

## **Aguas residuales en la calidad de agua del río**

Wastewater in river water quality

### **Autores**

Wilfredo Sáez Huamán 

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

Pedro Antonio Palomino Pastrana 

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

Henry Mauricio Dávila Victoria 

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

Luis Alberto Tito Córdova 

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

<https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v2i3.43>

Fecha de publicación: 2022/11/18

Fecha de aceptación: 2022/09/08

### **RESUMEN**

Las aguas residuales se generan por diferentes actividades del hombre, que contiene en su estructura sustancias contaminantes tóxicas que causan graves daños al ambiente. El objetivo fue realizar una revisión bibliográfica sobre aguas residuales en la calidad de agua del río. Se realizó una búsqueda en las bases de datos como: Science Direct, EBSCO, Scielo, BASE, DOAJ, Dialnet y Redalyc usando términos booleanos como and, or, not, mediante descriptores “aguas residuales” “contaminación” “calidad de agua del río” y “contaminación de agua del río”; asimismo se buscó en repositorios institucionales de nivel local, nacional e internacional aplicando filtros de publicaciones relacionados sobre contaminación de fuentes superficiales (ríos) por aguas residuales, determinando que existe contaminación del medio ambiente. Se concluye que las aguas residuales, causan problemas de contaminación ambiental en los ríos, generando un impacto negativo en los ecosistemas acuáticos debido a que se alteran las características física química y microbiológicas del agua, además el proceso de eutrofización por el crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas que consumen gran parte de oxígeno disuelto, afectando la vida acuática y la muerte por asfixia a la fauna y flora. Por tanto, es de necesidad que las aguas residuales provenientes de fuentes: domésticas, industriales o municipales tengan un adecuado tratamiento.

**Palabras clave:** *Contaminación del agua, agua residual, agua superficial, Río, Calidad del agua.*

### **ABSTRACT**

Wastewater is generated by different activities of man, which contains toxic pollutants in its structure that cause serious damage to the environment. The objective was to carry out a bibliographic review on wastewater in the quality of river water. A search was carried out in databases such as: Science Direct, EBSCO, Scielo, BASE, DOAJ, Dialnet and Redalyc using Boolean terms such as and, or, not, using descriptors "wastewater" "contamination" "river water quality". " and "river water pollution"; Likewise, institutional repositories at the local, national and international level were searched, applying filters of publications related to contamination of surface sources (rivers) by wastewater, determining that there is environmental contamination. It is concluded that wastewater causes environmental pollution problems in rivers, generating a negative impact on aquatic ecosystems due to the alteration of the physical, chemical and microbiological characteristics of the water, in addition to the eutrophication process due to the excessive growth of algae and other aquatic plants that consume a large part of dissolved oxygen, affecting aquatic life and death by asphyxiation to fauna and flora. Therefore, it is necessary that wastewater from sources: domestic, industrial or municipal have adequate treatment.

**Keywords:** *Water pollution, Waste water, Surface water, Rivers, Water quality.*

## INTRODUCCIÓN

El elemento agua, natural e imprescindible es parte del proceso vital de los humanos y sus actividades. La valoración de la calidad del agua puede entenderse como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con su calidad natural, los efectos humanos y usos posibles (Guardado y Fernández, 2021); es así que la mayor fuente de contaminación de cuerpos de aguas superficiales y subterráneas es ocasionada principalmente por el vertido deliberado de millones de litros de aguas residuales producto de las diferentes actividades domésticas, urbanas e industriales que incrementan el riesgo de salubridad humana y del ecosistema (Medina, 2022).

Latinoamérica no está exento de la problemática, puesto que un considerable porcentaje de aguas residuales se devuelven a los ríos sin recibir ningún tratamiento, esto acarrea serias implicaciones ecológicas ya que la región alberga unas de las biodiversidades más imponentes del planeta, concentrándose alrededor de la tercera parte de las fuentes de agua, por tanto; los niveles de contaminación también se atentan en dicha magnitud, es por ello que el ser humano está en permanente búsqueda de novedosos métodos de tratamiento (Gilpavas et al., 2018). El recurso hídrico es básico para el mantenimiento de los ecosistemas, los cuales, a su vez, son un prerrequisito para la regeneración de este recurso vital en los diferentes procesos físicos y biológicos, tanto en el uso y consumo humano, como en la producción agrícola, pecuaria, forestal e industrial (Azpilcueta et al., 2017); por lo expuesto antes, se plantea como objetivo evaluar las aguas residuales y su influencia en la calidad de un río.

## ESTADO DEL ARTE

### Breve descripción sobre contaminación por aguas residuales

Un informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos en el 2017, el 80% de las aguas servidas tienen como destino final el medio ambiente sin antes haber sido tratadas; esto como podemos ver genera un preocupante cuadro de contaminación en los ríos, lagos y mares; tanto que en el 2012 se han registrado 800,000 muertes en todo el mundo por el consumo de agua potable contaminada, y además las zonas muertas desoxigenadas en fuentes importantes van en aumento, lo cual perjudica directamente los ecosistemas marinos, cadenas alimenticias, y especies en extinción a causa de las aguas residuales no tratadas (ONU, 2017).

Es así que un estudio realizado en Colombia, opina que se debe mejorar las técnicas de tratamiento de aguas residuales domésticas, para mitigar las concentraciones de contaminantes sobre cuerpos de agua superficial, donde se amplíe los sistemas actuales de tratamiento, poniendo énfasis desde un control biológico, generando importancia en la reutilización de las aguas servidas; en tal sentido es importante reconocer que los diferentes escenarios y su contexto, requieren de tecnología contextualizadas, que disminuyan el problema socio ambiental (Castillo, 2018).

En Perú de manera general, Medina (2018), menciona que, la estrategia de tratamiento de aguas residuales tiene deficiencias, está afectando el medio ambiente físico y biológico, además muchas empresas no cumplen con los requisitos establecidos en la normatividad vigente.

En el desarrollo social con responsabilidad, el manejo ambiental de aguas residuales, es el tratamiento de agua por servicio doméstico, actividad industrial, y entre otras como de arrastre agrícola, el manejo debe tomar en cuenta procesos como análisis de residuos sólidos, cantidad de agua tratada, cantidad de químicos utilizados, patrones biológicos y parámetros de normatividad medioambiental, efectos en el medio ambiente (Rodríguez, 2020).

Es importante considerar que la eficacia de gestión debe valorar las sugerencias y necesidades no satisfechas establecidas en los diagnósticos a partir de las cuales se debe planificar técnicas y procesos que contribuyan a dar solución a los problemas detectados en el usuario y medio ambiente, controlando, aplicando y evaluando los cambios estratégicos con la posibilidad que el entorno muestre resultados satisfactorios y de confianza (García et al., 2019).

### Contaminación del agua

A nivel mundial debido a la carencia de gestión respecto a saneamiento, los cuerpos superficiales (ríos) están siendo afectados por la contaminación orgánica y la incorporación de aguas servidas que proceden de las acciones humanas como: la industria, la agricultura, ciudades, que perjudica a los ecosistemas y seres humanos. Antes que nada, no se tiene que ver con aguas residuales urbanas con patógenos que causan una variedad de enfermedades, introduciendo la diarrea, la principal causa de enfermedad y muerte (Yingrong, Gerrit, y Giesen, 2017).

## Aguas residuales

La expresión “aguas residuales” incorpora los fluidos y sólidos acuáticos procedentes de usos caseros, mecánicos o empresariales, así como diferentes aguas que han sido utilizadas en ejercicios humanos, cuya calidad ha sido degradada y que son vertidas a un marco de alcantarillado, teniendo como eliminación concluyente las aguas de los ríos (Muralikrishna y Manickam, 2017).

## Aguas residuales domésticas

Las aguas residuales domésticas se componen principalmente de vertidos de fluidos procedentes de establecimientos estériles, lavados y ejercicios de cocina, al igual que de diferentes fuentes, que son un manantial de contaminación de los ríos (Muralikrishna y Manickam, 2017).

## Aguas residuales industriales

Las aguas residuales industriales crudas se crean en su mayor parte de forma consistente durante el ciclo mecánico, sin embargo, pueden incorporar algunos otros derroches de fluidos, como depósitos de lavado y a veces agua de medida en caso de un episodio. Así, todos los efluentes industriales pueden cambiar en la calidad y, claramente, en la carga de contaminación relativa, similar a las aguas residuales industriales (Thomas y Thomas, 2017).

## Aguas residuales Municipales

Las aguas residuales del camal municipal son descargadas sin aplicar un tratamiento adecuado, lo que origina la contaminación directa a los sectores aledaños del camal, por lo tanto, se ve la necesidad de efectuar un diagnóstico en la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales y de la demanda del producto para dar una solución a la problemática sin afectar la producción de la misma ni del medio (Llumiquirena, 2018).

## Impacto de aguas residuales en las aguas superficiales (ríos)

En los últimos años, el mundo se ha preocupado y busca soluciones a los problemas concernientes al tratamiento de aguas residuales de origen doméstico, comercial e industrial. Las aguas residuales tratadas en corrientes de agua superficiales (ríos, lagos, océanos) sin tratamiento alguno logran causar problemas serios de contaminación que afectan a la fauna y flora del ecosistema acuático. Antes de su descarga estas aguas residuales deben ser debidamente tratadas, lo que hace modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas impidiendo que sean

tratadas, lo que ocasiona problemas al ecosistema. El grado de tratamiento requerido para las aguas residuales debe corresponder a las condiciones del receptor desde el cual se descargan las aguas residuales (Rodríguez, 2017).

## Peculiaridades en las aguas residuales

El resto de sustancias que aparecen como parte de las aguas residuales pueden estar disueltas, suspendidas o encontrarse en estado intermedio llamado coloide. Estas sustancias pueden ser orgánicas u minerales. Para el caso de minerales, proceden de los propios minerales que son parte integral del suministro de agua; con respecto a la materia orgánica, cuando los microorganismos asociados a estas aguas se nutren de la materia orgánica muerta, estos compuestos orgánicos atacan mediante una serie de descomposiciones. Cuando se destruyen o se estabilizan parcialmente, pueden dar al líquido remanente un olor característico indeseable y una apariencia desagradable (Rodríguez, 2017).

## Elementos nocivos en las aguas residuales

- ✓ **Olor desagradable:** Debido a los cuerpos extraños que contiene y a los compuestos obtenidos a partir de estos materiales, sus complejos orgánicos se descomponen anaerobiamente y forman gases.
- ✓ **Efectos tóxicos:** Las aguas residuales poseen una gran cantidad de compuestos orgánicos y minerales que pueden perjudicar la fauna y flora natural de la instalación receptora y de los consumidores que utilizan el agua.
- ✓ **Potencialmente infeccioso:** Presente en el agua receptora, puede causar la transmisión de enfermedades y amenazar a poblaciones vulnerables. El riego con estas aguas en plantas alimenticias ha generado epidemias de amebiasis, y su vertido al mar contamina el ecosistema marino.
- ✓ **Mejoras en la apariencia física:** Mejoras estéticas en espacios de recreación que drenan aguas residuales contaminadas.
- ✓ **Contaminación térmica:** Provocada por determinados líquidos residuales industriales alta temperatura.

**Efluente:** Corriente que agota una región determinada, por ejemplo, una ciudad produce efluentes caseros, modernos y empresariales, que desembocan en las aguas del río. (ANA, 2016).

**Cuerpo receptor:** Es este entorno el que directa o indirectamente acoge los desechos de la actividad humana arrojados allí. Es decir, estos son los lagos, ríos, acequias, pozos, suelo, aire, etc. (ANA, 2016).

## **Calidad de agua del río**

### **Cuenca hidrográfica**

Se componen por elementos naturales, son el lugar donde el hombre lleva a cabo su ocupación social y económica con diversos efectos beneficiosos y adversos sobre el bienestar humano. No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica (World Visión, 2018).

### **Fuentes superficiales**

Se utilizan principalmente para la construcción de acueductos en zonas rurales. Pero están más expuestas a la contaminación debido a las ocupaciones comunitarias. Por lo tanto, deben procesarse antes de usarse en alimentos (ONU, 2017).

### **Calidad y cantidad de agua en la cuenca hidrográfica**

La cuenca hidrográfica es entendida como unidad de planificación y análisis que proporciona métodos de estudio respecto a los recursos de aguas superficiales y subterráneas. Es un territorio o área de tierra delimitada por cerros, serranías y montañas, a partir de la cual se configuran redes de drenaje superficial, en caso de precipitaciones se forma el escurrimiento de los ríos, conduciendo sus aguas a ríos de mayor importancia u otro río, lago o mar intacto (Zamalloa, 2021).

### **Calidad del agua**

Se hace referencia sobre la calidad del agua por su beneficio al ser utilizada para diferentes fines. El vocablo sobre agua de calidad es recíproco y solo adquiere consideración cuando se relaciona con la utilización del recurso. Esto significa que una fuente de agua bastante limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua servible para el consumo humano puede ser indebida para la industria (Solano, 2020).

### **Estándares de calidad del agua (ECA)**

Nivel de concentración más alto de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales que no representan peligro importante para la salud de la gente ni contaminación del ambiente (ANA, 2016).

### **Parámetros fisicoquímicos del agua**

#### **Potencial de hidrógeno**

Denominado también (pH) se define como representación utilizada que manifiesta la fuerza de la condición ácida o alcalina en el agua. Sus valores

en relación al pH tienen similitud a la de un termómetro. Con respecto al nivel del termómetro calcula la fuerza de calor, en cambio el pH tatea la fuerza de acidez o alcalinidad. Es considerable mencionar que el pH evalúa el nivel de basicidad o acidez, en tanto no establece el valor de la acidez ni alcalinidad. El pH se puede medir en el campo o en el laboratorio a través de instrumentos electrónicos como el pHchímetro (Sierra, 2011).

### **Conductividad eléctrica**

Considerado como indicador de sales disueltas en el agua, permite calcular los iones y su proporción en este elemento, principalmente como el fósforo, sodio, magnesio, calcio, bicarbonato, cloruro y sulfato. Su medición se efectúa en base a microhmios/cm. Así como en siemens/cm. La conductividad es una medida indirecta de los sólidos disueltos (Colmenares y Cruz, 2020).

### **Oxígeno disuelto**

Se refiere a la dosis o cantidad de oxígeno disuelta en agua. El agua limpia que se encuentra en la superficie presenta saturación de oxígeno, característica primordial para supervivencia humana. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, baja calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida (Pancca, 2021).

### **Aceites y grasas**

Son aquellas sustancias insolubles, provienen del agua que es abastecida por fuentes industriales o domésticas, asimismo proceden del agua infiltrada en aguas subterráneas o pozos locales, como se mencionó líneas arriba. Los sólidos domésticos incluyen los procedentes de inodoros, fregaderos, baños, lavaderos, trituradores de basura y ablandadores de agua (Armendáriz, 2020).

### **Demanda bioquímica de oxígeno**

Es la proporción de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en el agua. Esta prueba se ejecuta a lo largo de 5 ó 3 días a 20°C por lo que se expresa como DBO5 ó DBO respectivamente (Díaz y Gamboa, 2021).

### **Demanda química de oxígeno**

Mide la proporción de materia orgánica del agua, por medio de la determinación del oxígeno necesario para oxidarla, pero en esta situación proporcionado por un oxidante químico como el permanganato potásico o el dicromato potásico (Ledesma, 2021).

Límite máximo permisible: Nivel de fijación o cantidad de al menos un veneno, por debajo del cual no es normal ningún peligro para el bienestar, la asistencia gubernamental humana y el medio ambiente, que es fijado por la Autoridad Competente y es legítimamente exigible, para el examen de la calidad (DS.004-2017-MINAM).

### METODOLOGÍA

Esta investigación consistió en una revisión de la literatura científica, se desarrolló buscando pertinencia y actualización de la información, para ello empleamos fuentes información secundaria esenciales para conseguir el objetivo propuesto, así mismo, se realizó un análisis que nos permitió llegar a una conclusión siguiendo un procedimiento ordenado y reproducible.

Se construyó una estrategia de búsqueda, utilizando las siguientes palabras claves: aguas residuales, calidad de un río; asimismo la presente revisión se realizó una lectura crítica para el proceso de revisión. Como procedimiento se utilizó diferentes combinaciones en base a los términos booleanos como: and, or, not. La revisión bibliográfica se fundamenta en antecedentes de revistas científicas indexadas como: Science Direct, EBSCO, Scielo, BASE, DOAJ, Dialnet y Redalyc; así como repositorios institucionales como el de la Universidad Nacional de San Agustín en Arequipa Perú, aplicando filtros a publicaciones relacionadas sobre contaminación de aguas residuales en las fuentes superficiales (ríos), permitiéndonos así plasmar el estado de arte en el trabajo de revisión.

### RESULTADOS

Como resultados de la presente investigación bibliográfica se demuestra que, el 80% de las aguas servidas tienen como destino final el medio ambiente sin antes haber sido tratadas; esto como podemos ver genera un preocupante cuadro de contaminación en los ríos, lagos y mares; además las zonas muertas desoxigenadas en fuentes importantes van en aumento, lo cual perjudica directamente los ecosistemas marinos, cadenas alimenticias, y especies en extinción a causa de las aguas residuales no tratadas (ONU, 2017).

Es importante reconocer que los diferentes escenarios y su contexto, requieren de tecnología contextualizadas, que disminuyan el problema socio ambiental (Castillo, 2018).

El tratamiento de aguas residuales en Perú es deficiente (Medina, 2018).

El manejo ambiental de aguas residuales debe estar ligado a los procesos de análisis de residuos sólidos según normativa vigente (Rodríguez, 2020)

### DISCUSIÓN

El destino final de las aguas servidas por lo general es el mismo medio ambiente, en concordancia con lo manifestado por UNESCO (2017), quien publicó que a escala global el 80% de las aguas residuales no presentan tratamiento alguno y son vertidas directamente a fuentes naturales de agua dulce y terminan desembocando en los mares y océanos generando impactos negativos al medio ambiente.

Existen escenarios diferentes, que necesitan tecnología adecuada a su realidad, que permitan disminuir la problemática socio ambiental, como lo mencionado por Malpartida (2020), quien propaló que el agua residual contiene elevadas concentraciones contaminantes, principalmente: cuerpos orgánicos, grasas, aceites, amoníacos, metales pesados, nitrógenos, fósforo, coliformes que contaminan las aguas superficiales y subterráneas (lagos, mares, océanos y ríos). Estos efluentes contaminados tienen origen en los vertimientos de uso industrial, doméstico, ganadería, minería entre otros.

El tratamiento del agua residual en nuestro país es deficiente, en torno a lo afirmado por Moses (2018), donde manifestó que el problema más frecuente en nuestro país, es la presencia de las aguas residuales, como consecuencia de la deficiente gestión ambiental, así mismo, las (EPS) entidades prestadoras de servicios de saneamiento, mantienen un servicio y cobertura deficiente, en tanto la población que no accede a este servicio, emplea este tipo de agua como fuente de riego para sus cultivos, o terminan en mares, lagos, ríos o quebradas.

Las aguas residuales deben estar ligado a los procesos de análisis según normativa vigente, en concordancia a lo expresado por OMS (2018), considera que las aguas residuales contienen patógenos que generan enfermedades a los seres vivos y que estos efluentes deben ser analizados y comparados con normas y valores estándares de calidad del agua para seleccionar los tratamientos adecuados y con mayor eficacia en la eliminación de contaminantes como medidas de mitigación a los impactos negativos al medio ambiente.

## CONCLUSIONES

Se concluye que las aguas residuales, causan problemas de contaminación ambiental en los ríos, generando un impacto negativo en los ecosistemas acuáticos debido a que se alteran sus características físico químicas y microbiológicas del agua, además por el proceso de eutrofización por el crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas que consumen gran parte de oxígeno disuelto, afectando la vida acuática y la muerte por asfixia a la fauna y flora. Por tanto, es de necesidad que las aguas residuales provenientes de fuentes: domésticas, industriales o municipales tengan un adecuado tratamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Armendáriz, A. L. (2020). Impacto de la calidad del agua utilizada en el proceso de recarga artificial de acuíferos mediante infiltración. [Tesis de maestro en ingeniería en hidrología, Universidad Autónoma de Chihuahua, México]. <https://acortar.link/AUtjQB>
- [2] Azpilcueta, M., Pedroza, A., Sánchez, I., Salcedo, M. del R., y Trejo, R. (2017). Calidad química del agua en un área agrícola de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la comarca lagunera, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(1), 75–83. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.01.07>
- [3] Autoridad Nacional del Agua – ANA. (2016). Protocolo de Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos; 2016. Lima, Peru.
- [4] Castillo, R. (2018). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. [Universidad Nacional de Costa Rica]. <https://acortar.link/Lmzgpw>
- [5] Colmenares, L. M. y Cruz, J. D. (2020). Análisis espacio-temporal de la calidad del agua del río Magdalena (periodo 2009-2018) a partir de la comparación de índices de calidad del agua. [Tesis de ingeniero ambiental, Universidad el bosque, Bogotá, Colombia]. <https://acortar.link/WSeTw6>
- [6] Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- [7] Díaz, A. K. y Gamboa, J. G. (2021). Eficacia de los difusores de burbuja gruesa y fina en la disminución de la materia orgánica del agua residual doméstica–Cajamarca 2021. [Tesis de ingeniero ambiental y prevención de riesgos, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrello, Cajamarca, Perú]. <https://acortar.link/yjqhFN>
- [8] García, J., Cazallo, A., Barragan, C. E., Mercado, M., Olarte, L., & Meza, V. (2019). Indicators of Efficiency and Efficiency in the management of materials procurement in companies of the construction sector of the Department of Atlántico, Colombia. *Revista Espacios*. <https://acortar.link/Mieyt>
- [9] Gilpavas, E., Arbeláez, P., Medina, J., Gómez, C. (2018). Tratamiento de aguas residuales de la industria textil mediante coagulación química acoplada a procesos Fenton intensificados con ultrasonido de baja frecuencia. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(1), 157-167. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.14>
- [10] Guardado, R. M., Fernández, M. (2021). Evaluación del índice de calidad del agua (ICASup) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Revista “Minería y Geología”*, 37(1), 105-119. ISSN: <https://acortar.link/fk6AXB>.
- [11] Ledesma, W. (2021). Caracterización del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la municipalidad de Palca-Huancavelica 2020. [Tesis de maestro en ciencias de ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú].
- [12] <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4302>
- [13] LLumiquinga, Y. B., Parra, F. D. (2018). Estudio Piloto para la estabilización de lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales del camal metropolitano de Quito mediante vermicompostaje. [Tesis de ingeniero ambiental, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador]. <https://acortar.link/IM6xXy>
- [14] Malpartida, A. M. (2020). Remoción de contaminantes orgánicos en efluentes provenientes de los camales. [Tesis de ingeniero ambiental, Universidad Científica del Sur Lima, Perú]. <https://acortar.link/U6Kbpn>
- [15] Medina, C. J. (2022). Sistema electro-Fenton para tratar aguas residuales del camal municipal de Chota-Cajamarca. [Tesis de doctor en ciencias ambientales, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, Perú]. <https://acortar.link/B8j9IU>
- [16] Medina, M. (2018). Evaluación y rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de estabilización del sector Río Seco, distrito de la Joya, provincia de Arequipa. [Tesis de ingeniero sanitario, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú]. <https://acortar.link/gbtd4X>
- [17] Moses, U. (2018). La fiscalización ambiental vinculada a las aguas residuales. ODP.

- [18] Muralikrishna, I. V., & Manickam, V. (2017). Wastewater Treatment Technologies. In Environmental Management. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811989-1.00012-9>
- [19] OMS (2018). Organización mundial de la salud. <https://acortar.link/xcgUI5>
- [20] ONU-Agua. (2017). Aguas residuales, el recurso desaprovechado. París: UNESCO. [Consultado 27 dic 2021]. <https://n9.cl/z1fa>
- [21] Pancca, E. (2021). Diagnóstico del impacto por la existencia de letrinas en la calidad del agua subterránea para el consumo humano en los barrios 15 de agosto y San Salvador del distrito de Juliaca, San Román-Puno. [Tesis de ingeniero agrícola, Universidad del Altiplano de Puno, Perú]. <https://acortar.link/1cVzaW>
- [22] Rodríguez, A. (2020). Social responsibility and environmental management of water, solution in the dairy industry in Ecuador. Revista Alfa. <https://acortar.link/KJnwKY>
- [23] Rodríguez, H. (2017). Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. [Blogs]. <https://acortar.link/3eY7e>
- [24] Sierra, R. (2011). Calidad del agua evaluación y diagnóstico. Ed. Por David López. Medellín Colombia, Digiprint Editores E.U. 456 p.
- [25] Solano, G. E. (2020). Transporte y aclimatación de alevinos de paiche Arapaima gigas (Cuvier, 1829) transportados a dos densidades en la ruta Tarapoto-Piura-2019. [Tesis de ingeniero pesquero, Universidad Nacional de Piura, Perú]. <https://acortar.link/grBzs6>
- [26] Thomas, O., & Thomas, M. F. (2017). Industrial wastewater. In UV-Visible Spectrophotometry of Water and Wastewater. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63897-7.00010-X>
- [27] UNESCO (2017). Tecnología y Ciencias del Agua, 7(6), 139. <https://es.unesco.org/>
- [28] World Visión. (2018). Manual de manejo de cuencas. <https://acortar.link/CzZmoP>
- [29] Yingrong, W., Gerrit S., Giesen, N. V. (2017). Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. Revista Scientific Reports. <https://acortar.link/kRCKte>
- [30] Zamalloa, V. E. (2021). Evaluación de servicios ambientales en la cuenca de Pumahuanca para una propuesta de planificación ambiental, provincia de Urubamba-departamento del Cusco 2021. [Tesis de doctor en biología ambiental, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú]. <https://acortar.link/t7X510>