamos un análisis específico, según el tipo de agua residual vertida y el sector correspondiente.

Como se indicó, es el sector minero el que cuenta con los más altos volúmenes de descarga de agua residual autorizada, generando tres (3) tipos de aguas residuales (industrial, minero y doméstico). El sector saneamiento (también con tres tipos de aguas residuales) integra a las aguas residuales municipales, siendo el único sector que las registra. A estos dos (2) sectores, le sigue energía que efectúa dos (2) tipos de descarga de aguas residuales (doméstico e industrial), conforme se observa a continuación.

Tabla 6. Promedio anual del vertimiento (hm³/año) de ART según tipo y sector

SECTORES	PROMEDIO ANUAL DE ART SEGÚN TIPO (hm³/año)			
	Agua residual doméstica tratada	Agua residual industrial tratada	Agua residual minera tratada	Agua residual municipal tratada
Agricultura	-	1.83	-	-
Energía	2.50	29.39	-	-
Industria	0.08	2.77	-	-
Minería	6.81	235.62	10.83	-
Otros	-	1.36	-	-
Pesquería	0.12	8.30	-	-
Saneamiento	14.50	3.43	-	147.51

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

4.3. ¿A dónde van las aguas residuales?

El volumen anual vertido sobre los cuerpos receptores permite identificar la mayor presión de carga sobre el recurso hídrico por sector. Según los registros de vertimiento de la ANA, los principales cuerpos receptores son: mar, lagunas, quebradas y ríos. En adelante, mostramos la siguiente clasificación:

Tabla 7. Vertimiento de aguas residuales tratadas por sector

ENERGÍA Y SANEAMIENTO	MINERO E INDUSTRIAL	MINERO Y SANEAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Vierten sobre el cuerpo marino un volumen anual promedio de 24.41 hm³ y 270.64 hm³. • El elevado valor de vertimiento en el sector saneamiento, sobre el mar, obedece a las descargas de las aguas residuales de los colectores, a través de emisarios submarinos instalados en las regiones de Lima y Callao. 	<ul style="list-style-type: none"> • El sector minero vierte sobre las lagunas un promedio de 28.78 hm³. • El sector industrial vierte sobre las lagunas un promedio de 0.17 hm³. 	<ul style="list-style-type: none"> • El sector minero vierte sobre las quebradas el volumen anual de 73.86 hm³. • El sector saneamiento vierte sobre las quebradas el volumen anual de 4.41 hm³.

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

Al respecto, las descargas más significativa sobre los ríos se dan por la actividad minera con más de 145 hm³ al año, la actividad de saneamiento, con una descarga aproximada de 27.22 hm³ y la actividad energética con 5.13 hm³, anuales.

Tabla 8. Promedio anual del vertimiento (hm³/año) de ART sobre un cuerpo receptor por sector

CUERPO RECEPTOR	VERTIMIENTO PROMEDIO ANUAL SOBRE CUERPOS RECEPTORES POR SECTOR (hm³/año)						
	AGRICULTURA	ENERGÍA	INDUSTRIA	MINERÍA	OTROS	PESQUERÍA	SANEAMIENTO
Mar	-	24.41	1.38	4.30	1.31	8.11	270.64
Canal	-	0.03	-	-	-	-	-
Inyección	-	0.03	-	-	-	-	-
Laguna	-	-	0.17	28.78	-	-	-
Quebrada	2.54	2.34	0.51	73.86	-	-	4.41
Río	0.44	5.13	1.45	145.39	0.09	0.33	27.22

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

4.4. El vertimiento y la carga de parámetros en minería y energía

El empleo de agua fresca o agua de las fuentes de agua es fundamental para los procesos metalúrgicos en general. Por ello, se dice que la calidad de agua fresca de alimentación para el proceso tiene un impacto en las operaciones unitarias minero metalúrgicas, y posteriormente en el cumplimiento de las normativas para la disposición de efluentes.

Las fuentes potenciales de descarga de contaminantes en la actividad minera provienen principalmente de:

- a. Drenaje de mina (alta concentración de metales)
- b. Operaciones durante el proceso de beneficio
 - Efluentes. Contaminantes orgánicos, inorgánicos y reactivos
 - Relaves. Niveles elevados de metales pesados y reactivos
 - Presas de agua de proceso (acumulación de agua y lixiviación)
- c. Depósitos de desechos
 - Pilas de desecho (material de desbroce y desmonte, residual lixiviación)
 - Canchas de relaves
 - Pozas de agua residual
- d. Pilas de mineral
- e. Actividad humana
 - Aguas servidas (microorganismos patógenos)
- f. Botaderos (lixiviación y transporte de desechos)

El sector priorizó el control y la regulación del vertimiento de las aguas residuales tratadas para los parámetros comúnmente característicos de la actividad, pues existe riesgo para la salud humana y el ambiente. Los valores y parámetros se observan en la tabla de los Límites Máximos Permisibles del sector minero, aprobados por Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM.

Tabla 9. Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE EN CUALQUIER MOMENTO	LÍMITE PARA EL PROMEDIO ANUAL
pH		6-9	6-9
Sólidos totales en suspensión	mg/L	50	25
Aceites y grasas	mg/L	20	16
Cianuro total	mg/L	1	0.8
Arsénico total	mg/L	0.1	0.08
Cadmio total	mg/L	0.05	0.04
Cromo hexavalente (*)	mg/L	0.1	0.08
Cobre total	mg/L	0.5	0.4
Hierro (disuelto)	mg/L	2	1.6
Plomo total	mg/L	0.2	0.16
Mercurio total	mg/L	0.002	0.0016
Zinc total	mg/L	1.5	1.2

(*) En muestra no filtrada.

Fuente: MINAM, 2010.

Para la ANA, tres son los tipos de aguas residuales tratadas en el sector minero:

- a. Agua residual doméstica
- b. Agua residual industrial
- c. Agua residual minera

Es importante visibilizar el tipo de cuerpo receptor sobre el cual se descargan las aguas residuales. A partir de ello, se identificará el lugar con mayor presión de carga sobre el cuerpo de agua. En la **Tabla 10** siguiente, identificamos los cuerpos de agua que reciben mayor descarga de aguas residuales del sector minero:

- Mar.
- Laguna.
- Quebrada.
- Río.

De estos, los ríos y quebradas son los más impactados con las descargas de aguas residuales de dicho sector. En promedio, los ríos reciben 145.39 hm³ y las quebradas 73.86 hm³ por año. Les siguen las lagunas y el mar con 28.78 hm³ y 4.30 hm³ por año, respectivamente.

Analizando el vertimiento según tipo de agua residual tratada, encontramos que:

- a. El mayor volumen de agua residual doméstica se descarga sobre los ríos con 4.46 hm³/año seguido de la descarga al mar con 2.18 hm³/año.
- b. La actividad minera, generalmente, se emplaza cerca de cuerpos de agua y en cabeceras de cuenca. Muestra de ello es que en todas las descargas se encuentran lagunas, presentes en las todas las cabeceras de cuenca. Anualmente se vierte más de 134 hm³/año de agua residual industrial sobre los ríos, así como a las quebradas con 71.09 hm³/año.
- c. Las aguas residuales mineras provenientes de las labores subterráneas o de su contacto con el componente minero, por tajeo o depósito de minerales son vertidas sobre los ríos, quebradas y lagunas con un volumen de 7.96 hm³/año, 7.29 hm³/año y 4.97 hm³/año respectivamente.

Consideramos que el manejo de las aguas residuales, que provienen de las actividades industriales y mineras, debe integrarse dentro del enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos. Las aguas residuales del sector minero, sean industriales y de mina deben considerarse como una sola unidad, pues en todo momento de la actividad hay sinergia entre componentes de la planta de beneficio y labores de explotación minera.

Tabla 10. Volumen anual de vertimiento por tipo de agua residual tratada sobre el cuerpo receptor

TIPO DE AGUA RESIDUAL TRATADA / CUERPO RECEPTOR	hm ³ /año
Agua residual doméstica tratada	
a. Mar	2.18
b. Laguna	0.01
c. Quebrada	1.73
d. Río	4.46
Agua residual industrial tratada	
a. Mar	4.27
b. Laguna	27.35
c. Quebrada	71.09
d. Río	134.74
Agua residual minera tratada	
a. Laguna	4.97
b. Quebrada	7.29
c. Río	7.96

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

Un requisito para otorgar la autorización de vertimiento de aguas residuales es el cumplimiento de los LMP, sin afectar el cuerpo receptor. Este cumplimiento, no cierra la posibilidad de que exista dentro de las aguas residuales tratadas algún elemento metálico como parte del efluente. De ser el caso, es importante realizar un ejercicio que ayude a determinar la masa de agente químico que se descarga "oficialmente" sobre el cuerpo de agua, a fin de conocer el impacto acumulado sobre el ambiente. Este ejercicio servirá para determinar la carga contaminante acumulada y su huella hídrica gris.

En consideración a ello, se deben analizar los límites de concentración máxima permisible (LMP) para realizar una estimación de la carga de agentes químicos vertidos a los cuerpos receptores. La herramienta a emplear es la concentración máxima regulada en los LMP y el volumen autorizado de vertimiento.

Si asumimos que todos los efluentes cumplen los LMP podríamos estimar la carga de agentes químicos (específicos) sobre el cuerpo receptor, multiplicando el volumen de descarga anual. Para el caso de las descargas de aguas residuales domésticas, no se ha realizado alguna estimación, pues los LMP del sector minero no regulan parámetros para efluentes domésticos tratados; siendo los parámetros de interés el nivel de los metales pesados y riesgosos de la actividad.

En la tabla siguiente observamos que anualmente las aguas residuales industriales tratadas autorizadas para su descarga sobre los ríos llevan más de 13 toneladas de arsénico, más de 26 toneladas de plomo, más de 6 toneladas de cadmio, más de 67 toneladas de cobre y poco más de 202 toneladas de zinc.

Tabla 11. Estimación de la carga de masa de agentes químicos vertidos a los cuerpos receptores en el sector minero

TIPO DE AGUA RESIDUAL TRATADA/CUERPO RECEPTOR	hm³/año VERTIDOS	TONELADAS ANUALES DE METALES EN LOS VERTIMIENTOS AUTORIZADOS EN EL SECTOR MINERO				
		ARSÉNICO (t/año)	PLOMO (t/año)	CADMIO (t/año)	COBRE (t/año)	ZINC (t/año)
Agua residual doméstica tratada						
a. Mar	2.18	-	-	-	-	-
b. Laguna	0.01	-	-	-	-	-
c. Quebrada	1.73	-	-	-	-	-
d. Río	4.46	-	-	-	-	-
Agua residual industrial tratada						
a. Mar	4.27	0.43	0.85	0.21	2.14	6.41
b. Laguna	27.35	2.74	5.47	1.37	13.68	41.03
c. Quebrada	71.09	7.11	14.22	3.55	35.55	106.64
d. Río	134.74	13.47	26.95	6.74	67.37	202.11
Agua residual minera tratada						
a. Laguna	4.97	0.50	0.99	0.25	2.49	7.46
b. Quebrada	7.29	0.73	1.46	0.36	3.65	10.94
c. Río	7.96	0.80	1.59	0.40	3.98	11.94

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

Si a dichas medidas, sumamos las descargas de las aguas residuales industriales y las aguas residuales de tipo mina tratadas, generadas por el sector minero, tenemos una idea de la masa de agentes químicos descargadas sobre los cuerpos receptores. El resultado es que los ríos y quebradas son los cuerpos de agua con más presión de carga química. En virtud a los datos identificados, se demuestra que anualmente se vierten 22 toneladas de arsénico, 44 toneladas de plomo, 11 toneladas de cadmio, 110 toneladas de cobre y más de 331 toneladas de zinc sobre ríos y quebradas.

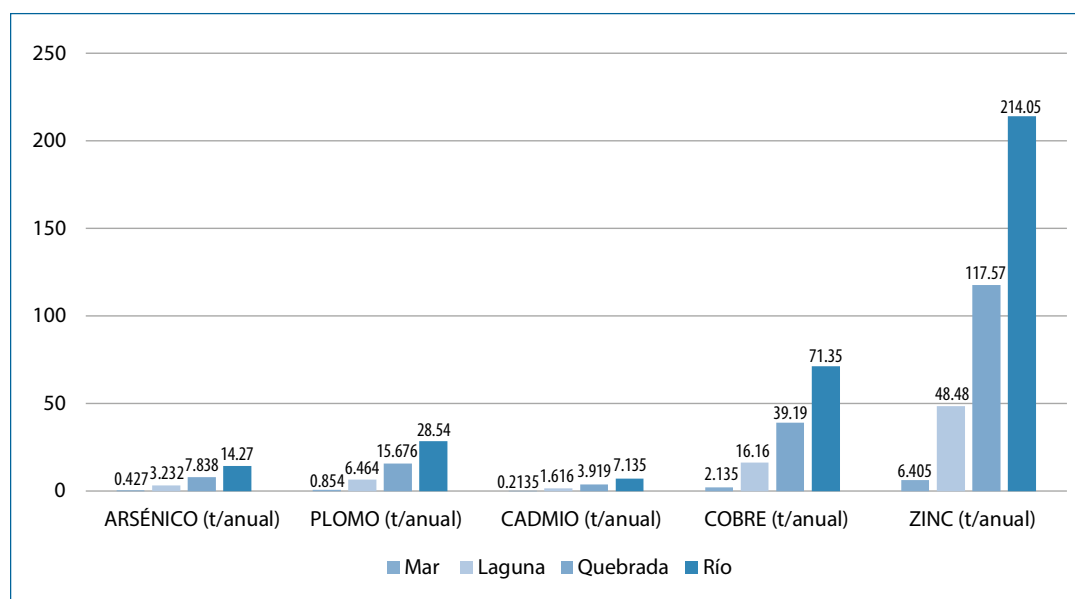
Tabla 12. Estimación de descarga anual de metales (toneladas/año) en los vertimientos del sector minero en los tipos de agua residual industrial y de mina autorizadas

AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL Y MINERA TRATADAS	ARSÉNICO (t/año)	PLOMO (t/año)	CADMIO (t/año)	COBRE (t/año)	ZINC (t/año)
a. Mar	0.427	0.854	0.2135	2.135	6.405
b. Lagunas	3.232	6.464	1.616	16.16	48.48
c. Quebradas	7.838	15.676	3.919	39.19	117.57
d. Ríos	14.27	28.54	7.135	71.35	214.05

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

La siguiente figura nos muestra didácticamente que los ríos y quebradas soportan mayor descarga de metales, dado que presentan los mayores niveles de masa respecto a la laguna y el mar.

Figura 6. Carga de contaminantes descargados anualmente 2009-2017. Sector minero



Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia

4.5. La actividad energética

Esta actividad productiva puede integrarse en los subsectores eléctrico e hidrocarburos. En el caso de las actividades eléctricas, el empleo del agua es para fines de generación, uso de agua no consuntiva. En las actividades de hidrocarburos el uso es consuntivo, por ello es necesario el empleo y por ende la generación de aguas residuales.

De acuerdo a los registros de vertimiento, en esta actividad se generan dos tipos de aguas residuales:

- Agua residual doméstica.
- Agua residual industrial.

De estos dos tipos de aguas residuales, en promedio se vierte 2.5 hm³/año de agua residual doméstica. Las aguas residuales industriales ascienden a 29.39 hm³/año, siendo la segunda actividad más significativa que descarga efluentes, después de la actividad minera.

En las operaciones de exploración, producción, transporte o refinamiento de petróleo, es imprescindible el uso del agua. Lo mismo en los procesos industriales, así se generan también residuos contaminados (agua de inyección, congénita, aguas amargas, de proceso, residuales, de lluvia, de refrigeración, de limpieza de tanques, residuales domésticas, etc.).

La forma de poder descargar dichos efluentes residuales es previo tratamiento, donde deben cumplir los LMP y no generar alteración de los ECA para agua. La tabla adjunta nos muestra los límites de descarga para dicha actividad constituida por 21 parámetros.

De acuerdo al registro de vertimientos de la ANA, la descarga más significativa de aguas residuales domésticas tratadas del sector energético se da hacia las quebradas (2.26 hm³) y ríos (0.24 hm³) al año. De otro lado, las descargas más importantes de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas se efectúan sobre el mar, con 24.41 hm³/año, seguidas de la descarga sobre los ríos con 5.71 hm³ y las quebradas 0.11 hm³/año.

Cabe precisar que el sector **energía** se constituye por dos subsectores, generación eléctrica e hidrocarburos. En ese sentido, el cálculo de la carga de masa de los elementos químicos ha priorizado las actividades hidrocarburíferas, por los impactos que supone la actividad. Al respecto informar que la inyección y el vertimiento sobre un canal es un caso particular de la actividad petrolera, por lo que ambos solo se presentan en el sector Energía. En la tabla siguiente se observan los cálculos.

Tabla 13. Descarga promedio anual de las aguas residuales domésticas e industriales tratadas sobre cuerpos receptores en la actividad de hidrocarburos

TIPO DE AGUA RESIDUAL TRATADA Y VERTIDA A UN CUERPO RECEPTOR	hm ³ /año
Agua residual doméstica tratada	
a. Mar	0.03
b. Inyección	0.01
c. Quebrada	2.248
d. Río	0.172
Agua residual industrial tratada	
a. Mar	24.406
b. Canal	0.026
c. Inyección	0.029
d. Quebrada	0.110
e. Río	0.723

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

Se aprecia en la tabla que anualmente las aguas residuales industriales tratadas de la actividad petrolera se vierten significativamente al mar, a los ríos y a las quebradas. Cabe precisar que el ámbito de ríos y quebradas están relacionados a la Amazonía peruana. Anualmente se descarga al mar cerca de cinco toneladas de arsénico, 122 toneladas de bario, 488 hidrocarburos totales de petróleo y poco más de dos toneladas de plomo y de cromo hexavalente.

En caso de la Amazonía, se estarían vertiendo sobre los ríos, anualmente, hasta 140 kilogramos de arsénico, más de tres toneladas de bario, poco más de 14 toneladas de hidrocarburos de petróleo, 70 kilos de plomo al igual que cromo hexavalente.

Tabla 14. Estimación de la carga de masa de agentes químicos vertidos a los cuerpos receptores en la actividad hidrocarburífera como parte de las autorizaciones de vertimiento

TIPO DE AGUA RESIDUAL TRATADA / CUERPO RECEPTOR	hm³/año	TONELADAS ANUALES DE METALES EN LOS VERTIMIENTOS AUTORIZADOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO (HIDROCARBUROS)				
		ARSÉNICO (t/año)	BARIO (t/año)	HIDROCARBURO TOTAL DE PETRÓLEO (t/año)	PLOMO (t/año)	CROMO HEXAVALENTE (t/año)
Agua residual doméstica tratada						
a. Mar	0.03	-	-	-	-	-
b. Laguna	0.01	-	-	-	-	-
c. Quebrada	2.248	-	-	-	-	-
d. Río	0.172	-	-	-	-	-
Agua residual industrial tratada						
a. Mar	24.41	4.88	122.03	488.12	2.44	2.44
b. Canal	0.03	0.01	0.13	0.52	0.003	0.003
c. Inyección (pozos)	0.03	0.01	0.15	0.58	0.003	0.003
d. Quebrada	0.11	0.02	0.55	2.20	0.01	0.01
e. Río	0.72	0.14	3.62	14.46	0.07	0.07

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

A continuación se especifica la integración de la carga de elementos químicos sobre los ríos y quebradas, atendiendo a las autorizaciones de vertimientos. Encontramos que anualmente se descargan más de 160 kilogramos de arsénico, cuatro toneladas de bario, 16.66 toneladas de hidrocarburos de petróleo, más de 80 kilogramos de plomo y cromo hexavalente:

Tabla 15. Estimación de la carga de masa de agentes químicos vertidos a los ríos y quebradas en la actividad hidrocarburífera como parte de las autorizaciones de vertimiento

CUERPO RECEPTOR	ARSÉNICO (t/año)	BARIO (t/año)	HIDROCARBURO TOTAL DE PETRÓLEO (t/año)	PLOMO (t/año)	CROMO HEXAVALENTE (t/año)
Ríos y quebradas	0.1666	4.165	16.66	0.0833	0.0833

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

V. EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

La entidad responsable de la gestión del reúso de las aguas residuales tratadas en nuestro país, es la ANA. De acuerdo a la Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA, para efectos del reúso de aguas residuales suceden dos situaciones:

1. En caso no se requiera de autorización para reúso:

Cuando el destino del agua residual tratada es el mismo para el cual se autorizó. Es decir, si la autorización para el uso de agua fue para el procesamiento industrial, y luego el efluente residual es tratado para ser recirculado nuevamente en el procesamiento industrial, no se requiere de autorización alguna.

2. En caso sea necesario de autorización para reúso:

Debe considerarse los siguientes elementos:

- Que las aguas residuales (AR), previamente tratadas, cumplan con los parámetros de calidad establecidas por la autoridad sectorial, generalmente se emplean guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- El instrumento de gestión ambiental aprobado, haya contemplado la evaluación ambiental del reúso.
- El efluente residual tratado no ponga en peligro la salud humana, flora, fauna ni afecte otros usos.
- Se cuente con Derecho de Uso de Agua (DUA) para la actividad que genera el agua residual.

5.1. Obligaciones de control de vertimientos y reúso

El responsable de la autorización de vertimiento o reúso debe instalar sistemas de medición de caudales de agua residual tratada para registrar el volumen acumulado vertido y reportar sus resultados a la ANA, con la frecuencia establecida en la respectiva autorización. De otro lado, se establece que el responsable del reúso debe realizar el control de los parámetros de la calidad del agua conforme a lo establecido en la respectiva autorización.

Cabe precisar que durante la elaboración de la investigación se preguntó al responsable del área de vertimientos de la DGCRH, si durante las inspecciones que realiza dicha área toma muestras para análisis de las aguas residuales tratadas para su reúso; la respuesta fue negativa.

5.2. De las Autorizaciones de Reúso en el Perú

De una revisión al Registro de Vertimiento de la ANA, dentro del periodo 2009-2017¹², se ha otorgado un total de 191 autorizaciones de reúso, que suma un volumen total de 126.79 hm³, conforme se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 16. Registro de vertimientos totales entre 2009-2017 de la ANA

DEPARTAMENTO	N° DE RESOLUCIONES 2009-2017	VOLUMEN TOTAL 2009-2017 (hm ³)
Lima	48	27.05
Loreto	27	0.17
Piura	20	6.38
Ica	16	3.94
Ancash	12	4.84
La Libertad	12	7.45
Cajamarca	9	9.21
Callao	9	3.94
Junín	6	0.29
Tacna	6	29.3
Arequipa	5	32.99
Ayacucho	5	0.12

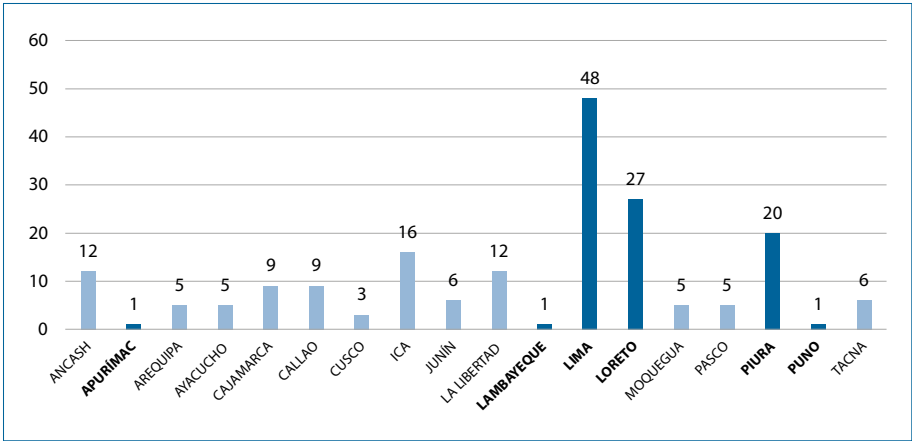
¹² Los registros de los años 2009 y 2017 no abarcan todo el año, dado que en el caso del año 2009 solo se cuenta con cuatro (4) registros entre el 23 de noviembre y 21 de diciembre. Para el año 2017 solo se cuenta con una autorización del 18 de enero de 2017. En ese sentido, dentro de las estimaciones de promedios anuales, los registros de dichos años no se han considerado dado que incrementan la incertidumbre de la estimación del promedio anual.

DEPARTAMENTO	N° DE RESOLUCIONES 2009-2017	VOLUMEN TOTAL 2009-2017 (hm³)
Moquegua	5	0.07
Pasco	5	0.18
Cusco	3	0.61
Apurímac	1	0.01
Lambayeque	1	0.24
Puno	1	0.02
TOTAL	191	126.79

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

El departamento de Lima cuenta con 48 autorizaciones de reúso, siendo el más representativo y numeroso. Le siguen Loreto y Piura con 27 y 20 autorizaciones respectivamente. Las regiones que cuentan con menor número de autorizaciones de reúso son Puno, Lambayeque y Apurímac con una (1) autorización otorgada en cada región de acuerdo a la figura siguiente.

Figura 7. Número de autorizaciones de reúso por departamento otorgados 2009-2017



Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

En el caso de Lima, el mayor número de autorizaciones corresponde al sector industrial con 16, seguido de los sectores minería y saneamiento, ambos con 9 autorizaciones como se puede observar en la tabla siguiente:

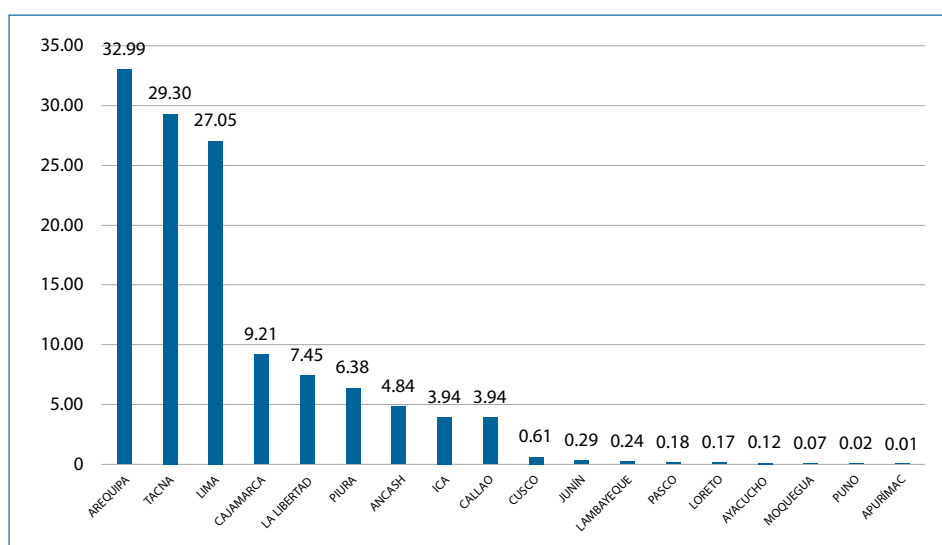
Tabla 17. Registro de autorizaciones de reúso entre 2009-2017 de la ANA

AUTORIZACIONES DE REÚSO EN LIMA 2009 -2017	N°
Industria	16
Minería	9
Saneamiento	9
Agricultura	4
Energía	4
Pesquería	4
Otros	2
TOTAL	48

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

5.3. Del volumen de las Autorizaciones de Reúso en el Perú

En cuanto al volumen total de reúso otorgado entre el periodo 2009-2017, el departamento de Arequipa cuenta con mayor volumen de agua reusada con cerca de 33 hm³ de un total de 126.79 hm³ a nivel nacional, a este departamento le siguen Tacna con 29.3 y Lima con 27 hm³.

Figura 8. Volumen de agua residual reusada por departamento 2009-2017 en el Perú (hm³)

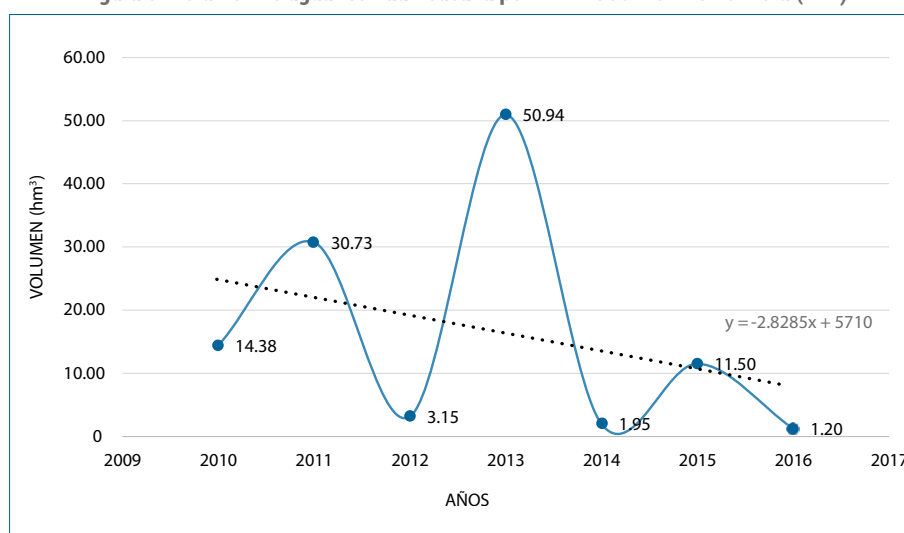
Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

Los tres departamentos (Arequipa, Tacna y Lima) que encabezan el mayor volumen de agua reusada se encuentran en la franja desértica costera del Perú, la vertiente del Pacífico. La ANA ha reportado la alerta por agotamiento hídrico, especialmente en el departamento de Tacna.

5.4. La tendencia del reúso del agua residual tratada

Se rescata el reúso de las aguas residuales tratadas en el Perú. Pero la tendencia de esta medida ha disminuido. Desde el año 2010 hasta 2016, el volumen se reduce de 14.38 hm³ a 1.20 hm³, mostrándonos una pendiente de crecimiento negativa con un factor de -2.82.

El cálculo no ha empleado los datos de los años 2009 y 2017 por estar incompletos. A pesar de ello, la data evidencia la necesidad de incidir en una política de reúso y recirculación del agua residual tratada.

Figura 9. Volumen de agua residual reusada por AAA 2009-2017 en el Perú (hm³)

Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

El mayor volumen de reúso autorizado durante los siete años analizados para determinar el promedio anual se dio en el año 2013, con un valor de 50.94 hm³. De esta cifra, 36 hm³ corresponden al sector minero y 14 hm³ para saneamiento¹³:

13 ANA. Reportes de Vertimientos 2009-2017.

- **Sector minero.** Se debe al reúso anual otorgado a la empresa Sociedad Minera Cerro Verde en Arequipa (31.5 hm³). Esta empresa emplea las aguas residuales de la ciudad de Arequipa para sus operaciones mineras.
- **Sector saneamiento,** el mayor volumen otorgado fue a la Comisión de Regantes "Sub Sector de riego Ate", con 13.6 hm³ de aguas provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Santa Clara, en la región Lima.

5.5. El destino del reúso de las aguas residuales tratadas

En correspondencia con lo señalado líneas arriba, conocemos de dónde provienen las aguas residuales tratadas, según tipo. No obstante, resulta necesario conocer su destino. Existen seis usos principales del agua residual tratada que registra la ANA en las autorizaciones que otorga.

Las aguas residuales tratadas se destinan para los siguientes usos:

- Riego.
- Recirculación de procesos.
- Mitigación ambiental.
- Riego y mitigación ambiental.
- Limpieza y mantenimiento.
- Riego, limpieza y mantenimiento.

De estos seis, el uso para el riego representa, en estricto, el 63.61% del total del reúso de las aguas residuales tratadas, es decir 80.657 hm³. Resaltamos ello, debido a que tiene relación directa con los productos agropecuarios de consumo humano. Al respecto, es necesario evaluar el destino y efecto acumulativo de aguas residuales provenientes del sector industrial y minero.

Tabla 18. El reúso de las aguas residuales tratadas

DESTINO PRINCIPAL DEL REÚSO	VOLUMEN TOTAL REÚSO (hm ³)	PORCENTAJE (%)	DESCRIPCIÓN DEL REÚSO
Riego	80.657	63.61%	<ul style="list-style-type: none"> • Especies forestales de tallo alto. • Áreas verdes (grass, especies arbóreas y ornamentales). • Parques y jardines. • Productos agrícolas como: palma aceitera, maíz y demás productos agrícolas.
Recirculación procesos	34.465	27.18%	<ul style="list-style-type: none"> • Recirculación Planta Concentradora. • Lixiviación de procesos. • Lavado de máquinas. • Fines metalúrgicos. • Uso minero (Cerro Verde).
Mitigación ambiental	9.789	7.72%	<ul style="list-style-type: none"> • Riego de vías de acceso. • Control de Polvos dentro de la instalación y trabajos. • Compactación de tierras.
Riego y mitigación ambiental	1.838	1.45%	<ul style="list-style-type: none"> • Uso combinado para riego de áreas verdes, especies arbóreas y control de polvos, no se pudo distinguir cuánto se emplea uno de otro. Combinación de usos.
Limpieza y mantenimiento	0.035	0.03%	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de servicios higiénicos y limpieza en general de infraestructura.
Riego, limpieza y mantenimiento	0.008	0.01%	<ul style="list-style-type: none"> • Uso combinado para limpieza, mantenimiento de la instalación (servicios higiénicos, pisos, etc.) y riego de áreas verdes.
TOTAL	126.792	100%	

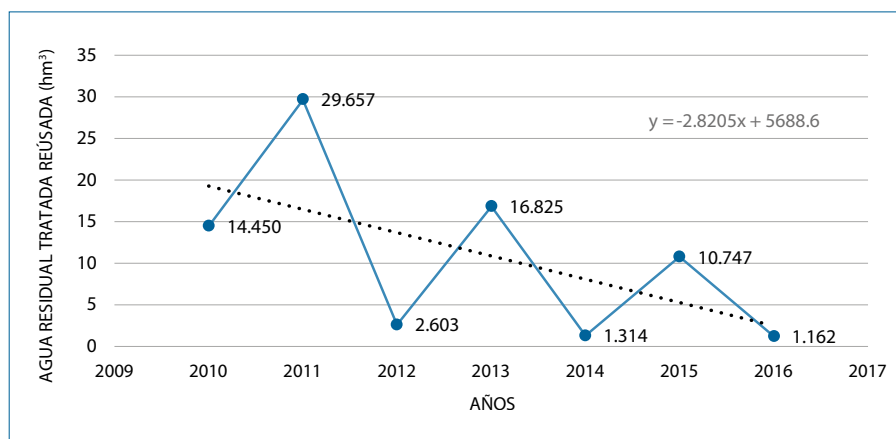
Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

Siguiendo la relación proporcional por usos del agua residual tratada, el promedio anual del reúso de aguas residuales tratadas corresponde al riego con cerca de 11 hm³/año, seguida de la actividad de recirculación de procesos con 5.7 hm³/año.

Desde el año 2010 hasta 2016, el volumen de autorizaciones de reúso para **riego** viene reduciéndose drásticamente, pasando de 14.45 hm³ a 1.162 hm³; es decir, en promedio la reducción es casi 3 hm³/año según la ecuación de tendencia lineal. Esta reducción estaría obedeciendo a la ausencia de una política de promoción del reúso de las aguas residuales tratadas.

En el caso de las actividades industriales, estaría obedeciendo al cambio de reúso por mitigación ambiental, principalmente riego de polvo.

Figura 10. Tendencia del reúso para riego



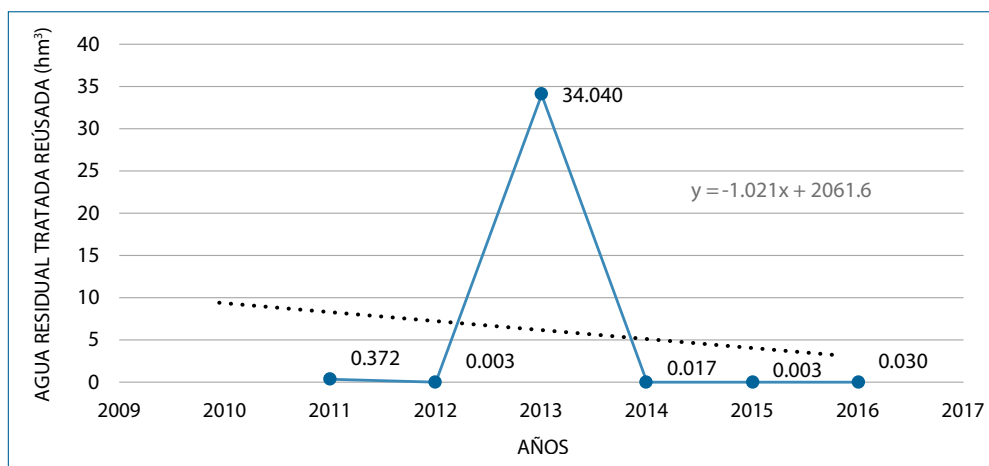
Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

El reúso para la recirculación en los *procesos industriales* viene disminuyendo de 0.372 hm³ en el año 2010 a 0.030 hm³, en 2016 (casi a razón de 1 hm³ por año). Esta reducción no es tan significativa como sucede con el reúso para riego. Por lo tanto, si se incrementa el reúso por recirculación, el tratamiento de las aguas residuales a cargo de las industrias extractivas permitiría recuperar y sostener la calidad del agua, lo cual le resultaría beneficioso para la colectividad.

Sin embargo, la tendencia muestra un panorama desalentador en términos ambientales y sociales. Las políticas corporativas de recirculación de las aguas residuales reducen significativamente la demanda de agua fresca, beneficiando a las cuencas hidrográficas con mayor disponibilidad de agua de dilución dentro de los procesos naturales de autodepuración de los cuerpos de agua.

Por ello, resulta beneficioso impulsar, desde todos los sectores (Estado, sector privado y sociedad civil) la implementación de mecanismos de recirculación del agua residual tratada en sus procesos industriales. La siguiente figura muestra la tendencia negativa del reúso como recirculación en los procesos de los sectores productivos del país.

Figura 11. Tendencia del reúso en recirculación de procesos industriales



Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

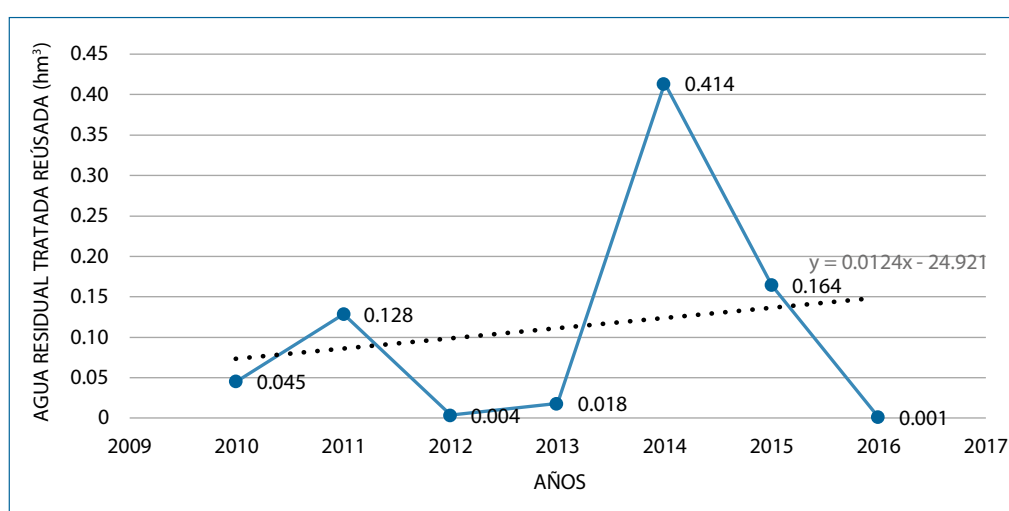
En el caso del reúso por mitigación ambiental, se observa una tendencia ligera de incremento debido a los volúmenes autorizados durante el año 2014, con 0.4 hm³, seguido del año 2015, con 0.16 hm³, siendo los mayores volúmenes autorizados durante los siete años analizados.

Si bien la tendencia es ligeramente positiva, este tipo de reúso es aplicado estrictamente al control de polvo de caminos de acceso y áreas superficiales. De una revisión a los procedimientos de supervisión y fiscalización ambiental del OEFA, identificamos la inexistencia de un análisis a la calidad del agua tratada para fines de control de polvo o riego de caminos de acceso. La ANA tampoco analiza la calidad de este tipo de agua residual (confirmado inclusive por un funcionario de la DGCRH en una entrevista sostenida para este documento).

La importancia de controlar la calidad del agua residual tratada, sujeto a reúso con fines de mitigación ambiental, se debe a la falta de exigencia de monitorear los usos finales, sea para riego agrícola o recirculación en un proceso industrial. Las aguas residuales tratadas y recirculadas pueden pasar inadvertidas de control. Esta debilidad puede trasladarse en términos de carga química hacia otro cuerpo receptor (el suelo o las aguas subterráneas), que acumulativamente, podrían contener determinados agentes químicos, significando un problema ambiental serio a largo plazo.

Es necesario efectuar el control y monitoreo de la calidad de estas aguas residuales tratadas, por parte de las autoridades competentes. Además de analizar la calidad del componente final de su destino, las cuales son vertidas indirectamente sobre el componente suelo.

Figura 12. Tendencia del reúso para mitigación ambiental



Fuente: ANA, 2017. Elaboración propia.

Un método para conocer la ruta de las aguas residuales tratadas reusadas, se encuentra en el análisis del tipo de agua residual versus el uso final. En ese sentido, las aguas residuales domésticas tratadas se destinan al riego, con 31.085 hm³; y el uso para mitigación ambiental, con 0.999 hm³.

De otro lado, el reúso de las aguas residuales mineras tratadas se destinan para mitigación ambiental, con 0.049 hm³. El reúso de las aguas residuales municipales tratadas se destinan para el riego, con 32.178 hm³, seguido del reúso para recirculación minera con 31.5 hm³. Cabe precisar que este indicador obedece a los valores autorizados de reúso para la ampliación de la capacidad instalada de Sociedad Minera Cerro Verde en Arequipa.

RECOMENDACIONES

Aguas residuales, calidad de agua para consumo humano y salvaguarda de los derechos conexos: dignidad, salud, seguridad alimentaria y sostenibilidad de ecosistemas

- Los criterios o normas que se implementen para un manejo seguro y productivo de las aguas residuales deben adecuarse a las condiciones ambientales, sociales, económicas y financieras, considerando el eje de salud pública y ambiental.
- Es necesaria la implementación de lineamientos que identifiquen la huella hídrica gris en las industrias, para promover una gestión responsable del agua residual tratada y generar una alternativa significativa para recuperar las cuencas hidrográficas amenazadas.
- Las aguas residuales pueden constituir una fuente de abastecimiento segura y confiable para otros usos, que no involucre el agua potable, siempre y cuando se establezcan controles sanitarios y toxicológicos.

Monitoreo, vigilancia y supervisión del riesgo de la gestión de aguas residuales

- Se recomienda que los programas de control y manejo de reúso de aguas residuales tengan el componente salud. Esto permitirá evidenciar el riesgo y/o rechazo de diferentes alternativas de reúso de aguas residuales tratadas.
- De detectarse descargas industriales sobre fuentes de agua, se debe realizar una clasificación del riesgo por contaminantes químicos, biológicos y físico-químicos, especialmente en lo que atañe a metales pesados y sustancias tóxicas.
- Es necesario implementar, como parte de la verificación y supervisión ambiental, la evaluación del efecto que representaría el reúso del agua residual tratada de tipo industrial y minero para fines de mitigación de polvo y riego de productos agrícolas y especies vegetales.

Desarrollo de programas de investigación académica e innovación de tecnología

- Las tecnologías seleccionadas para el tratamiento de aguas residuales y la disposición para su reúso deben ser técnicamente apropiadas, económicamente viables y acorde a la realidad geográfica. Además debe informarse a la población y entidades competentes sobre sus características.
- Actualmente, existen métodos tecnológicos avanzados para el tratamiento de las aguas residuales industriales y domésticas, que alcanzan niveles de calidad para la recirculación de aguas residuales en los procesos productivos de empresas. Dichos métodos deben ser difundidos en su implementación y funcionamiento.
- Promover un centro de eficiencia tecnológica con el objeto de desarrollar nuevas tecnologías de potabilización y tratamiento de aguas residuales sostenibles y adecuadas a las condiciones ambientales del país.

Acceso equitativo al agua, priorizar a los sectores vulnerables y empoderar a los actores sociales (pueblos indígenas, comunidades campesinas y sociedad civil)

- Impulsar y fortalecer la gobernanza del agua con la creación de plataformas intergubernamentales para promover la gestión eficiente y responsable de las aguas residuales dentro del marco de gestión integrada del recurso hídrico.
- El Estado, a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), Ministerio del Ambiente (MINAM), Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) deben promover políticas, de corto y mediano plazo, que incentiven el reúso de aguas residuales como una alternativa frente a las demandas de cantidad y calidad del recurso hídrico en las cuencas hidrográficas vulnerables.
- El Estado debe poner especial atención sobre la crítica situación que subyace en las cuencas hidrográficas, ecosistemas hídricamente frágiles y zonas donde se sitúen pueblos indígenas y/o comunidades campesinas; considerando los parámetros sociales y ambientales.

- Se debe respetar, preservar, sobrevalorar y practicar los saberes ancestrales sobre la gestión sostenible del recurso hídrico y protección de la calidad del agua. En virtud de ello, corresponde impulsar su inclusión dentro del marco político y normativo.
- El derecho a la consulta previa de pueblos indígenas debe garantizarse en temas que involucren proyectos de tratamiento y reúso de aguas residuales. Asimismo, asegurar la participación informada y los procesos de vigilancia de la sociedad civil, en general, en la toma de decisiones, al respecto.

Competencias, planificación y políticas gubernamentales en el marco de la gestión del recurso hídrico con una visión integrada, considerando la gestión de aguas residuales (SUNASS, MVCS, OEFA, MINAM, ANA, MINAGRI, MINSA)

- Las competencias de cada sector deben ser definidas y delimitadas, a fin de entender y diferenciar el rol que desempeña cada institución y sus capacidades técnicas para cumplir sus fines. Cada entidad cumple un rol complementario, no obstante, de generarse duplicidad de funciones implicaría costos innecesarios en el presupuesto público.
- La Autoridad Nacional del Agua (ANA) deberá asumir el rol antes desempeñado por la Dirección General de Salud (DIGESA): emitir la opinión vinculante en materia de salud, respecto a la autorización de vertimiento del agua residual tratada en base al cumplimiento de los estándares de calidad ambiental (ECA-Agua), y los límites máximos permisibles (LMP).
- Considerar la reducción del plazo de adecuación de las Entidades Prestadoras de Servicio (EPS) para el otorgamiento de autorizaciones de vertimientos. Ello beneficiará a la sostenibilidad ambiental de los proyectos de inversión en saneamiento y otorgará a la población la plena seguridad de que el agua que consume es salubre.

Marco de propuestas e iniciativas para contribuir con la gestión eficiente y responsable del recurso hídrico y aguas residuales

- Promover y asegurar el reúso de las aguas residuales tratadas mediante la recirculación de procesos industriales, lo cual asegurará mayor inversión en sistemas de tratamiento, mejor control, menos carga contaminante sobre los cuerpos de agua y mayor volumen de agua fresca de autodepuración.
- El Estado debe implementar programas que incentiven al sector industrial, a la gestión eficiente y responsable de las aguas residuales, promoviendo su reciclaje y reúso dentro de sus propios procesos operativos. Otorgándole para dicho efecto una certificación de reconocimiento. Con ello se procederá a la denominación de empresas responsables en la gestión de la calidad del recurso hídrico.
- El sector industrial debe construir políticas corporativas que consignen como finalidad principal el vertimiento cero, situación que ha de contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al año 2030.