



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas con Sistemas
Biológicos: Revisión Bibliográfica.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Berrio Ochoa Americo (ORCID: 00000-0002-2463-0627)

ASESOR:

Mgtr. Honores Balcazar Cesar Francisco (ORCID: 0000-0003-3002-1327)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERU

2021

DEDICATORIA:

“...Este trabajo de investigación en principio va dedicado a mi Padre Celestial, es ÉL, el principal promotor de todo lo que se realiza en mi vida, a mi madre, a mi familia, a mi esposa y a mis hijos. A Dios porque es él quien me guía, el que a cada instante está conmigo, a mi Madre, quien me dio su apoyo y me inculco valores, a mi esposa por ser mi fortaleza para seguir adelante y a mis hijos que son mi motivo para lograr mi objetivo...”

AGRADECIMIENTO:

“... A Mi Padre Celestial, por darme la vida, la guía, sabiduría y fortaleza por ser generoso en todo lo que tengo como necesidad y propósito, A la Universidad César Vallejo por permitirme seguir avanzando en el proceso de formación y darme la oportunidad de obtener el título universitario, a mi asesor, quien ha regido esta causa con su entereza e integridad, quien con su experiencia, discernimiento y estimulación me orientó y dio muestras para la elaboración de mi tesis. Asimismo, a mi familia, las personas que asistieron con sus instrucciones y lecciones en la elaboración de esta responsabilidad que será la apertura de mi carrera.”

ÍNDICE DE CONTENIDO

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	10
3.2. Categorías, sub categorías y matriz de categorización.....	10
3.3. Escenario de estudio.....	10
3.4. Participantes.....	11
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.6. Procedimiento.....	11
3.7. Rigor científico.....	12
3.8. Método de análisis de datos.....	13
3.9. Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
V. CONCLUSIONES.....	20
VI. RECOMENDACIONES.....	21
REFERENCIAS.....	22
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1: Clasificación de aguas residuales.....	9
Tabla 2: Métodos de tratamiento de aguas residuales.....	14
Tabla 3: Procedimiento de aplicación de aguas residuales domesticas....	16
Tabla 4: Características de aguas residuales domesticas.....	19

Índice de figuras

Figura 1. Tratamiento de aguas residuales con métodos biológicos.....32

Resumen

El avance de la sociedad trae consigo el mejoramiento de la calidad de vida, sin embargo, esto trae consigo mayor consumo de recursos y servicios. No esta ajeno a esto el incremento de la generación de residuos sólidos, mayor producción de aguas industriales y domesticas contaminadas. En ese sentido el tratamiento de aguas residuales es importante como una forma de mitigar los impactos en el ambiente, y si a esto sumamos un tratamiento biológico esta tendrá mayor significancia en el ambiente.

La investigación plantea como objetivo general: Determinar los métodos de tratamiento biológico eficientes para tratar aguas residuales domésticas y como específicos fueron: Identificar los métodos que existen para tratar aguas residuales domésticas. Describir los procedimientos de aplicación de métodos para tratar aguas residuales domésticas. Describir las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales domésticas.

Se obtuvieron como resultado la identificación de métodos de tratamiento biológico eficientes, así como la descripción de los procedimientos de aplicación y finalmente obtener características relevantes.

Concluye la investigación identificando los procedimientos de aplicación que incluyen el uso de plantas como recursos naturales grava, arena y microorganismos, resaltando la factibilidad económica, ambiental y social.

PALABRAS CLAVE: aguas residuales domésticas, tratamientos biológicos, métodos de tratamiento, especies vegetales

Abstract

The advancement of society brings with it the improvement of the quality of life; however, this brings with it a greater consumption of resources and services. The increase in the generation of solid waste, greater production of polluted industrial and domestic water is not alien to this. In this sense, wastewater treatment is important as a way to mitigate the impacts on the environment, and if we add a biological treatment to this, it will have greater significance in the environment.

The research raises the general objective: To determine efficient biological treatment methods to treat domestic wastewater and how specific they were: Identify the methods that exist to treat domestic wastewater. Describe the procedures for applying methods to treat domestic wastewater. Describe the physical, chemical and biological characteristics of domestic wastewater.

The result was the identification of efficient biological treatment methods, as well as the description of the application procedures and finally obtaining relevant characteristics.

The investigation concludes by identifying the application procedures that include the use of plants as natural resources, gravel, sand and microorganisms, highlighting the economic, environmental and social feasibility.

KEYWORDS: domestic wastewater, biological treatments, treatment methods, plant species.

I. INTRODUCCIÓN

Todos los individuos, animales y diferentes criaturas necesitan agua elemental para su existencia, el agua se encuentra en el planeta Tierra, a través de cursos de agua dulce, localizados en la parte continental del planeta. Estos disímiles orígenes de agua, son utilizados en un nivel doméstico e industrial y son vertidos, en recorridos de agua no contaminada. Estas aguas generan desechos líquidos proveniente de diversas fuentes, conteniendo plaguicidas, restos químicos, metales pesados, grasas, sustancias carbonatadas (jabones, detergentes y otros), desechos fertilizantes y materia orgánica entre otros. La presencia de estos residuos, si no se tratan y controlan a tiempo, pueden provocar degradación de los recursos hídricos destinados al consumo humano, en detrimento de los mismos, esto es recurrente, donde existen actividades antropogénicas.

La degradación de la calidad del agua, el aire y el suelo ha desarrollado exponencialmente; en particular, la efusión del agua por metales pesados originada por actividades humanas y naturales, ha estropeado la salud pública y los ecosistemas acuáticos (Reyes et al., 2016,). En cambio, la calidad del agua consigue un valor ambiental clave para la salud y el desarrollo económico (Villena, 2018). La efusión del agua por metales pesados es una contrariedad grave en los países avanzados y en los no avanzados, con impactos negativos en la biota. La polución de metales pesados en ecosistemas acuáticos es uno de los retos más serios a vigilar debido a la toxicidad, abundancia, persistencia y bioacumulación que se dan en los tejidos de especies acuáticas (Peña et al., 2017). Peña destaca que los metales pesados no tienen función biológica conocida, y que su presencia en determinadas cantidades inquieta los signos vitales de los organismos vivos.

Como resultado, se ha utilizado la biotecnología, circunscribiendo el uso de microorganismos y plantas resistentes o resistentes a la bioacumulación de metales pesados (Beltrán y Gómez, 2015).

Entre las biotecnologías para el procedimiento de aguas contaminadas por metales pesados, tenemos: el tratamiento biológico mediante microorganismos, establecido en la explotación de los mecanismos biológicos y bioquímicos que tienen hongos y bacterias para cambiar la naturaleza del contaminante. Asimismo, existen tratamientos biológicos mediante plantas, donde la ostentación a metales pesados puede incitar cambios fisiológicos que se pueden catalogar como indicadores y acumuladores; las especies monopolizadas con fines terapéuticos incluyen algas, microalgas, macrófitos acuáticos, humedales, entre otras; donde tienen la capacidad de absorber los contaminantes presentes en el agua (Cayetano, 2019, p. 522).

La realidad problemática nos permite plantear el problema general de la investigación, ¿Qué métodos de tratamiento biológico son eficientes para tratar aguas residuales domésticas? y los problemas específicos fueron: ¿Qué métodos existen para tratar aguas residuales domésticas? ¿Cómo se aplican estos métodos para tratar aguas residuales domésticas? ¿Qué características físicas, químicas y biológicas tienen las aguas residuales domésticas?

La investigación se evidencia ambientalmente porque permite contribuir a exponer los métodos de tratamiento de aguas residuales domésticas, de forma biológica, ya que estos explotan procesos naturales, generando bajos impactos ambientales, consigue un carácter de relevancia social porque a partir de la información recopilada, se pueda tomar medidas eficaces ante esta problemática.

La utilidad práctica de esta investigación bibliográfica, procura realizar una contribución científica a los investigadores, ya que se conferirá de información relevante, en el tratamiento de aguas residuales domésticas con sistemas biológicos.

El objetivo general de la investigación fue: Determinar los métodos de

tratamiento biológico eficientes para tratar aguas residuales domésticas y como específicos fueron: Identificar los métodos que existen para tratar aguas residuales domésticas. Describir los procedimientos de aplicación de métodos para tratar aguas residuales domésticas. Describir las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales domésticas.

II. MARCO TEÓRICO

Sánchez Sánchez (2019), realiza su trabajo de investigación basada en “*La descontaminación del Río Rímac*”, cuyo objetivo primordial es decretar las disyuntivas de la descontaminación de dicho río.

Es preciso discurrir que nuestro planeta, desde su columna, ha estado expuesta a contaminantes, sobre todo ambientales. Ello exterioriza que la propagación de sustancias que la han contaminado ha seguido un patrón escalonado que, transformaron el medio ambiente, tomando como punto de partida, cuando empezaron a existir organismos naturales, propios del progreso, así como de la evolución misma.

En la actualidad, el Río Rímac, ha sido y es aún un receptáculo que, por la indolencia del mal uso de los remanentes sólidos, el ser humano origina contaminación, debido a su falta de toma de conciencia y a favor de sus intereses personales. El hecho que exista gran efusión en el Río Rímac es, a razón que lo usan como escombrera; es decir las aguas residuales, domésticas e industriales son dispersadas al río mencionado, de igual manera, los pobladores, colindantes al litoral, la usan como contenedor de su inmundicia que a diario producen. Aun, percatándose de la contaminación que ocasionan. Resalto que, hasta la fecha, no hay ningún tipo de mecanismo alguno para concientizar oportunamente, a dichos pobladores; a sabiendas que para dicha efusión que ocasionan, no existe procedimiento efectivo alguno.

El planteamiento, del investigador, es la voluntad de instituir métodos que efectivicen la purificación del río, materia del estudio. Es importante anotar que uno de los afluyentes del Océano Pacífico es el Río Rímac.

Las disímiles tareas, ocasionadas por la minería, industria y saneamiento; son las procedencias, inherentes al medioambiente, de la contaminación; siendo las más afectadas la Quebrada de Huaycoloro y el río Rímac.

La dotación, para el consumo de agua, está directamente relacionada con el Río Rímac, considerando que gran parte de la población limeña está siendo proveída del líquido elemento. Es de notar que los agentes contaminantes han de afectar y afectan a dicha población, así como el acrecentamiento de la población despuntan dicha contaminación, ocasionadas por las actividades, precedentemente aludidas.

Existen leyes y normas que establecen la calidad de agua, no obstante, el hecho que nos topemos en una situación crítica, nos da a pensar que dichos bosquejos, hechos por las autoridades, no son suficientes para la concientización de la no contaminación.

Rodrigo Burga (2020), nos nutre con sus análisis de exploración, minucioso en su divulgación, que lleva como título: *“Caracterización y Evaluación de los Parámetros Físico-Químicos de las Agua del Río Tacabamba para uso Agropecuario – Chota”*.

Su propósito es la determinación que las aguas vertidas por el Río Tacabamba, son proporcionados para el desarrollo de planes de progreso en el sector agrícola y pecuario.

Conforme a los componentes usados, por, el investigador, se puede prestar atención que los análisis que realizó en las aguas mencionadas no consiguieron, en su totalidad, un nivel placentero, para deducir que son cien por ciento aptas para los fines en cuestión; superando los estándares de calidad que las normativas establecen.

En la actualidad, las heterogéneas operaciones ejecutadas por el hombre, alarman la calidad del medioambiente, produciendo diversos análisis para la determinación del uso de agua, preponderando río Tacabamba-Chota. El propósito, vuelvo a citar es; para determinar progreso de planes de desarrollo en el sector agrícola y pecuario.

La metodología que utilizó fue monitorear puntos trascendentales dentro del valle de Tacabamba. Las muestras conseguidas fueron trasladadas a un laboratorio de Cajamarca, especialmente acreditado para analizar las variables físicas y químicas, consiguiendo examinar 17 indicadores; acorde al DECRETO SUPREMO N°004-2017-MINAM que establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Considerando que, dichos análisis eran para el uso de riego de vegetales, así como para el néctar de los animales.

Cual resultado de su investigación, pudo anotar que, aún concurre el riesgo de dotar el agua del río mencionado para los usos que el investigador formula, como consecuencia de que se hallaron vestigios contaminantes que, a futuro, puedan ocasionar problemas que afecten la calidad de vida, tanto de los moradores, así como de su flora y fauna.

Lebrón Domingo (2020), Publica su investigación en un libro titulado: *Análisis del uso del agua reciclada en España, Europa y El Mundo: Implicaciones Económicas y Medioambientales Para el regadío*”, en dicho análisis, procura exponer que, es posible la reutilización del agua, detalle que, según el autor, podría ser extendida a todos los países.

La alteración de los recursos hídricos que por tradición tenemos, sugiere el autor que, corresponderían ser descontaminados, emancipados de congestión. Con ello, nos incita a pensar que es viable la conservabilidad del agua, necesaria para las obligaciones domésticos, así como de las labores de cultivo.

Determina, en sus conclusiones que, es considerable los decoros económicos que se pudieran obtener. El reaprovechamiento del agua establece un gran desarrollo sobre el progreso que los que se dedican a la agricultura puedan alcanzar, Depreciando los costes e incrementando de los beneficios. Todo ello lo hace en base a la actual situación a nivel comparativo.

De igual forma, considera como un limitante la inversión que acarrea dichos fines, en cuanto a las infraestructuras corresponden considerar. El hecho de invertir para optimizar nuestro medioambiente establece un gran aporte, sobre todo para aquellos países en donde la contaminación del agua es excesivamente superior.

Concluye, además que, los factibles dañinos resultados son minimizados, en razón a la contribución de inversión para el tratamiento de las aguas remanentes.

Benez, Kauffer y Álvarez (2016), explayan su investigación en una publicación que a la que titula: *“Percepciones Ambientales de la Calidad del Agua Superficial en la Microcuenca del Río Fogótico, Chiapas”*.

Su objetivo primordial es, alcanzar toda la pesquisa necesaria sobre las instrucciones de todos los elementos representativos para la implementación de procederes en función del medioambiente.

Considera la perspectiva por medio de las ilustraciones, capacitación y desenvolvimiento del ser humano, todas ellas llevadas a la práctica; es decir; que, considera a las ilustraciones y a las prácticas como un factor intrínsecamente relacionado.

Para ello, subsiste en apuntar que, es indispensable los propósitos que, para el futuro, serán concluyentes favoreciendo en gran medida a la calidad de agua. Como desenlace registra que, las variables hetero génicas de los implicados prueban los variados laberintos que se podría encontrar.

No obstante, despuntado ese impase, decreta que es viable obtener un subterfugio eficaz que conlleve al problema de la contaminación del agua.

Pérez Huachaca y Romario Torres (2019), en su investigación, que la publica bajo el título de: *“Optimización de parámetros en la purificación del agua a base de Biopolímeros Orgánicos de Goma de Tara (Caesalpinia Spinosa) y Moringa (Moringa Oleífera)”*, acomete obtener un objetivo esencial, manejar la Goma de Tara y Moringa Oleífera en cognición de hallar su eficacia para el destierro del equilibrio de agentes patógenos.

De dicho estudio investigador adquieren los siguientes desenlaces: El uso

de la Goma de Tara y de la Moringa, expuso que los resultados son muy triunfantes. En base a discernimientos meramente de estadística se llegó a exponer que, la turbiedad del agua es dominante (99.20%); así como se pudo demostrar que hay una clara remoción de grupos de bacterias indicadoras de contaminación y están formados por los géneros Escherichia, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella.

Todo ello, anota, que su investigación está sostenida, en base a sus estudios, pudiendo concluir que la determinación que exigen las normas de calidad de agua alienta sus estudios al encontrarse dentro de las mismas.

Otoya Bernaola (2019), En su labor investigativa publica su labor en un libro titulado: *“Optimización de parámetros en la purificación del agua a base de Biopolímeros Orgánicos de Goma de Tara (Caesalpinia Spinosa) y Moringa (Moringa Oleífera)”*.

Discurre como un objetivo predominante que, en el hábitat agua, presentan inestables variables físicas y químicas, siendo de gran importancia para la mantención de la calidad del agua.

Procura de igual manera, en su análisis, subrayar el reuso del agua, no sin antes, acentuar su objetivo de que los volúmenes de agua ingresadas deberían de ser las mismas al ser tratadas con los Biopolímeros Orgánicos, tratadas con iguales instrucciones o procedimientos diferentes.

Este desenlace, registra el autor, admitiría la disminución del consumo de la demanda hídrica, a su vez, acrecentando el acceso a la humanidad la facilitación del uso de agua potable. Derivando la escasez de problemas de salud.

De manera indirecta se podría extremar los acuíferos de agua subterránea, extendiendo las reservas de agua de la superficie.

La conclusión que llegó fue que, comprometería hallarse un estupendo tratamiento de las aguas en contaminación, bajo un procedimiento de innovación derivada de infraestructuras que suministren tal proceso.

Su idea es obtener que las aguas descompuestas puedan recircular, empleándolas con fines productivos, ya sea en diligencias equivalentes u otras que, demarquen un impacto efectivo.

Para Chávez (2017), en su estudio, modelo e implemento un sistema de tratamiento de aguas residuales, en una empresa especializada en el procesamiento de alimentos, esta no contaba con dispositivos que consentían la permeabilidad de aguas residuales, los mismos que se forjan como derivación de la labor fructífera. El método aplicado, consintió delinear, instalar y articular un sistema de tratamiento para la exclusión de residuos orgánicos. Concluye el estudio en que la correlación de costo beneficio es a razón de 5.1, indicador que el sistema de tratamiento de aguas residuales es provechosa y practicable financieramente.

La clasificación del agua residual dada por la OEFA (2014), consideran a los siguientes:

Tabla 1: Clasificación de aguas residuales

Tipo de agua residual	Descripción
Industrial	Descienden de las actividades industriales, como la minería, energética, manufactura, agricultura, entre otras. En base a las tecnologías que sean sometidas pueden variar sus contaminantes y concentración de materia orgánica.
Domésticas	De origen urbano y comercial, generalmente recogidas por los sistemas de alcantarillado, contienen desechos humanos, fisiológicos y un grado menor de residuos sólidos.
Municipales	Incumbe a las aguas residuales domésticas, combinadas con las de origen industrial (previamente tratadas) o con las aguas pluviales.

Fuente OEFA (2014)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación.

La investigación es de tipo aplicado, tiene un enfoque cualitativo, ya que busca identificar, explorar e interpretar datos obtenidos de la literatura bibliográfica y de otro tipo, para decretar la acción y efecto de la variable de indagación y así investigar en profundidad hasta alcanzar el objetivo del estudio.

Según Dörr et al. (2016), Landín y Sánchez (2019), concuerdan en que el diseño cualitativo y de narrativa de tópicos; consideran el análisis y la descripción de datos en términos narrativos, vinculados al fenómeno de estudio, donde se circunscribe cada procedimiento a conveniencia de la investigación. En ese sentido la investigación ejecutada fue de diseño cualitativo narrativo de tópicos.

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de caracterización apriorística

Las categorías y subcategorías son definidas para encauzar la investigación en una orientación y sentido que permita acopiar información necesaria para la investigación. A partir de esa pesquisa se edifican los instrumentos de recolección de datos. Se determina en función del planteamiento del problema y de los objetivos, es a partir de esos compendios que se edifica la matriz de categorización apriorística. Ver anexo 01.

3.3 Escenario de estudio.

Una investigación cualitativa está fundada en principios teóricos, apoyados en la recolección de datos de investigaciones antepuestas, esto es sistematizado de acuerdo a criterios de inclusión.

El escenario de estudio de la presente investigación está conformado por las revisiones bibliográficas del tratamiento de aguas residuales con

sistemas biológicos, ya que estos afectan los ecosistemas.

3.4 Participantes.

La información presentada es de fuentes secundarias, toda vez que son de investigaciones que tienen sus propios resultados, la tendencia está basada a la revisión de literatura. Los participantes fueron agrupados en investigaciones previas de carácter internacional y de carácter nacional, estos fueron extraídos del Google académico, del repositorio de universidades y de revistas especializadas.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recopilación de datos se refiere al uso de una variedad de técnicas y herramientas que un analista puede usar para desarrollar un sistema de información, ya sean entrevistas, encuestas, cuestionarios, observaciones, diagramas de flujo y diccionarios de datos.

Todas estas herramientas se aplicarán en un momento determinado para encontrar información que sería útil para una investigación general. Los pasos a seguir en el proceso de recopilación de datos se analizan y siguen un orden.

Ñaupas et al. (2018) define la recolección de datos como un proceso que involucra documentar conceptos de tipo indeterminado a través de referencias bibliográficas, mediante un método claro y proyectado, para clasificar los datos obtenidos en base al concepto que el investigador diseñó

3.6 Procedimiento.

Planteada las bases teóricas, se procede a aplicar las técnicas el fenómeno a estudiar, realiza la revisión bibliográfica, se procede al análisis y a partir de allí se realiza la interpretación y síntesis. Esto es plasmado en la investigación.

3.7 Rigor científico.

Para Arias y Giraldo (2011), el rigor científico pasa por comprobar cada paso y cada método, en el proceso de investigación, a partir de esto, el atributo será demostrado en la cimentación del problema general y específico. Debe entenderse que el rigor científico, aplicado al objeto de estudio, queda específico en términos teóricos y prácticos, cumpliendo criterios de **dependencia** aplicado trata de circunscribir en el informe final, información que permita comprender el método manejado y su idoneidad, (Rojas Bravo, y otros, 2017 pág. 66) dependencia es el grado de semejanza de las pesquisas recopiladas de acuerdo con el bosquejo y efectos equivalentes al tema de investigación. Se aplicó el criterio de **transferibilidad** ya que Radica en que el investigador suministre bastante información sobre el trabajo de investigación y del contexto del estudio para facilitar el traslado y comparación de los descubrimientos con los de otros contextos. (Fernández Reina y otros, 2021 pág. 40). Por otra parte, la **credibilidad** (Diaz Bazo, 2019 pág. 33) es alternar los datos que señalan la efectividad igual a la experimentación, sentir y explicar los estudios con un marco y duración definido, valiéndose de destrezas que expongan los develamientos y sentidos representando la verdad; de este modo el criterio de credibilidad aplicado es auténtica ya que pormenoriza los resultados obtenidos por los investigadores el cual tienen correspondencia al tema. La **confirmabilidad** Concierno a la objetividad de la investigación Se considera, por ejemplo, que otro investigador confirme o revalide si los hallazgos se ajustan o surgieron de los datos. Treharne J, y otros (2015), sustentan que la confirmabilidad, se refiere a la integridad en el estudio y la paráfrasis de la investigación, alcanzada de distintos investigadores y así otros lectores consigan llegar a hallazgos similares. La interpretación sin más es una sucesión en donde el investigador concentra los registros para la restauración y exhibe indicadores recopilados en la investigación.

3.8 Método de análisis de datos.

El análisis está basado en el método cualitativo, esto circunscribe la codificación por categorías y sub categorías, plasmados en la matriz de categorización, previamente revisado, analizado e interpretado a través de la valoración interna, resaltando la coherencia de las ideas expuestas por el autor, las proposiciones y las concordancias y no concordancias de los tratamientos de aguas residuales domesticas con sistemas biológicos.

3.9 Aspectos Éticos.

Los aspectos éticos de la investigación están basados en las normativas y código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, manteniendo los principios de ética conforme a la Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV donde detalla los puntos del código de ética, además se cumplió con lo señalado en la Resolución del Consejo Universitario N°081-2016, donde se detalla el Reglamento de Investigación de la Universidad César Vallejo, respetando los derechos de autor de las bibliografías consultadas. Las referencias utilizadas son citadas garantizando y reconociendo su autoría.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Respecto al objetivo 1, Se identificaron los métodos de tratamiento de aguas residuales con sistemas biológicos, estos se muestran en la tabla adjunta:

Tabla 2: Métodos de tratamiento de aguas residuales

MÉTODOS DE TRATAMIENTO	PARÁMETROS
Flujo Sub Superficial	Químicos DQO DBO Amonio Nitrato Nitrito Ortofosfato pH Oxígeno Disuelto
Fitorremediación	Físicos Conductividad Sólidos Suspendidos Turbiedad Temperatura
Sistema Hidropónico	Biológicos Coliformes Fecales Coliformes totales E. Coli Orgánicos Grasas y Aceites

Estos métodos de tratamiento se han aplicado en diversas investigaciones para comparar ventajas y desventajas, frente a métodos físicos y químicos. Esto a razón de buscar métodos que no causen impactos significativos en el ambiente.

Método de flujo laminar:

Los humedales artificiales de flujo subsuperficial consisten en zanjas o canales con unos sistemas de filtración previa y estructuras de alimentación y salida de agua (Figura 1). El humedal se llena con material de porosidad media, en el cual se planta un tipo de vegetación específico. El flujo de agua es horizontal y se diseña para tener una altura por debajo de la superficie del medio de soporte (Martínez S. A., 2009).

Método de fitorremediación:

Charris y Caselles (2016) consideran como un método eficaz para la descontaminación el agua, suelo y aire, esto gracias a que principalmente la planta absorbe, acumula, volatiliza, metaboliza o estabiliza, en el tallo y la raíz principalmente (Figura 2).

Sistema hidropónico:

La **hidroponía** se deriva del griego hydro (agua) y ponos (labor de trabajo), lo cual significa trabajo en agua. En ese sentido, la **hidroponía** es un **sistema** de producción en el cual las raíces de las plantas no se encuentran establecidas en el suelo, sino en un sustrato o en la misma solución nutritiva utilizada. Por esta condición estas van a absorber, nutrientes y contaminantes presentes en el agua y/o sustrato. (Figura 3).

Respecto al objetivo específico 2, la descripción del procedimiento de aplicación, este se basó en el análisis de los parámetros para tratar las aguas residuales domésticas.

Tabla 3: Procedimientos de aplicación para aguas residuales domesticas

Descripción del procedimiento	Antes de aplicación del método			Después de la aplicación del método			Referencias
	Demanda biológica de oxígeno (DBO) (mg O2/l)	Demanda química de oxígeno (DQO) (mg O2/l)	SST (mg/l)	Demanda biológica de oxígeno (DBO) (mg O2/l)	Demanda química de oxígeno (DQO) (mg O2/l)	SST (mg/l)	
Compuestos por 20 cm de grava, aproximadamente 50cm de grava fina (partículas de 2 a 4 mm de tamaño) y unos 10 cm de suelo local.	162.32	208.00	87.83	160.22	155.90	85.72	Aguiar-Pinto Minauna et al., (2014)
Grava desde el fondo hasta la superficie sobre el material geotécnico mediante carga	125.92	218.57	271.27	63.78	207.77	257.71	Aydin Temel et al. (2018)
Grava de granito (8 mm de diámetro promedio y aproximadamente 40% de porosidad) hasta una profundidad de 0,5 m	29.97	117.40	31.68	25.68	104.00	26.00	Caselles-Osorio et al. (2017)
Humedales se rellenaron con grava de granito	21.56	51.80	66.00	16.49	42.30	58.00	Casierra-Martínez et al. (2017)

Grava granítica de unos 8 mm de diámetro y porosidad de 0.4	20.30	39.20	18.00	14.85	19.40	14.90	Charris y Caselles-Osorio (2016)
Cada unidad se llenó de abajo hacia arriba con 5 cm de guijarros (diámetro: 50–100 mm), 20 cm de grava (diámetro: 10-30 mm) y 10 cm de sustrato de suelo	149.5	182.91	120.50	120.34	180.98	118.39	Feng Gaoab et al, (2015)
No especifica la profundidad del sustrato de 0,7 m	49.90	89.89	27.00	29.97	78.04	25.80	García-Ávila (2020)
Es la profundidad de sustrato (0,60 m); n es la porosidad del lecho (0,35)	52.83	156.88	45.78	42.84	143.77	45.39	Haddis, Van der Bruggen y Smets (2020)
Los módulos constan de zanjas (1 m de profundidad) cubierto por una membrana de polietileno (1000 μ), con sustratos inferiores de diferentes tamaños de gránulos (lodo, vermiculita, mezcla)	21.56	82.66	55.40	20.20	98.00	42.40	Manzo et al. (2020)
Los medios se llenaron hasta 55 cm de altura con 5 cm de francobordo	14.82	66.70	35.90	13.60	59.50	13.00	Nema, Yadav y Christian (2020)

Todas las unidades de humedales se rellenaron con grava de 10 a 30 mm de diámetro a una altura de 0,45m	36.75	102.27	80.03	34.65	100.34	77.92	P. Champagne (2015)
Compuesta por dos capas de profundidad de agregado ligero (300 mm) y de lutita (600 mm).	34.12	117.13	150.01	32.02	115.20	147.90	Panpan Menga et al., (2014)
Los lechos de grava eran de 0,75 m de espesor con la grava de 6 a 25 mm de diámetro en igual proporción.	116.12	134.04	144.07	114.02	132.11	141.96	Rai, RD Tripathi et al., (2013)
Tres capas superpuestas de suelo orgánico (12,5 cm), arena (15cm) y grava (7,5 cm).	82.99	190.62	674.76	80.89	170.21	672.65	Shama Sehar et al., (2015)
Compuesto por grava en el fondo (30 cm) y franco arenoso en la parte superior (20 cm).	117.40	160.79	98.03	65.37	80.45	67.29	Thaneeya Perbangkhem, (2010)
Grava (0,5 m de profundidad) y arena gruesa (0,3 m)	7.30	37.80	21.50	5.40	32.40	11.70	Vergeles et al. (2016)
Arena fina mezclada con grava granítica de 09 mm.	32.44	85.14	170.92	30.34	67.06	168.81	Vergeles Y. et al, (2015)

Respecto al objetivo específico 3, las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales domesticas se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 4: Características de aguas residuales domesticas

CARACTERISTICAS DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS		
Físicas	Químicas	Biológicas
<ul style="list-style-type: none"> • Color • Olor • Temperatura • Sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Grasas animales • Aceites • Grasa • Fenoles • Proteínas • Compuestos orgánicos volátiles • Alcalinidad • Cloruros • Nitrógeno • pH • Fósforos • Azufre • Sulfuro de hidrógeno • Metano • Oxígeno • Tensoactivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Eubacterias • Arqueobacterias • Virus

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

Realizada la revisión bibliográfica se pudo identificar tres metodologías de tratamiento de aguas residuales domésticas con sistemas biológicos, la del flujo superficial, la fitorremediación y los sistemas hidropónicos estas inventivas fueron aplicadas para mermar los efectos ambientales, las investigaciones, sugieren estas técnicas que son viables, económicas y con poco impacto en el medio ambiente.

Las operaciones de aplicación de estos métodos incluyen instrucciones en las que usan plantas como: recursos naturales grava, arena y microorganismos, estos procedimientos también son económicamente factible.

Se consiguió relatar las características físicas químicas y biológicas de las aguas residuales, habría que resaltar como la de DBO y la DQO, como principales indicadores, ya que, a partir de estos porcentajes, podría inferirse la contaminación de las aguas.

VI. RECOMENDACIONES

Estimular y originar el tratamiento de aguas residuales domésticas con estos sistemas biológicos por el inferior costo que representan por la operación y mantenimiento no elevada y porque la energía que utilizan es solar.

Continuar investigando respecto a las particularidades de estos sistemas de tratamientos para replicarlo con fines comerciales

A partir de estas revisiones bibliográficas ahondar los estudios para instituir cuantificaciones más específicas por especies de plantas y por ubicación geográfica.

REFERENCIAS

- ANAND, V. y OINAM, B. Future climate change impact on hydrological regime of river basin using SWAT model. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 2019. vol. 5, no. 4, pp. 471-484. ISSN 23833866. Disponible en: <https://doi.org/10.22034/gjesm.2019.04.07>.
- AMARILDO, Estela. Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura. Informe de país Perú. Proyecto conjunto de FAO, UNW-DPC, UNU-INWEH para el desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en agricultura. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/356/modpage/content/128/Peru%20INFORME%20DE%20PAIS.pdf>.
- ARIAS, M y GIRALDO, C. El rigor científico en la investigación cualitativa. *Investigación Educativa Enfermería*. 2011. [Fecha de consulta: 11 de marzo de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/5248-Article%20Text-32025-1-10-20111130.pdf>
- ARIVOLI, A., MOHANRAJ, R. y SEENIVASAN, R. Application of vertical flow constructed wetland in treatment of heavy metals from pulp and paper industry wastewater, 2015. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 22, no. 17, pp. 13336-13343. ISSN 16147499. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4594-4>
- BAWIEC, A., PAWĘSKA, K., y PULIKOWSKI, K. (2017). Analysis of granulometric composition of algal suspensions in wastewater treated with hydroponic method. *Water, Air and Soil Pollution*, 228(9), 1-12. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-017-3556-5>
- CASTAÑEDA Villanueva, Aldo y FLORES López, Hugo. Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante plantas macrófitas típicas en Los Altos de Jalisco, México. Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad, [en línea].

Septiembre, 2013, n°. 5. [Fecha de consulta 14 de mayo 2020].

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499051554003>

ISSN: 2007-3607.

CENTENO Mora y MURILLO Marín. Comparación de Tecnologías para el tratamiento sostenible de aguas residuales ordinarias en pequeñas comunidades de Costa Rica: demanda de área, costo constructivo y costo de operación y mantenimiento. Portal de Revistas Académicas - Ingeniería Vol.30n°1, enero-junio, 2020. [Fecha de consulta 23 de junio 2020].

Disponible

en:

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/388>

ISSN: 2215-2652.

CHÁVEZ Vera, Ingrid. (2017). Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Dom. Cien., Vol. 3, núm. 1, marzo, 2017. [Fecha de consulta: 11 de agosto de 2020].

Disponible

en:

<http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.1.mar.53>

6- 560. ISSN: 2477- 8818.

CHONG et al (2012). Estudio de la digestión anaerobia en dos fases para el tratamiento de las aguas residuales de despulpe del beneficiado húmedo del café - Scientific Figure on ResearchGate.

Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Componentes-principales-del-reactor-UASB-Chong-et-al-2012_fig2_315789274 [accessed 13

Dec, 2020]

CHUANG, YAMAGUCHI, HARADA y OHASHI (2008). Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un sistema Down-flow Hanging Sponge (DHS) utilizando esponjas cilíndricas colgantes de poliuretano.

Disponible

en:

file:///C:/Users/David%20Alvarado/Downloads/Cesar_Tesis_Licenciatura_2019.pdf.

CUBA, da Silva Renata; [et al]. Potencial de efluente de aguas residuales domésticas tratadas como fuente de agua y

nutrientes en el cultivo de lechuga hidropónica. [en línea]. 2015, vol.10, n.3. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2020] pp.574-586.

Disponible en:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2015000300574&lng=en&nrm=iso.
ISSN 1980-993X. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1575>.

DA SILVA DELGADILLO, Oscar; [et al]. Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. 2010. Cochabamba - Bolivia. ISBN: 978-99954-766-2-5 (Proyecto HUMEDAL).

DELAIDE Boris et al (2019). Efecto de las aguas residuales de un sistema de recirculación de acuicultura de lucioperca (Sander lucioperca L.) sobre la producción y calidad de tomate hidropónico, Gestión del agua agrícola, Volumen 226, 20 de diciembre de 2019, 105814. [Fecha de consulta: 07 de marzo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105814>

DE VASCONCELOS, Rykson y JERÓNIMO, Carlos. (2012). La hidroponía como alternativa para el uso del suelo y la ocupación en áreas degradado por instalaciones de viento: Evaluación de impacto en el medio ambiente. Revista Científica Electrónica en Gestión, Educación y Tecnología Ambiental: REGET/UFSM. V(8), p- 1794 — 1804. [Fecha de consulta 15 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5902/223611707164>.
ISSN: 2236 – 1170

ESCOBAR, M. C, TOVAR, L. F., & CUÉLLAR, J. R. (2016). Diseño de un sistema experto para reutilización de aguas residuales tratadas. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 26(2), 21-34. [Fecha de consulta 25 de julio de 2020].
Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1827>

ESPIGARES García, M. y PÉREZ López, J. (1985). Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones. Granada. España. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020].
Disponible en:
https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf.

ESQUIVEL y CAIPO. (2019). Diseño de una planta de tratamiento

aguas residuales municipales para el distrito de Cachicadán, Santiago de Chuco, La Libertad — 2018. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.

FARFÁN Reyes, Elizabeth. (2015). Evaluación de la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales domésticas para el riego de áreas verdes en el sistema de losodos activados de la planta piloto de la FIAR-UNAC. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Callao. Perú.

FERNANDO; GONZÁLEZ y MORALES. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Saber y Hacer - Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, Vol. 2, nº 2. Segundo semestre 2015. pp. 09-25, ISSN 2311 — 7915 (versión impresa). Universidad San Ignacio de Loyola.

FISCALIZACIÓN Ambiental en aguas residuales. Organismo de evaluación y fiscalización ambiental. Biblioteca Nacional del Perú. Lima Perú. 2014. [Fecha de consulta: 6 de junio de 2020]. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

FISCALIZACIÓN Ambiental en aguas residuales. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. OEFA. 2014. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2020]. Disponible en: www.oefa.gob.pe

FLORAMIS Pérez, Tayruma de los Ángeles Armenteros & Hernández Touse. (2016). Sistema de tratamiento para las aguas residuales en la empresa de aprovechamiento hidráulico Villa Clara/ Sreatment system for wastewater at Villa Clara wáter management company. Revista Centro Azúcar. VOL 43, abril-junio, 2016. Editora: Yaillet Albernas Carvajal ISSN: 2223- 4861. Disponible en: <http://centrozucar.qf.uclv.edu.cu>.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill, 1997. México.

HERNÁNDEZ Sampiere, Roberto. Metodología de la investigación. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2014. México.

HERNÁNDEZ Salazar, MORENO Seceña y SANDOVAL Herazo. Tratamiento de aguas residuales industriales en México: Una aproximación a su situación actual y retos por atender. Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable. RINDERESU vol. 2(1-2): 75-88. 2017. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/27/3312>|FEW.

GALLEGOS-RODRÍGUEZ, J., LÓPEZ-OCAÑA, G., BAUTISTA-MARGULIS, R.G. y TORRES-BALCÁZAR, C.A. Evaluation of free flow constructed wetlands with *Sagittaria latifolia* and *Sagittaria lancifolia* in domestic wastewater treatment, 2018. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, vol. 10, no. 2, pp. 49-65. ISSN 20073925. Disponible en: <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2017.03.005>.

GAO, F., YANG, Z.H., LI, C. y JIN, W.H. Saline domestic sewage treatment in constructed wetlands: study of plant selection and treatment characteristics, 2015. *Desalination and Water Treatment*, vol. 53, no. 3, pp. 593-602. ISSN 19443986. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/19443994.2013.848673>.

GARCÍA-ÁVILA, F. Treatment of municipal wastewater by vertical subsurface flow constructed wetland: Data collection on removal efficiency using *Phragmites Australis* and *Cyperus Papyrus*, 2020. *Data in Brief*, vol. 30. ISSN 23523409. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105584>.

GARCÍA, J. y CORZO, A. Depuración con Humedales Construidos. Guía Práctica de Diseño, Construcción y Explotación de Sistemas de Humedales de Flujo Subsuperficial, 2008. *Universidad Politécnica de Cataluña*, pp. 108. ISSN 23523409. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105584>.

LÓPEZ, H. La metodología de la encuesta, en Técnicas de Investigación en Sociedad, Cultura y Comunicación. Adison Wesley - Colecc. Educación, 1998. México.

MORILLO Gustavo; [et al]. Utilización de aguas residuales tratadas en cultivos hidropónicos de pimentón, *Capsicum annum* L. Revista CIENCIA 17(1), 98 – 106. Centro de Investigación del Agua, 2009. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. [Fecha de consulta: 12 de julio de 2020].

Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/9924-10170-1-PB.pdf>

NDULINI, S., SITHOLE, G., y MTHEMBU, M. (2018). Investigación de la eliminación de nutrientes y coliformes fecales en aguas residuales mediante un sistema hidropónico. Física y Química de la Tierra, Partes A / B / C. doi: 10.1016 / j.pce.2018.05.004

PALTA Prado, Giovani Hernán y MORALES Velasco, Sandra. Fitodepuración de aguas residuales domesticas con poaceas: Brachiaria mutica, Pennisetumpurpleum y Panicum maximun en el Municipio de Popayán, Cauca. Rev. Bio.Agro [online]. 2013, vol.11, n.2, pp.57-65. ISSN 1692-3561.

PEÑA Varón, M., VAN Ginneken, M., y MADERA P. (2011). Humedales de Flujo Subsuperficial: Una Alternativa Natural para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Zonas Tropicales. Ingeniería y Competitividad, 5(1),27-35. [Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.25100/iyc.v5i1.2302>.

PÉREZ; ARMENTEROS y HERNÁNDEZ. (2016). *Sistema de tratamiento para las aguas residuales en la empresa de aprovechamiento hidráulico Villa Clara – Cuba*. Artículo Científico — Revista Scielo. cen. az. vol.43 no.2 Santa Clara abr.-jun. 2016. [Fecha de consulta: 6 de junio de 2020].

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222348612016000200007

RAFFINO, (2019). Tratamiento de Aguas Residuales. Diccionario Concepto de: Argentina. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2020].

Disponible en: <https://concepto.de/tratamiento-de-aguas-residuales/>.

RÍOS Hidalgo, Liz Mabel, ÁGUILA Hernández, Idalia y MONTESINO Herrera, Mirelys. (2014). Tecnología para el tratamiento de las aguas residuales ácidas de la planta de síntesis de un compuesto nitroaromático. Tecnología Química, 34(1), 50-58. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2020].

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222461852014000100005&lng=es&tlng=es.

RODRÍGUEZ Miranda, Juan Pablo; García Ubaque, Cesar Augusto y García Vaca, María Camila. (2015). Similitud teórica de la cinética

de crecimiento biológico aeróbico para la estabilización de materia orgánica en el tratamiento de aguas residuales. Revista Científica Tecnura - Vol. 19 No. 44 - abril - junio 2015 • pp. 145-156. [Fecha de consulta: 04 de junio de 2020].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.2.a11>. ISSN: 0123-921X - e-ISSN: 2248-7638

RODRÍGUEZ Miranda, Juan Pablo; GARCÍA Ubaque, César Augusto y PARDO Pinzón, Janneth Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. Tecnura, 19(46),149-164. (2015).

[Fecha de consulta: 17 de julio de 2020].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.4.a03> doi:

RODRÍGUEZ, Pimental. Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. 2017. [Fecha de consulta: 13 de abril de 2020].

Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>.

ROSSI, Luna. (2010). Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú. Fondo Nacional del Ambiente – Perú.

[Fecha de consulta: 6 de junio de 2020].

Disponible en: <https://fonamperu.org.pe/download/oportunidades-de-mejoras-ambientales-por-el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-el-peru/>

RUBIO, Ainhoa; LENIN, Edwin y PEÑUELA Gustavo. (2013).

Procesos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de contaminantes orgánicos emergentes. [2013].

Revista: Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science. [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2020].

Disponible en: doi:10.4136/1980-993X - www.ambi-agua.net. ISSN 1980-993X.

SÁNCHEZ Montes, María. Las aguas residuales en Perú, realidad al 2017. [2017]. [Fecha de consulta: 07

de mayo de 2020]. Recuperado

de: [https://www.iagua.es/blogs/maria-sanchez-](https://www.iagua.es/blogs/maria-sanchez-montes/aguas-residuales-peru-costo-improvisacion)

[montes/aguas-residuales-peru-costo-improvisacion](https://www.iagua.es/blogs/maria-sanchez-montes/aguas-residuales-peru-costo-improvisacion).

- SCHOLZ, M., AL-ISAWI, R., y SANI, A. Recycling of domestic wastewater treated by vertical-flow wetlands for watering of vegetables. *Water Practice and Technology*, 10(3), [2015]. [Fecha de consulta: 22 de julio de 2020]. Disponible en doi: <http://dx.doi.org/10.2166/wpt.2015.052445-464>.
- SILVA Renatada, GASPAR Reinaldo y FONSECA Claudinei. Influencia del uso de aguas residuales en la absorción de nutrientes y la producción de lechugas cultivadas en un sistema hidropónico, *Gestión del agua agrícola*. Volumen 203,30 de abril de 2018, páginas 311-321. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.028>
- SILVEIRA, E. [et al]. Performance of an integrated system combining microalgae and vertical flow constructed wetlands for urban wastewater treatment. [2017]. *Environmental Science and Pollution Research International*, 24(25), 20469-20478. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2020]. Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-9656-3>
- SMYRILLI C, Selvakumaran: [et al]. (2018). Sustainable decentralised wastewater treatment schemes in the context of Lobitos, Peru. *Journal of Environmental Engineering and Science* 13(1): 8–16. <https://doi.org/10.1680/jenes.17.00023>
- TAVARES Fiana Beatriz et al (2019). Crecimiento y producción de pimienta utilizando aguas residuales domésticas tratadas. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*; Fortaleza Tomo 13, n.º 5, (2019): 3683-3690. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2020]. Disponible en: DOI:10.7127/rbai.v13n5001131
- TRATAMIENTO y reúso de aguas residuales. SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental) Parte 2. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/HP/Downloads/153%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/153%20(1).pdf)
- TUSET, Sergio. (2020). Tratamiento biológico de las aguas residuales. [Fecha de consulta: 08 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://blog.condorchem.com/tratamiento-biologico-de-aguas-residuales/>

- VASCONCELOS, John Lenon; [et al]. (2015). Crecimiento y producción de dos cultivares de lechuga mediante aguas residuales tratadas. *Revista Brasileira De Agricultura Irrigada*, [En línea]. 9(5), 320-325. 2015. [Fecha de consulta: 22de mayo de 2020]. DOI: 10.7127/rbai.v9n500322. ISSN 1982 – 7679.
- VERGELES, Y., BUTENKO, N., ISHCENKO, A., STOLBERG, F., HOGLAND, M. y HOGLAND, W. Formation and properties of sediments in constructed wetlands for treatment of domestic wastewater, 2016. *Urban Water Journal*, vol.13, no. 3, pp. 293-301. ISSN 17449006. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.993178>.
- VICTOR, K.K., SÉKA, Y., NORBERT, K.K., SANOGO, T.A. y CELESTIN, A.B. Phytoremediation of wastewater toxicity using water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and water lettuce (*Pistia stratiotes*), 2016. *International Journal of Phytoremediation*, vol. 18, no. 10, pp. 949-955. ISSN 15497879. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15226514.2016.1183567>.
- WU, Z., XU, X., ZHANG, J., WIEGLEB, G. y HOU, H. Influence of environmental factors on the genetic variation of the aquatic macrophyte *Ranunculus subrigidus* on the Qinghai-Tibetan Plateau, 2019. pp. 1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12862-019-1559-0>
- ZHAO, Y.W., LIU, Y.X., WU, S.R., LI, Z.M., ZHANG, Y., QIN, Y. y YIN, X.A. Construction and application of an aquatic ecological model for an emergent- macrophyte-dominated wetland: A case of Hanshiqiao wetland, 2016. *Ecological Engineering*, vol. 96, pp. 214-223. ISSN 09258574. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.12.032>.

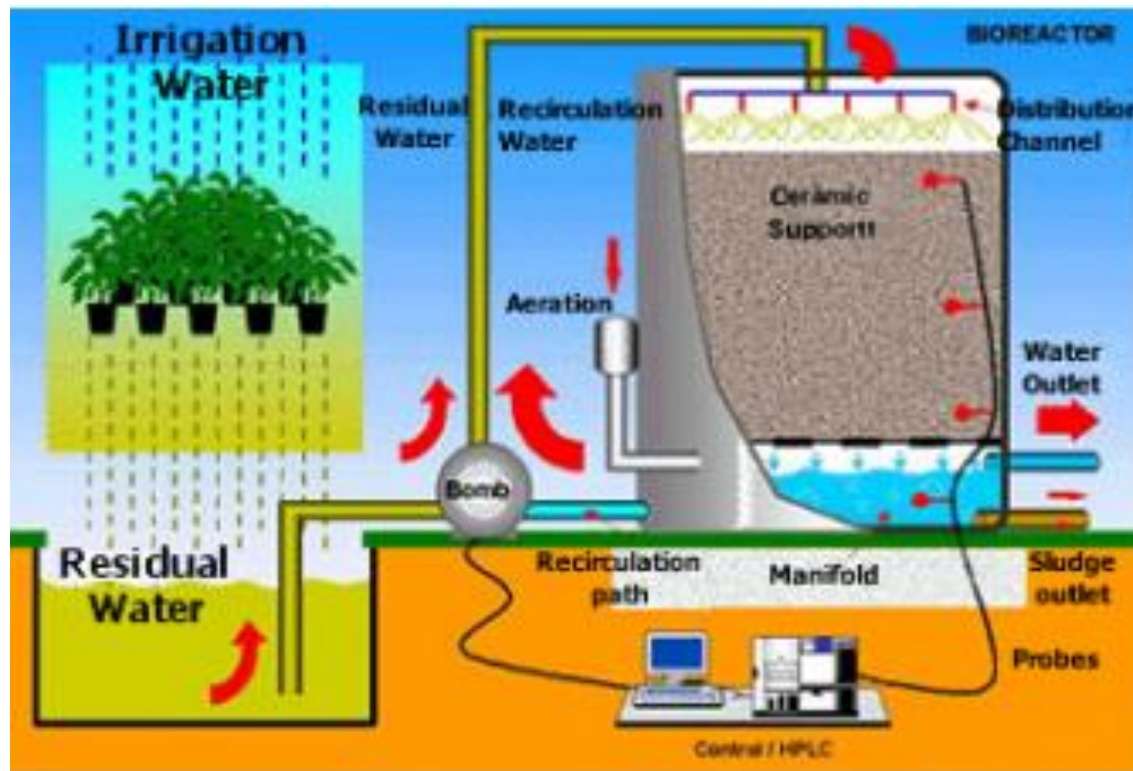
Anexo N°1

Matriz De Categorización Apriorística

OBJETIVO GENERAL: Determinar los métodos de tratamiento biológico eficientes para tratar aguas residuales domésticas.				
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUB CATEGORÍA	UNIDAD DE ANÁLISIS
Identificar los métodos que existen para tratar aguas residuales domésticas.	¿Qué métodos existen para tratar aguas residuales domesticas	Tipos de métodos de tratamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo sub superficial • Fitorremediación • Sistema hidropónico 	Análisis documental
Describir los procedimientos de aplicación de métodos para tratar aguas residuales domésticas.	¿Cómo se aplican estos métodos para tratar aguas residuales domesticas?	Procedimientos aplicados.	Etapas de tratamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Primario. • Secundario. • Terciario. 	Análisis documental

<p>Describir las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales domésticas.</p>	<p>¿Qué características físicas, químicas y biológicas tienen las aguas residuales domésticas?</p>	<p>Características físicas, químicas y biológicas.</p>	<p>DQO DBO Amonio Nitrato Nitrito Ortofosfato pH Oxígeno Disuelto Conductividad Solidos suspendidos Turbiedad Temperatura Coliformes fecales Coliformes totales E.Coli Grasas y Aceites</p>	<p>Análisis documental</p>
---	--	--	--	----------------------------

Figura 1. Tratamiento de aguas residuales con métodos biológicos





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**


Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HONORES BALCAZÁR CESAR FRANSISCO docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS CON SISTEMAS BIOLÓGICOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA" cuyo autor es BERRIO OCHOA AMERICO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 17 de enero del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HONORES BALCÁZAR CESAR FRANSISCO DNI: 41134159 ORCID: 0000-0003-3202-1327	

Código documento Trilce: TRI - 0128768