



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE  
LODOS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA  
INDUSTRIA ALIMENTARIA EN TRUJILLO, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autora:

Silvia Gabriela Escalante Caballero

Asesor:

M. Sc. Liana Ysabel Cárdenas Gutiérrez

Trujillo - Perú

2021

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mis padres que siempre han confiado en cada una de mis decisiones y que sin su apoyo no lo hubiera podido lograr; además, que son mi principal modelo de fortaleza, amor, esfuerzo y sacrificio. A mi tío Hermes que es mi motivación desde que era niña y busco lograr ser un poco de lo que fue él como persona y profesional. A mis hermanos por acompañarme en el camino que vamos construyendo para ser cada vez mejores.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por acompañarme en mi vida universitaria y permitirme conocer a personas que han sido participes de mi crecimiento. A mis profesores que a través de sus conocimientos y su pasión por la docencia nos han motivado a ser profesionales comprometidos con nuestros objetivos. A mis compañeros y amigos, que nos hemos acompañado y apoyado para lograr nuestras metas dejando recuerdos inolvidables.*

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. :Parámetros de toxicidad química .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 2. :pH de los lodos residuales de industrias alimentarias.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 3. :Empresas alimentarias de Trujillo .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 4. :Ingresos y egresos anualmente .....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 5. :Rango de costos.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 6. :Rango de beneficios por venta .....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Diagrama de diseño.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 2. Diagrama de proceso de selección de información .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento de análisis documentario .....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 4. Porcentaje de materia orgánica .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 5. Disposición final de lodos residuales en la Industria Alimentaria.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 6. Alternativas Viables para el aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 7. Porcentaje de estudios según la alternativa recomendada y la procedencia del lodo residual.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 8. Propuesta de lodos residuales para la industria alimentaria .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 9. Procedimiento del aprovechamiento de costos residuales .....</i>	<i>83</i>

## RESUMEN

La industria alimentaria tiene una huella hídrica considerable y a su vez generan gran cantidad de lodos residuales. La presente investigación tiene como objetivo general realizar una propuesta ambiental para el aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la Industria Alimentaria en la provincia de Trujillo teniendo como base resultados de trabajos científicos experimentales. Para tal fin, se usó el método inductivo-deductivo donde se tuvo en cuenta criterios de inclusión y exclusión de datos. Como resultados se obtuvo que el mayor volumen de lodos residuales se le da disposición final en los rellenos sanitarios; sin embargo, no una opción viable a nivel económico ya que tiene un costo alto, es por eso que el 62% recomiendan como una mejor opción al abono orgánico ya que cumplen con Límites Máximos Permisibles para el reaprovechamiento en suelo. Finalmente se obtuvo una propuesta ambiental para el aprovechamiento de lodos provenientes de la industria alimentaria de la provincia de Trujillo. Teniendo como conclusión mediante la propuesta ambiental que el reaprovechamiento de estos lodos sería de gran beneficio ambiental y económico a través de la venta de los mismos con un aproximado de veinte mil soles anuales por cada 50 toneladas al año, pudiendo destinar el dinero para la operación y mantenimiento de la obtención de los lodos, disminuyendo el costo del tratamiento y los impactos ambientales negativos a causa de la mala disposición.

**Palabras clave:** Aprovechamiento de lodos residuales, Industria Alimentaria, disposición final, alternativas viables.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria registró un notable crecimiento en los últimos 10 años, a pesar de que el agua potable es de uso fundamental, dentro de esta industria es usado para actividades ajenas al consumo y principalmente para la limpieza de los alimentos ya que se considera que los alimentos que requieren mayor consumo de agua son más inocuos (Berkowitz, D., 2012). Lo antes mencionado es la causa principal del aumento de la huella hídrica de esta industria siendo indispensable el consumo del agua para cada uno de sus procesos, con el objetivo de cumplir con estándares de calidad e inocuidad que requieren las normativas nacionales e internacionales (Escobar, Pereira, Martínez y Sánchez, 2012). Por esta razón, a su vez, dentro de sus procesos origina gran cantidad de efluentes los cuales al ser tratados con procesos químicos, físicos y biológicos se obtiene subproductos líquidos, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, semisólidos, etc. Siendo el subproducto más representativo después del agua tratada, los lodos residuales (Picazo, 1995).

El Reglamento Especial de Aguas Residuales y Lodos (2014) expone que “lodo es todo aquel residuo o desecho sólido, semisólido, provenientes de sistemas de tratamiento, de alcantarillado sanitario y plantas potabilizadoras; así como los lodos de procesos industriales, agroindustriales o de actividades especiales”. Estas se forman como el principal residuo del tratamiento en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), los cuales tienen gran cantidad de materia orgánica y otras características dependiendo del uso que se haya establecido para el agua (Cupe, B. y Juscamaica, J., 2018); al contener materia orgánica hace que sea un residuo contaminante tanto para agua, suelo y atmósfera por el cual es necesario el tratamiento de los lodos, lo cual

significa una problemática para las empresas debido a que su manejo y disposición representan costos adicionales (Paitan y Sifuentes ,2018).

La problemática antes mencionada obligó a generarse nuevas alternativas para la reutilización de estos residuos a través de su aplicación a suelo degradado ya que necesitan una fuente rica de materia orgánica (Gilsanz, J. C., Leoni, C., Schelotto, F., y Acuña, A., 2013), siendo la alternativa preferida para la disposición del lodo producido en plantas de tratamiento de aguas residuales. Esto debido a los nutrientes que poseen los lodos, que lo hace una excelente enmienda de suelo y, por consiguiente, su uso como fertilizante en la agricultura ha sido ampliamente difundido (Aguilar, 2016). Sin embargo, ya en la actualidad se ha generado una inquietud creciente acerca de los impactos a la salud que se asocian a la utilización de este método de tratamiento, lo que ha hecho que la disposición de lodos tenga procedimientos adicionales para evitar la presencia de patógenos o perjudiciales para la salud humana (Blandon, 2010).

En América, la industria que genera muchos más impactos negativos es la alimentaria, se considera así debido a que se utilizan grandes volúmenes de agua en el proceso productivo y al convertirse en agua residual contiene una alta carga de materia orgánica, en comparación que las aguas residuales urbanas o municipales, siendo potencialmente perjudicial para el medio ambiente (Rincón, 2019). En Perú, la situación es crítica debido a que la mayoría de las empresas no cuentan con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales o con los ingresos necesarios para darle una disposición final adecuada con una Empresa Prestadora de Servicios (EPS) debido al alto costo; sin embargo, es necesario ya que representan una fuente de riesgos ambientales y de salud para la población, si no reciben un tratamiento adecuado para convertirla en materia inocua para su disposición final (Onofre,2018). En La Libertad, el sector

agropecuario ha tenido un crecimiento continuo, siendo el último trimestre del 2019 de un 5.6% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020), el cual está estrechamente vinculado con la industria alimentaria y la agricultura permitiendo tener ofertantes y demandantes de los lodos residuales, especialmente en la ciudad de Trujillo donde alberga a la mayor cantidad de empresas formales.

Blanco, P. (2014) en su investigación titulada “Aprovechamiento de lodos residuales para cerrar el ciclo urbano del agua, mejorar la eficiencia energética reducir los GEI: Caso de la PTAR Nuevo Laredo” realizada en el país de México. Tuvo como objetivo general identificar alternativas viables de aprovechamiento de lodos residuales, que reduzcan las emisiones de GEI, mejoren la eficiencia de la PTAR y contribuyan a cerrar el Ciclo Urbano de Agua de Nuevo Laredo. La metodología usada es descriptivo experimental obteniendo como resultados que el manejo actual de los lodos solamente se aprovecha el 12% de estos. Concluye que, con el aprovechamiento de lodos residuales aumenta la eficiencia de la PTAR, gracias al aporte energético que conlleva y disminuye de emisiones de GEI por lo que tiene impactos medioambientales positivos.

Salcedo et.al. (2007), en su artículo de investigación denominado “Evaluación de los lodos residuales como abono orgánico en suelos volcánicos de uso agrícola y forestal en Jalisco, México” consistió en evaluar lodos residuales como abono orgánico en suelos volcánicos de uso agrícola y forestal, en diferentes dosis de lodos de aguas residuales como abono orgánico en la producción de maíz y sobre el desarrollo inicial de *Pinus douglasiana*. Los resultados obtenidos manifestaron que la aplicación de lodos y compost de lodos en mezcla con desechos de jardinería como abono orgánico incrementó el rendimiento de grano y forraje en 18 y 22%, respectivamente, con respecto a la

fertilización química. Concluyendo que las concentraciones de metales pesados en el grano no se incrementaron significativamente por la aplicación de lodos.

En el año 2019, Rincón, L. en su tesis titulada “Aprovechamiento de lodos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa Láctea, Municipio de Cagua” en el país de Colombia tuvo como objetivo general seleccionar la alternativa más viable ambiental y económicamente para el aprovechamiento de lodos residuales generados por la empresa láctea. Utilizaron una metodología descriptiva buscaron la relación entre las variables. En los resultados se analizó el lodo proveniente del tratamiento CAF (Flotación por aire de cavitación), donde el lodo cuenta con una textura pastosa con olor a materia orgánica en descomposición, coloración uniforme y aproximadamente un 20% de líquido (agua) en el lodo. Se concluyó que los lodos analizados cumplen con la normativa establecida categorizándolo como lodo no peligroso, permitiendo su aprovechamiento especialmente en la fabricación de ladrillos cerámicos.

Párraga, A. (2016) en la tesis titulada “Biosólidos provenientes de aguas residuales de una procesadora de pescado aplicados al cultivo de Maíz en la provincia de Manabí” teniendo como objetivo determinar el efecto de los biosólidos sobre las variables fenotípicas del maíz con el fin de obtener una alternativa de fertilizante orgánico. Se utilizó una estructura IMRD, obteniendo como resultado que los contenidos de nitrógeno son del 1.9%. Con respecto a los metales pesados, el análisis muestra solo la presencia de Mercurio, Plomo y Cadmio en concentraciones por debajo de los límites permitidos por la EPA. Concluye que el mejor tratamiento, resultó cuando se combinó lodos estabilizados al 70 % más urea al 30%, especialmente en las variables: altura de la planta, peso en kg por parcela de mazorca en estado lechoso, longitud y diámetro de la mazorca.

Gómez, L. y Merchan, A. (2016) en su tesis titulada “Caracterización Físico-química de los lodos provenientes de una Planta de Tratamiento de Agua Residual Industrial de una empresa de café del departamento de Caldas” teniendo como objetivo implementar los métodos básicos y estándar de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de lodos residuales usando una metodología cuantitativo descriptivo. En los resultados se obtuvo que la humedad para compostaje se encuentra  $>60\%$  lo cual indica oxígeno insuficiente, teniendo que implementar el volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas. Concluyó que el residuo podría ser empleado como un complemento para la producción de abono orgánico o enmienda, mas no como materia prima de producción de abono.

Huamán J. y Huamán H. (2019) en su tesis denominado “Análisis y tratamiento de lodos residuales generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de Cajabamba para la obtención de compost y ladrillos combustibles” con el propósito de analizar y tratar los lodos residuales para obtener compost y ladrillos combustibles. Para la elaboración de compost se obtuvo como resultado que el 60% de lodo como material base, acompañado del 30% de hojarasca de maíz y 10% de abono orgánico; mientras que la elaboración de ladrillos combustibles con 77.5 kcal de poder calorífico el 43% de lodo, 48% de aserrín, 6 % de cola sintética y 3% de agua. Se concluye que las hojarasca de maíz tienden a secarse al perder humedad, por lo que debe ser utilizado inmediatamente después de ser podado o dejarlo al menos unos días acopiado para poder agregarlo posteriormente al compostaje y así aprovechar la humedad que estos contienen.

Onofre, E. (2018) en su tesis titulada “Propuesta técnica de Gestión Ambiental Sostenible para el aprovechamiento de Lodos que provienen de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en campamentos mineros del Perú” tuvo como objetivo la revisión y análisis de alternativas técnicas, así como el estudio de la implementación de las normas legales y ambientales. Empleó una estructura IMRD y obtuvo como resultado una propuesta técnica de Gestión Ambiental Sostenible para campamentos mineros del Perú. Concluyó que el manejo y tratamiento de las aguas residuales domésticas en el Perú, están dirigidas solo a cubrirlas de la vista y alejarlas del olfato humano. Por lo tanto, estas aguas residuales no están siendo tratadas en su ciclo completo, motivo por el cual los lodos siguen siendo dispuestos en forma irresponsable.

Murillo, B. (2018) en su tesis titulada “Evaluación de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Industria Alimentaria” tiene como objetivo evaluar el sistema de tratamiento existente en una industria procesadora de almidón, la metodología que se utilizó fue la recopilación de información de los reportes diarios de la planta correspondiente desde el 2012 al 2016. Donde se obtuvo como resultado que la eficiencia de remoción de carga orgánica promedio obtenida en el reactor biológico de la DQO de 98.05% y de la DBO5 de 99.79%. Además, concluyó que la planta de tratamiento evaluada, cuenta con un sistema de tratamiento ineficiente ya que el caudal y la carga orgánica generada el último año se ha incrementado significativamente, ocasionando incremento en los costos de disposición final.

Cupe, B. y Juscamaita, J. (2018) en su investigación titulada “Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de la fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico” donde tiene como objetivo elaborar Abono Líquido Acelerado (ALA), usando dichos lodos residuales, a través de fermentación

homoláctica y el consorcio microbiano B-lac y melaza. Es una investigación experimental y se obtuvo como resultados que el Porcentaje de Germinación Relativo (PGR), tomando en cuenta como criterio de germinación la aparición visible de la radícula, las diluciones 0.1% y 1% tuvieron un alto porcentaje de germinación de 100% y 98.5% respectivamente. Concluye que el tratamiento permite la estabilización y uso de los lodos residuales como abono orgánico líquido en un tiempo muy reducido.

Acosta, L. (2009) en su tesis titulada “Eficiencia de un Sistema de Lodos Activados en el Tratamiento de Aguas Residuales en la Industria Láctea de Cajamarca” tiene una estructura IMRD y como objetivo determinar la eficiencia del sistema a través de la medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) así como la evaluación del costo una planta para procesar un promedio de 256 litros/segundo. En los resultados no se realizó ninguna identificación específica de microorganismo debido a la gran variedad y cantidad que son responsables de la remoción de materia orgánica presente en las aguas. Concluyó que el actual sistema de lodos activados tiene una eficiencia del 80% y el costo para una planta con una demanda de 256 litros/segundo sería de 370,444,20.00 soles de inversión y 209,450.00 soles de operación y mantenimiento.

Rivero, J. (2005) en su tesis titulada “Efecto de lodos residuales de la planta de tratamiento de agua de la ciudad de Trujillo en el rendimiento de los cultivos de la zona agrícola de Moche” donde el objetivo es observar el proceso del crecimiento de las plantas, determinar el grado de contaminación que contienen dichos suelos y el efecto que éstos tienen en ellas. Es una tesis experimental donde obtiene como resultados que las plantas con lodos contaminados crecen en un 10% con respecto a las no contaminadas dando una producción baja de frutos tanto en calidad como en cantidad. Concluye que la aplicación del lodo residual sobre este suelo de tipo franco-arenoso favorece las

condiciones óptimas de materia orgánica, salinidad, nitrógeno entre otros hasta un cierto grado; debido a que posiblemente las plantas empiecen a bioacumular metales pesados.

Ballarte, J. y Coronado, M. (2006) en su tesis titulada “Obtención de combustible líquido a partir de lodos residuales de lagunas de oxidación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Covicorti-Trujillo” utilizaron la estructura IMRD y su metodología es experimental. Obtuvo como resultado del análisis de la descomposición de lodos de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Covicorti, encontramos que estos lodos tienen valores apreciables de materia orgánica; esto puede explicarse, principalmente, por la naturaleza del agua residual de la cual provienen. Concluyeron que el proceso de pirolisis es un método factible para obtener combustible del tratamiento de lodos de depuración siendo materia prima importante para las industrias.

Según Tejada (2014) la gestión ambiental es un proceso que está orientado a la prevención, mitigación y/o compensación con respecto a los impactos ambientales negativos y potencializar los impactos positivos. Tiene como objetivo conseguir la mejor actuación ambiental, a través de un progreso de mejora continua, cuyo fin es determinar las mejores prácticas y procesos para reducir los impactos ambientales de la organización. Lo cual se complementa con Massolo (2015) donde menciona que la gestión ambiental es el conjunto de acciones y estrategias mediante las cuales se organizan las actividades antrópicas que influyen sobre el ambiente con el fin de lograr una adecuada calidad de vida previniendo o mitigando los problemas ambientales.

Según Prieto, Jaca y Ormazabal (2017) la economía circular es un modelo donde se busca la prosperidad económica, protección del medio ambiente, así como la prevención de la contaminación con el fin de poder lograr el desarrollo sostenible. El desarrollo

sostenible es un concepto que, según Díaz, et al. (2009), comenzó a definirse a fines de la década de los sesenta del siglo XX. Díaz, et al. (2009), sostuvo que entre los objetivos estaba descubrir métodos para analizar distintas expresiones de los cambios medio ambientales, además de sensibilizar a los políticos acerca de la magnitud de la crisis ambiental global. Según Alaña, Capa y Sotomayor (2016) nos dice que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria, pero sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras. Establece que la pobreza, la igualdad y la degradación ambiental no pueden analizarse de manera aislada, el documento coloca a la pobreza como una de las causas y consecuencias de los problemas ambientales.

Las aguas residuales que son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014). Las aguas residuales generadas por la Industria Alimentaria deben ser tratadas para alcanzar los parámetros establecidos, las cuales puedan ser permitidos para su vertido al alcantarillado o algún cuerpo de agua o para su reúso como agua de riego (Spena Group, 2019). El término industrias alimentarias abarca un conjunto de actividades industriales dirigidas al tratamiento, la transformación, la preparación, la conservación y el envasado de productos alimenticios (Malagié, 2001).

Según SEMARNAT (2005) los lodos residuales o biosólidos son considerados como el subproducto o resultados del tratamiento biológico de las aguas domésticas, que cuando no se tiene un plan de manejo de los mismos causan impacto al ambiente y a la salud de la población y por tal motivo son considerados como residuos peligrosos. Además, Rivera y Dendooven (2003) mencionan que contienen concentraciones de nitrógeno inorgánico,

fósforo y materia orgánica, en altas proporciones lo que los hace ideales para estimular la actividad microbiana del suelo, siempre y cuando la concentración de patógenos, metales pesados y compuestos orgánicos tóxicos sea baja.

Hay diferentes tipos de lodos según las características, Reyes (2020) menciona que el lodo primario es producido durante los procesos de tratamiento primario de las aguas residuales, la composición del lodo depende de las características del área de recogida de las aguas; mientras que el lodo secundario o el lodo activado se desarrolla inicialmente por una aireación prolongada bajo ciertas condiciones que favorecen el crecimiento de organismos que tienen la capacidad de oxidar la materia orgánica; el lodo terciario Se produce a través de procesos de tratamiento posteriores, con adición de agentes floculantes.

Mientras que los biosólidos es definido como el subproducto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su reaprovechamiento. No son biosólidos las cenizas producto de la incineración de lodos De acuerdo con sus características, se clasifican en biosólido de clase A que son aquellos aplicables al suelo sin restricciones sanitaria y en biosólido de clase B Son aquellos aplicables al suelo con restricciones sanitarias según localización de los suelos y/o tipo de cultivo (DS 015-2017-Vivienda, 2017).

Según Solórzano (2013) nos dice que el termino estabilización es el conjunto de proceso que dan como producto final un lodo con características tales que después puedan ser usado sin comprometer, la salud pública o al medio ambiente. La estabilización de lodos se lleva acabo principalmente para reducir patógenos, eliminar los olores desagradables y reducir o eliminar su potencial de putrefacción. La estabilización química se trata de una operación simple y con bajo coste, pero posee un efecto temporal más limitado con

respecto a los procesos de estabilización biológica. Habitualmente se utiliza hidróxido cálcico, que produce un considerable aumento del pH, eliminando los microorganismos patógenos; con este procedimiento se favorece la liberación de amoníaco por lo que desde el punto de vista agrícola puede haber una reducción del valor fertilizante del lodo. La sustancia más usada es la cal, bien hidratada o bien cal viva que, debido al elevado pH (pH=12) que instaura en el lodo, impide la acción de las bacterias y la descomposición de la materia orgánica se detiene (Pérez, 2016).

Mientras que la estabilización aerobia es un proceso que consiste en la aireación prolongada de los lodos frescos para incrementar el crecimiento de microorganismos aerobios, con la finalidad de sobrepasar el periodo de síntesis de las células y llevar a cabo su auto oxidación (Díaz, 2015). Por último, la estabilización anaerobia es un proceso que se somete a los lodos a una digestión anaerobia durante tiempos y temperaturas variables, generándose lodos cuyo contenido en materia orgánica es de un 50% menos que el material de partida. Es una estabilización muy difundida en estaciones de medio y gran tamaño, ya que el gas producido en la digestión (biogás), con un alto contenido en metano, puede utilizarse como fuente de energía (Buyles, 2010).

El fin principal de la estabilización de los lodos es lograr cumplir con los parámetros de estabilización según la normativa para evitar los impactos ambientales significativos a causa de los lodos. Los principales parámetros evaluados está la materia orgánica donde los lodos generados por la PTAR deben de tener una concentración menor o igual al 60% de la materia seca; también la toxicidad química donde se evalúa el Arsénico, Cadmio, Cromo, Cobre, Plomo, Mercurio, Níquel y Zinc. Los valores según el DS 015-2017-VIVIENDA se encuentra en el Anexo N° 6. Por último, los parámetros de higienización donde se evalúa parámetros biológicos de contaminación fecal y de presencia de huevos de helmintos (DS 015-2017-Vivienda, 2017).

Una vez cumplido con los parámetros se le puede dar una disposición final, esta varía según la normatividad ambiental y las necesidades como se observa en el Anexo N° 7 (Huamaní, E., 2020). Dentro de las más comunes son el de Relleno sanitario o Mono rellenos donde el lodo deshidratado (seco) se coloca como material de cobertura en los rellenos sanitarios como sitio de disposición final en donde se debe adicionar cal para la reducción de olores y generación de vectores. En el mono relleno (celdas para el manejo exclusivo de lodos residuales). Otro, solo ocupan un área para la acumulación de lodos generando vectores como ratas, moscas y otros animales.

Para la disposición adecuada de los lodos residuales es necesario tener en cuenta el Marco Legal Peruano, donde en el Decreto Legislativo N° 1278, el cual aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y establece que el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, establece que la gestión y el manejo de los residuos sólidos de origen industrial, agropecuario, agroindustrial, de actividades de la construcción, de servicios de saneamiento o de instalaciones especiales, son normados, evaluados, fiscalizados y sancionados por los ministerios u organismos reguladores o de fiscalización correspondientes, sin perjuicio de las funciones técnico normativa y de vigilancia que ejercen otras instituciones. Además en el Decreto Supremo N° 015-2017-VIVIENDA, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para el Reaprovechamiento de lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, el cual tiene por objeto establecer las disposiciones para determinar las características de los lodos, así como la clasificación, los parámetros para la producción y el control de la aplicación de los biosólidos provenientes de la estabilización de lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Finalmente, la Resolución Ministerial N° 128-2017-VIVIENDA que da Condiciones Mínimas de Manejo de Lodos y las Instalaciones para su Disposición Final.

Las normativas buscan dar solución a la problemática creciente de los residuos sólidos del país y que a su vez esta problemática ha generado interés en los investigadores para generar resultados en favor a la economía circular, buscando alternativas viables a través del uso del método científico para evaluar los parámetros de los lodos residuales; los cuales se han identificado como una fuente de impactos negativos hacia el ambiente y la economía. A pesar de que hay variedad de investigaciones en relación al aprovechamiento de lodos residuales, aún existe desconocimiento tanto sobre las consecuencias de la mala disposición final como las opciones viables a nivel económico y ambiental. Específicamente, la industria tiene una huella hídrica considerable a diferencia de otras industrias, lo que genera mayor cantidad de lodos; y a su vez cuentan con un gran porcentaje de materia orgánica y el mínimo de patógenos o metales pesados siendo beneficioso para el aprovechamiento ya que no requiere de muchos métodos de estabilización. Es por esto que al realizar una propuesta de aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria se busca difundir de las alternativas viables económica y ambientalmente en esta industria en la ciudad de Trujillo teniendo en cuenta la normativa peruana, que permite la venta de lodos residuales a la industria agrícola que busca enriquecer el suelo con materia orgánica; directamente se generan beneficios económicos al disminuir los costos de disposición final y generar ingresos por la venta de lodos residuales, lo cual puede ser atractivo para los empresarios aumentando la responsabilidad ambiental y la internalización del daño a causa de sus procesos.

Considerando la problemática planteada anteriormente, se nos presenta la interrogante sobre ¿De qué manera se puede aprovechar los lodos residuales de la Industria Alimentaria en Trujillo, 2020? Por ello, se plantea como primer objetivo específico analizar la disposición final de los lodos residuales de la Industria Alimentaria

teniendo como base resultados de trabajos científicos y como segundo objetivo específico identificar las alternativas viables económica y ambientalmente para el aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la industria alimentaria teniendo como base resultados de trabajos científicos antes mencionados y finalmente el tercer objetivo específico es realizar una propuesta ambiental para el aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria en la provincia de Trujillo siendo a su vez, el objetivo general. Es por lo que la presente investigación plantea propuesta ambiental donde cada uno de los actores puedan poner de su parte para el mejoramiento progresivo y sostenible, usando recursos, pero también realizando acciones para disminuir los impactos y a su vez, comprobar la hipótesis implícita planteada el cual afirma que es posible el aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la Industria Alimentaria.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Esta investigación es no experimental, debido a que no es viable manipular las variables, de hecho, no hay limitaciones o incentivos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. La observación de estos se hace de manera natural llevados a la realidad. En cambio, en un estudio no experimental no se arma una realidad, sino que se observan situaciones que ya existen, no estimuladas deliberadamente por el investigador (Kerlinger, 1979).

Además, es de tipo descriptiva ya que según Yáñez (s.f), una investigación descriptiva, tal como lo indica su nombre, tiene como objetivo describir el estado y/o comportamiento de una serie de variables. No puede formularse una hipótesis fortuita sin antes delinear acentuadamente el problema. Una información necesita de una profunda investigación para poder llegar a constituir vías que guíen al esclarecimiento de vínculos causales. Asimismo, admitió la explicación de cada una de las variables de la investigación y fue indispensable manejar la investigación bibliográfica, como libros, archivos, internet, con el fin de conseguir un panorama más amplio del tema, que permitió ejecutar un análisis agudo; de igual forma se consultó al método científico ya que se calificó por la búsqueda reflexiva, sistemática y en base a métodos.

Se mostrará el diseño en el siguiente diagrama en base a las variables:

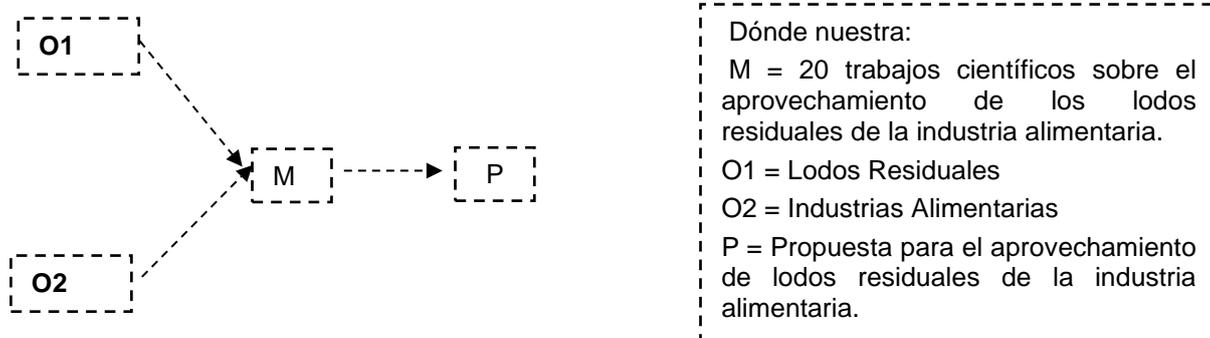


Figura 1: El diagrama de diseño explica la relación que se busca entre las variables elegidas.

La población según Hernández (2013), “es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado”. En la presente investigación se considerará una población finita, puesto que se conoce el número exacto de elementos que constituyen el estudio el cual está conformado por los registros de trabajos científicos desde el año 2010 al 2020 sobre el aprovechamiento de lodos residuales industriales, domésticas y depurativas.

La muestra según Quiroz (2017) la muestra estuvo, en esencia, un subgrupo de la población. Fue un subgrupo de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. Con la finalidad de poder determinar la muestra seleccionaremos a los individuos que convienen al investigador, los cuales serán el registro de 20 trabajos científicos y/o investigación, posteriormente de haber pasado por los filtros establecidos. Para elegir la muestra se estableció criterios de inclusión y exclusión, el primer criterio es el uso de palabras claves como “lodos residuales” “industria alimentaria”, el segundo criterio es el tiempo desde el 2009 al 2020, el tercer criterio está relacionado con la procedencia de la información, que necesariamente tiene que ser de una fuente confiable como es Scielo, Redalyc, Google Académico y Repositorios de universidades y como último criterio el idioma en español o inglés; las investigaciones que no cumplen con estos cuatro criterios fueron descartadas.

El proceso de selección se especifica a detalle en la siguiente figura 2:



Figura 2. En el análisis realizado, se detalla un proceso para la selección y descarte de la información de diferentes fuentes como: Google Académico, Scielo, Redalyc, e-book. de los cuales finalmente se seleccionó 20 artículos.

Luego de establecer los criterios de exclusión se hizo uso del método inductivo-deductivo, el cual es definido como un método donde a partir de una serie de elementos particulares se deducen las leyes o reglas generales llegando a entender la realidad externa (López, 2018) es por eso que a través de trabajos científicos, donde analizan el aprovechamiento de lodos residuales, estos son los elementos particulares y se busca proponer el aprovechamiento de los lodos residuales en para las empresas de las industrias alimentarias.

La presente tesis de investigación es el resultado de la recolección de información, usando la técnica de análisis documental, que es una forma de investigación técnica un

conjunto de operaciones intelectuales, que buscan describir y representar los documentos de forma unificada sistemática (Dulzaides y Molina, 2004) con la necesidad de comprender, evaluar y procesar para después presentar una propuesta eco amigable y sostenible.

Mejía (2005), nos indica que los instrumentos es la recopilación de información acerca de los fenómenos que le interesa conocer haciendo uso de ciertos instrumentos. Para ello emplea listas de cotejo, hace el análisis documental, construye escalas de opinión, etc. En otros casos, el investigador debe observar el comportamiento de las variables y entonces empleará instrumentos o guías de observación que, a su vez, pueden ser estructurados o no estructurados. Para el recojo de la información en el presente estudio se utilizó la Matriz de Base de Recolección de Datos (Ver Anexo N° 4), la cual es aprobada por la Matriz de Evaluación de Expertos para poder identificar los puntos esenciales de nuestro trabajo.

Con los trabajos científicos seleccionados, se realiza el análisis documental buscando cumplir el primer objetivo, analizar la disposición final de los lodos residuales de la Industria Alimentaria, buscando en los trabajos científicos la disposición final inicial de los lodos residuales en la parte introductoria, luego con los resultados se organiza los resultados en una tabla de Microsoft Excel teniendo en cuenta la cantidad de lodo producido, para finalmente representar los resultados a través de gráficos con el mismo programa. Para el segundo objetivo donde se logra identificar las alternativas viables económica y ambientalmente para el aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la industria alimentaria, se hizo una búsqueda solo de los resultados de los trabajos científicos donde han realizado análisis físicos y químicos de los lodos residuales comparándolos con los parámetros establecidos en su país y finalmente se busca la alternativa viable según el tipo industria alimentaria. Finalmente, en el tercer objetivo

donde se genera una propuesta ambiental para el aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria en la provincia de Trujillo, se hace un análisis de la normatividad vigente y teniendo como base los estudios analizados y los costos que presentan para en base a los estudios realizados presentarlos como apoyo lograr proponer el aprovechamiento de sus lodos residuales en beneficio de la empresa tanto a nivel económico como ambiental.

El presente trabajo está establecido en un plazo de 25 semanas, durante los meses de mayo y diciembre del 2020 (Ver Anexo N° 3) para su elaboración y corrección de la estructura para finalmente ser presentado.

Para determinar la validez y confiabilidad de los instrumentos(matrices), se utilizó la opinión y el visto bueno de expertos en el tema de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada del Norte, sede Trujillo (Ver Anexo N° 5).

En los aspectos éticos de la investigación de la presente tesis se está utilizando información esencial de investigadores competentes, además cada fuente utilizada y/o considerada se está citando, la autorización de expertos será de suma importancia su validación. En dicha información nos basaremos en el uso del método científico y sin dejar de lado valores que un investigador debe observar; todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.

En el siguiente diagrama se detalla el procedimiento usado según los objetivos:

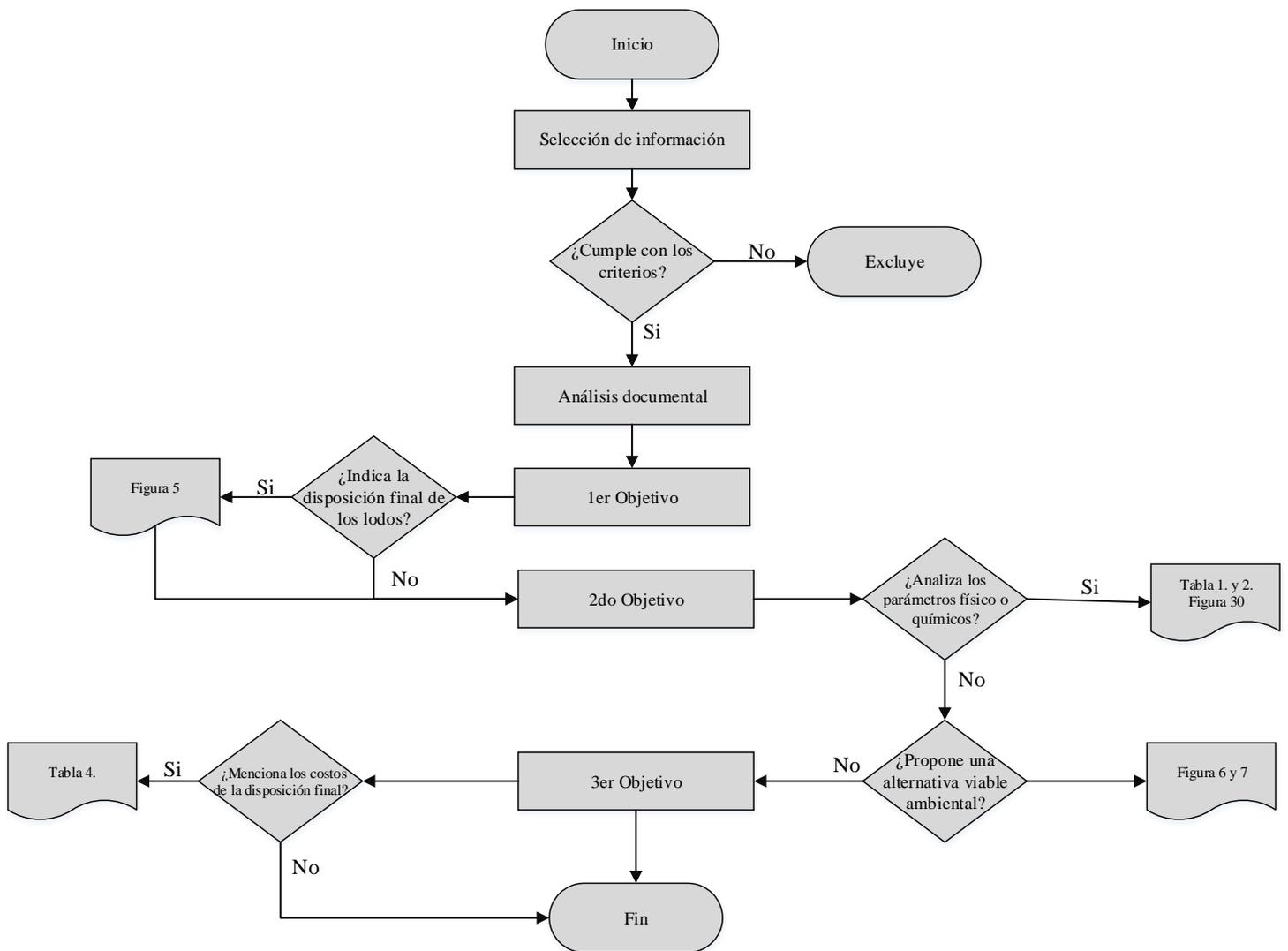


Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

**Objetivo Específico 1:** En el primero objetivo específico donde se logra analizar la disposición final de los lodos residuales de la Industria Alimentaria teniendo como base resultados de trabajos científicos, se obtiene como resultado una muestra de 10 investigaciones, incluyendo las toneladas por año de lodo generado y la disposición final que se le está dando como residuo, se obtuvo la siguiente figura 4:

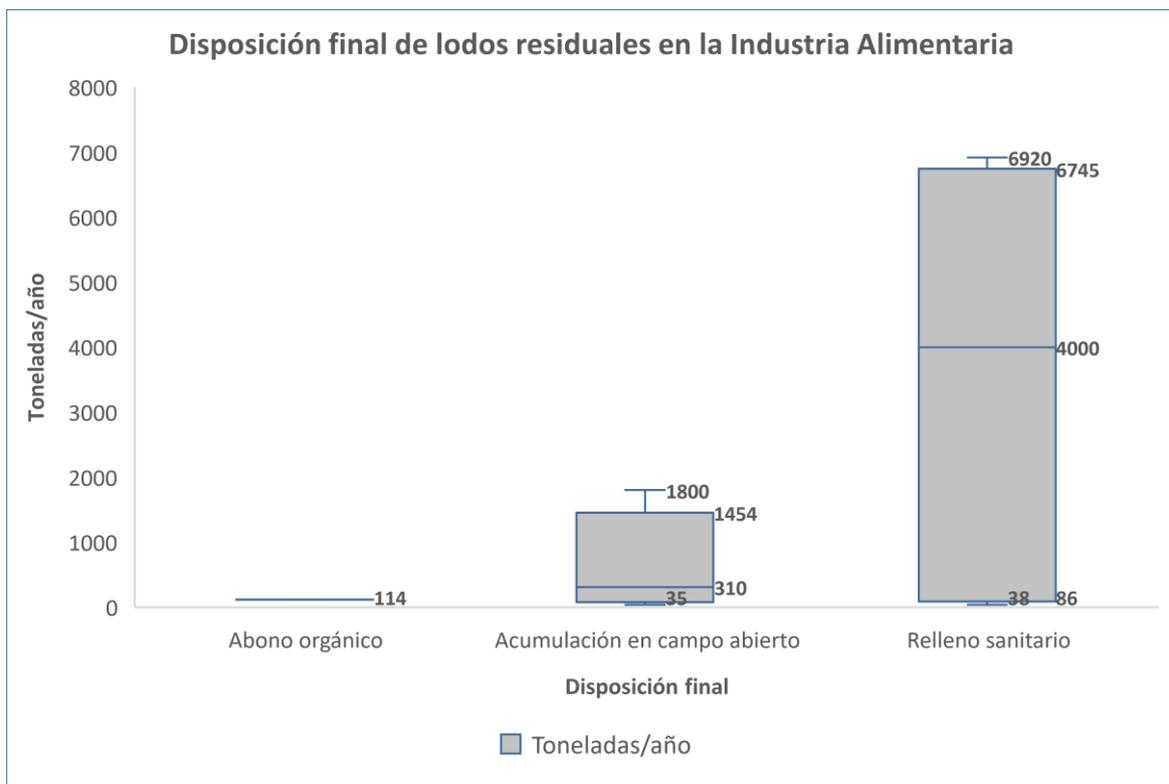


Figura 4. Disposición final de los lodos residuales de la Industria Alimentaria

Al realizar el análisis de la disposición final de los lodos residuales de la industria alimentaria, en la mayoría de los documentos revisado se evidenció que hay tres tipos de disposición final: acumulación en campo abierto, relleno sanitario y abono orgánico. La mayor cantidad son dispuestas en relleno sanitario con un máximo de 6920 tn/año; en segundo lugar, se encuentra la acumulación en campo abierto con un máximo de 1800 tn/año y, por último, una mínima cantidad son usadas como abono orgánico con 114 tn/año para la agricultura. Siendo más representativa una opción viable

ambientalmente, más no económicamente debido al alto costo del tratamiento. Esta información está detallada en el Anexo 8 según las investigaciones analizadas.

**Objetivo Específico 2:** En el segundo objetivo específico, el cual es identificar las alternativas viables económica y ambientalmente para el aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la industria alimentaria teniendo como base resultados de trabajos científicos. Los autores de los trabajos científicos han realizado un análisis previo de los parámetros físicos y químicos para lograr establecer una alternativa. A su vez se realiza una comparación en el siguiente cuadro con los Límites Máximos Permisibles para parámetros de toxicidad química en el Perú para el aprovechamiento de los lodos residuales normado por el Decreto Supremo N° 015-2017 obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 1.**

*Parámetros de toxicidad química*

AUTORES	INDUSTRIA ALIMENTARIA	As	Cr	Cd	Cu	Pb	Hg	Ni	Zn
		(mg/kg)							
<b>Límite Máximos Permisibles según el D.S. N° 015-2017</b>		40	40	1200	1500	400	17	400	2400
Morales, I.	Láctea	-	-	<0.028	0,8	0.5	-	-	-
Rincón, L.		< 0,01	< 0,02	< 0,02	-	< 0,1	< 0,001	-	-
Hernández J.		0.003	-	0.004	41.36	106.34	0.001	16.6	428.16
Colomer	Cervecera	0.4	3.4	0	7	0.6	0.4	4.8	44.6
Párraga, A.	Pesquera	-	-	0.11	60	15.37	0.25	-	152
Fuentes, J.		0,19	-	< 0,01	130	17,4	0,93	-	270
Gómez, L. y Merchan, A.	Café	31.33	-	-	39.45	-	-	-	-
Trejos, M. y Agudelo, N.	Comestibles	< 0,01	< 0,01	< 0,03	5,1	2,5	< 0,01	1,7	49,1
Mogollón, S. y Carrillo, C.	Alimentos agropecuarios	< 0,01	2,4	0.03	-	-	0.5	-	72
Bastidas, P. y Chuquitarco, P.	Aceite de palma	-	43,54	0	-	2,18	-	13,06	-
Soria,D.		-	-	-	2.5	-	-	-	2.5
Avedaño,F. y Martínez, J.		-	-	-	0,9	-	-	-	0,5

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajos científicos.

En estos resultados, se puede evidenciar que, de los 65 resultados evaluados, 64 se encuentran bajo los Límites Máximos Permisibles de toxicidad química, a excepción de los valores de cromo del trabajo de Bastidas y Chuquitarco; teniendo el 98.46% de resultados dentro de los límites establecidos por la normativa peruana para el aprovechamiento de lodos residuales.

Otro parámetro analizado en el D.S. N° 015-2017 es el porcentaje de materia orgánica, el cual establece que los lodos residuales deben de contar con un porcentaje menor o igual al 60% de materia orgánica, los resultados se especifican en el Anexo N° 9 y se detalla en la siguiente figura:

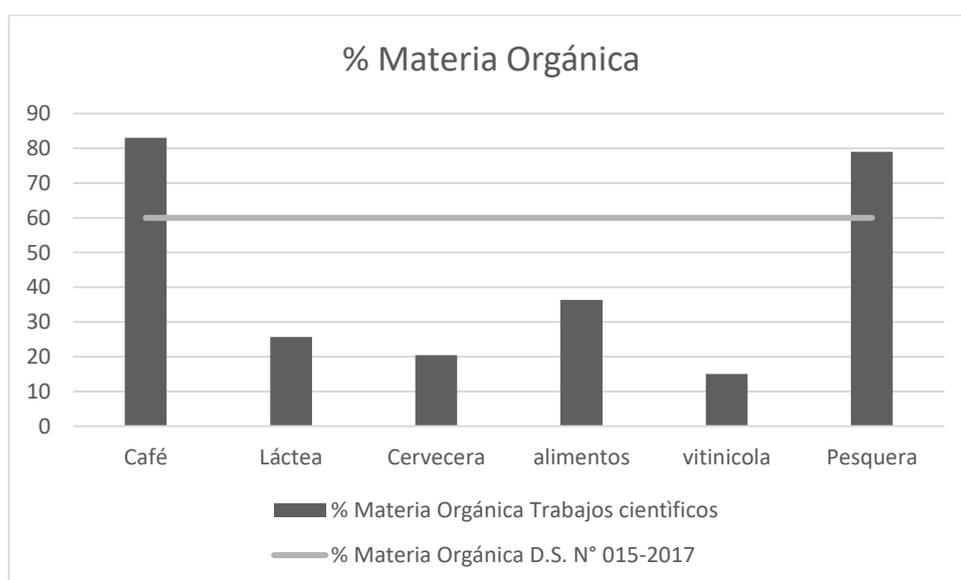


Figura 5. *Porcentaje de materia orgánica*

Del 4 de 6 estudios, tienen un porcentaje menor a 60% de materia orgánica cumpliendo con el parámetro establecido para el aprovechamiento de los lodos residuales, los otros 2 cuentan con un porcentaje mayor a 60% incumpliendo con el parámetro.

Los autores consideraron a su vez el pH de importancia ya que es relacionado con la disponibilidad de nutrientes en los lodos residuales. Estos parámetros se precisan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.**

*pH de los lodos residuales*

<b>AUTOR</b>	<b>INDUSTRIA</b>	<b>pH</b>	<b>Escala</b>
Gómez, L. y Merchan, A.	Café	5.4	Fuertemente ácido
Galvis, J. y Rivera, X.	Jugos	8.26	Básico
Trejos, M. y Agudelo, N	Alimentos	7,23	Neutro
Morales, I.	Lácteo	5.07	Fuertemente ácido
Giraud, J.	Vinícola	5,8.	Moderadamente ácido
Bastidas, P. y Chuquitarco, P.	Aceite de palma	7,43	Moderadamente básico
Soria, D	Palmiste	6.27	Moderadamente ácido
Fuentes, J.	Pesquera	7,3	Neutro
Avedaño, F. y Martínez, J.	Aceite de palma	8,4	Básico

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajos científicos.

De los resultados, el 44% tiene un pH ácido, el 33% tiene un pH básico y solo el 23% tiene un pH un poco neutro. Denotando que el tipo de industria alimentaria influye en los resultados del pH ya que cada industria tiene procesos diferentes.

Según los resultados de los parámetros se recomienda las siguientes alternativas viables para el aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria en 20 investigaciones, las cuales están definidas según los porcentajes como se precisa en la siguiente figura 6:

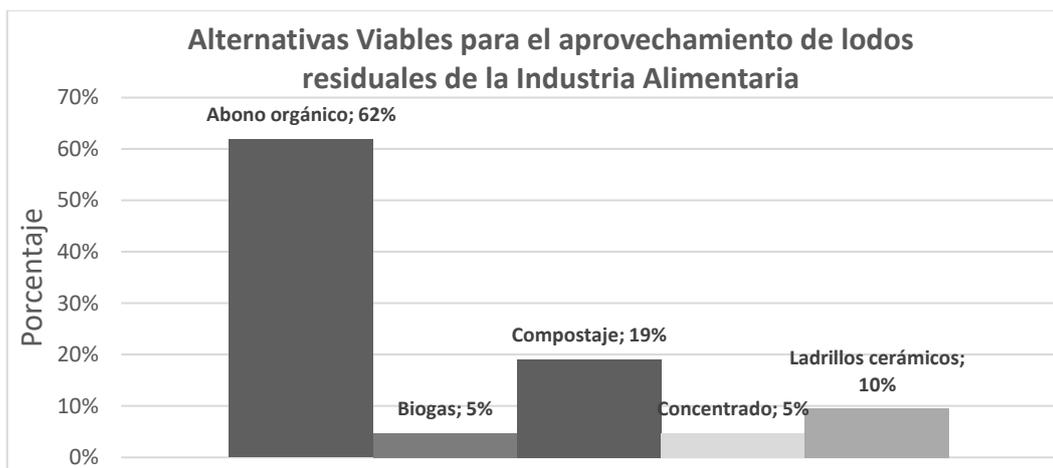


Figura 6. Alternativas Viables para el aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria

Del total de investigaciones analizadas en relación con las alternativas viables que proponen en base a datos científicos y experimentales para el aprovechamiento de lodos residuales se presenta que, un 62% recomiendan como alternativa viable y eco amigable el aprovechamiento de lodos en abono orgánico, el 19% en compostaje, el 10% en ladrillos cerámicos y un 5% tanto en biogás como concentrado para alimentos de animales.

Teniendo en cuenta que la industria alimentaria engloba a gran cantidad de pequeñas industrias como la láctea, cervecera, conservera, avícola, de pescados, jugos, etc. Y que cada lodo proveniente de estas industrias tiene características específicas, es importante relacionar la procedencia del lodo residual con la alternativa viable propuesta según los trabajos científicos analizados. En la figura 7 se precisa el porcentaje de estudios en relación a la alternativa recomendada y la procedencia del lodo residual.

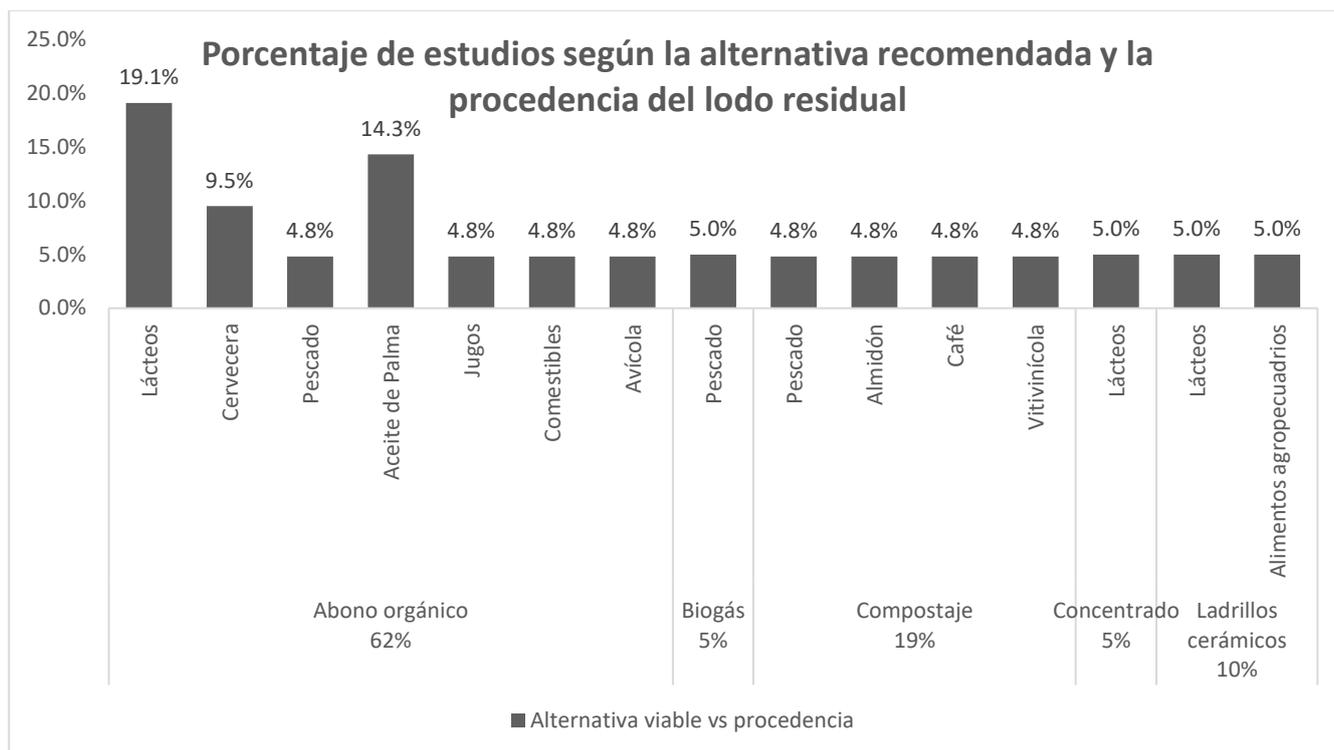


Figura 7. Porcentaje de estudios según la alternativa recomendada y la procedencia del lodo residual

De los estudios analizados, una de las industrias más representativas en la Industria Láctea donde se recomienda como alternativa viable el aprovechamiento a través de abono orgánico con 19.1% del total de investigaciones, de concentrado para alimentos con un 5% y de ladrillos cerámicos también con un 5%.

En la Industria Pesquera, se recomienda el abono orgánico con un 4.8%, biogás con un 5%, compostaje con un 4.8% del total de investigaciones analizadas. De igual forma la Industria de Aceite de Palma, en donde se recomienda en el 14.3% de las investigaciones su aprovechamiento en abono orgánico. Estos datos tanto de la figura 6 y de la figura 7 se encuentran detallados en el Anexo N° 10.

**Objetivo Específico 3:** En el tercer objetivo, el cual es generar una propuesta ambiental para el aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria en la provincia de Trujillo teniendo como base resultados de trabajos científicos; al existir opciones viables económica y ambientalmente para los lodos provenientes de la industria alimentaria como se ha comprobado través del análisis anterior, se busca brindar una propuesta a los empresarios trujillanos con el fin de disminuir su inversión en la disposición final de los lodos residuales y agregándole valor debido a que según el D.S. 015-2017-VIVIENDA, estos lodos pueden ser comercializados a través de un proceso que es detallado en el Anexo N° 11.

<b>Introducción</b>	En los últimos años, la importancia del cuidado del medio ambiente ha aumentado enfocando los puntos críticos que generan mayor cantidad de impactos negativos al ambiente; esto obligó dar mayor importancia a los residuos generados incluyendo términos como “economía circular” con el fin de generar una estrategia sostenible en la disminución de uso de los recursos naturales y los residuos generados. La industria alimentaria ha sido foco de estudios debido a que los lodos residuales generados cuentan con características favorables para el aprovechamiento debido a la calidad y cantidad de lodos generado al año.				
<b>Objetivos</b>	<table border="0"> <tr> <td data-bbox="555 948 674 971"><b>General</b></td> <td data-bbox="707 948 1906 971">Proponer el aprovechamiento de lodos residuales de la industria alimentaria en Trujillo, 2020.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 1078 680 1102"><b>Específico</b></td> <td data-bbox="707 987 2056 1203"> <p>Dar a conocer alternativas viables económica y ambientalmente, para el aprovechamiento de lodos residuales.</p> <p>Detallar el proceso de aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la industria alimentaria en la agricultura.</p> <p>Informar sobre costos evitados por disposición de residuos peligrosos y los beneficios por la venta del lodo residual.</p> </td> </tr> </table>	<b>General</b>	Proponer el aprovechamiento de lodos residuales de la industria alimentaria en Trujillo, 2020.	<b>Específico</b>	<p>Dar a conocer alternativas viables económica y ambientalmente, para el aprovechamiento de lodos residuales.</p> <p>Detallar el proceso de aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la industria alimentaria en la agricultura.</p> <p>Informar sobre costos evitados por disposición de residuos peligrosos y los beneficios por la venta del lodo residual.</p>
<b>General</b>	Proponer el aprovechamiento de lodos residuales de la industria alimentaria en Trujillo, 2020.				
<b>Específico</b>	<p>Dar a conocer alternativas viables económica y ambientalmente, para el aprovechamiento de lodos residuales.</p> <p>Detallar el proceso de aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la industria alimentaria en la agricultura.</p> <p>Informar sobre costos evitados por disposición de residuos peligrosos y los beneficios por la venta del lodo residual.</p>				
<b>Alcance</b>	El alcance de la presente propuesta está definido con el fin de informar sobre la normativa vigente del aprovechamiento de lodos residuales y las alternativas viables económicas y ambientales según los últimos estudios a las empresas de la industria alimentaria del cuadro				

<b>Justificación</b>	La falta de un manejo sostenible de lodos residuales surge del desperdicio del potencial de aprovechamiento de los mismos y debido a esto terminan por disponerse como residuos sólidos disminuyendo la vida útil de los rellenos sanitarios, o como vertimientos aguas abajo del punto en el que son captados.						
<b>Marco Normativo</b>	D.L. N°1278: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. D.S. N°015-2017: Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para el reaprovechamiento de lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. R.M. N° 128-2017- VIVIENDA: Condiciones Mínimas de Manejo de Lodos y las Instalaciones para su Disposición Final.						
<b>Alternativas viables</b>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Abono Orgánico</td> <td style="width: 50%;">Alimento concentrado</td> </tr> <tr> <td>Biogás</td> <td>Ladrillos cerámicos</td> </tr> <tr> <td>Compostaje</td> <td></td> </tr> </table>	Abono Orgánico	Alimento concentrado	Biogás	Ladrillos cerámicos	Compostaje	
Abono Orgánico	Alimento concentrado						
Biogás	Ladrillos cerámicos						
Compostaje							
<b>Requisitos para el aprovechamiento de lodos residuales</b>	Permisos y licencias de funcionamiento Contar con documentos de gestión ambiental Caracterizar los lodos según la norma Recolectar, almacenar, tratar, reaprovechar, transportar o disponer de forma segura Contar con un registro que contenga información sobre la generación y manejo de los lodos						
<b>Proceso de aprovechamiento de lodos residuales</b>	El proceso se encuentra en la figura 7.						
<b>Costos generados con y sin aprovechamiento</b>	En el balance se observa que las empresas tienen una pérdida aproximada de 100952.86 soles al año, mientras que con el aprovechamiento se genera una ganancia de 5600 soles al año, proponiendo que el costo que se está usando en el transporte, carga, disposición final y pago anual de personal para rellenos sanitarios podría ser invertido en la reutilización del lodo e incluso poder comercializar el biosólido bajo los lineamientos del DS 015-2017-VIVIENDA.						
<b>Costos evitados y beneficio por venta</b>	En una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que cuenta con un total de 52.90 toneladas por año, tendría un gasto de S/. 86552.47; el cual podría ser invertido en el aprovechamiento del lodo a través de la comercialización bajo los lineamientos establecidos por el DS 015-2017-VIVIENDA.						

**Conclusiones**

El entorno industrial alimentaria contiene numerosos componentes, cada uno íntimamente relacionado con la actividad principal a la cual se dedica y con un compromiso ineludible con la conservación del medio ambiente, sobre todo cuando en mayor o menor grado es responsable de la situación actual de contaminación del planeta debido al aumento de su huella hídrica.

A la par de la inversión en infraestructura de tratamiento de aguas residuales, se incrementarían los ingresos debido a los costos evitados por la disposición de lodos de aproximadamente 1636 soles por cada tonelada de lodo residual deshidratado y el ingreso de la venta, el cual está normado por el DS 015-2017-VIVIENDA. Una vez comercializado, existen diferentes opciones económica y ambientalmente viables, entre ellas la agricultura, en tierras degradadas o contaminadas que requieren de materia orgánica lo cual ayuda a mejorar la calidad del suelo a los que se apliquen generando aporte a nivel económico y ambiental de manera sostenible.

Figura 8. *Propuesta de lodos residuales para la industria alimentaria*

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la industria alimentaria, la disposición final de lodos residuales es de gran importancia tanto por el volumen como su composición (Roberts y Robinson, 2003). Justamente por estas características que parece un problema para muchas empresas podría ser una oportunidad dentro de los procesos gracias a la gran cantidad de materia orgánica y nutrientes (Soria, 2019) que son beneficiosos para el suelo debido a que no presenta riesgos de contaminación (Cupe y Juscamai, 2018), pudiendo ser utilizados como fertilizantes o complementos de abonos (Colomer, Gallardo, Robles, Bovea y Herrera, 2010) u alguna otra alternativa viable ambientalmente.

A partir del primero objetivo específico, el cual es analizar la disposición final de los lodos residuales de la Industria Alimentaria teniendo como base resultados de trabajos científicos, se obtuvo la figura 4 donde se ha tomado diferentes alternativas para la disposición final como la acumulación en campo abierto, disposición en relleno sanitario y uso como abono orgánico. De los trabajos analizados, 5 de 10 trabajos científicos dan disposición final a los lodos residuales en rellenos sanitarios, la cual es ambientalmente aceptada; sin embargo, al ser tratado como un residuo peligroso no se aprovecha ni valoriza el lodo residual desechando sus propiedades y nutrientes (Huamaní, 2020), además del alto costo que implica tratar a un residuo como peligroso. En 4 de 10 trabajos científicos, toman como opción la acumulación en campo abierto a pesar de que trae consigo problemas ambientales serios donde hay lixiviados y la aparición de gran cantidad de vectores como ratas, moscas, gallinazos, etc.; aumentando el riesgo de enfermedades (Escobar, K. y Molina, C., 2019) Y solo 1 de 10 trabajos usa los lodos residuales como abono orgánico, donde según Rincon (2019) la empresa tiene una eficiencia del 98% pudiendo cumplir con

la normativa ambiental, denotando que el buen manejo de sus residuos aporta en la eficiencia como organización.

A partir del segundo objetivo específico se obtiene la Tabla 1 presenta una comparación de los parámetros de los lodos residuales de la industria alimentaria, en base a los trabajos científicos analizados, entre los límites máximos permisibles según el D.S N° 015-2017, evidenciando que los lodos provenientes de las industrias cerveceras, pesqueras, cafeteras, de combustibles y de alimentos agropecuarios cumplen con la normativa, significando que son aptos para ser aprovechados mediante alguna alternativa viable. Mientras que los lodos de una de las industrias de aceite de palma presentaron un valor alto de Cr, significando que puede ser perjudicial para el medio ambiente si son reaprovechados al no cumplir con los límites máximos permisibles que establece el estado. Sin embargo, los análisis de cromo del trabajo de Bastidas y Chuquitarco que tiene un resultado de 43.54 mg/kg donde sobrepasa el Límite Máximo permisible del D.S. N° 015-2017 que admite hasta 40.00 mg/kg; sin embargo, según la normativa vigente del Ecuador, admite hasta 1200 mg/kg cumpliendo con los Límites Máximos Permisibles para metales pesados normado por NOM-004- SEMARNAT-2002 (Bastidas y Chuquitarco, 2019).

En la figura 5, los lodos residuales provenientes de la industria cafetera y pesquera sobrepasan el límite del 60% de materia orgánica por lo que, según Fuentes, J. (2015) son excelentes para someterlos a procesos de digestión aerobia para aprovecharlos biogás o potencial fertilizantes. Por otra parte, los lodos que cuentan con poca materia orgánica, según Colomer et al. (2010) son excelentes como

complementos de fertilizantes en combinación con otros residuos con el fin de aumentar el contenido de carbono y la materia orgánica asimilable.

En la Tabla 2, donde se ha ordenado los resultados en relación al pH del lodo residual, el 33% de los resultados son de pH neutro donde es favorable para la aplicación a cultivos sin modificar el pH. Según Bastidas y Chuquitarco (2019) cuando el pH es neutro, es debido a que los productos usados en los procesos de obtención de lodos residuales no alteraron el pH natural resultando un lodo con pH neutro. Tanto el pH ácido como el básico intervienen en la solubilidad de los metales pesados y otros elementos contenidos en los lodos además de la presencia o ausencia de sales minerales (Morales, 2009).

Las alternativas viables identificadas en el análisis de las investigaciones son observadas en la figura 4 y son: abono orgánico, biogás, compostaje, concentrado para alimentos y ladrillos cerámicos. Cada una de ellas son opciones se pueden realizar y mantener durante el tiempo ya que a nivel económico de las empresas alimentarias deben de contar con los recursos necesarios para poder mantener esta alternativa y que a través del tiempo se disminuyan la mayor cantidad de impactos generados por la empresa identificados e implantar una economía circular dentro de la empresa.

Dentro de estas alternativas viables para el aprovechamiento de lodos residuales de la industria alimentaria, se ha considerado como mejor propuesta el uso de lodos residuales en la agricultura, a través de abono orgánico con un 62% debido a su composición en materia orgánica y baja concentración de metales pesados. Según Morán, D. y Naranjo, G. (2013) donde sus evaluaciones en lodos provenientes de una empresa avícola y Trejos, M. y Agudelo, N. (2012) en su investigación con

lodos provenientes de comestibles tienen gran efectividad en el enriquecimiento de los nutrientes del suelo. Además en la Figura 7 detalla que 19.1% de los trabajos que eligieron como alternativa el abono orgánico son de la industria láctea donde según Hernández, J. (2016) que los lodos residuales de la industria láctea pueden ser aprovechados como abono orgánico generando ventas para el sector agrícola.

Finalmente, en el Objetivo Específico 3 se obtuvo la Figura 8 donde se ha generado una propuesta ambiental para las empresas alimentarias de la provincia de Trujillo, de la cual se desarrolla con más detalle en el Anexo 10, se muestra dos opciones donde se puede evaluar a nivel económico y ambiental entre la tercerización de la disposición final en un relleno sanitario y el reaprovechamiento de lodos en la agricultura. Según Huamaní (2020) el costo por disposición final en un relleno sanitario está costando S/ 1731.05 por cada tonelada de lodo residual, mientras que la tonelada de abono orgánico está costando S/. 400.00 por tonelada de lodo residual siendo evidente el beneficio tanto para las empresas como para el ambiente al darle una disposición final adecuada a los lodos residuales provenientes de la industria alimentaria. Además, la propuesta es apoyada en la normativa actual peruana regula el reaprovechamiento de lodos tanto para las personas que compran como para las que venden los lodos a través del cumplimiento de los parámetros y procedimiento para su adecuado fin. Los lodos provenientes de la industria alimentaria en su mayoría son del tipo A, los cuales cuentan con los parámetros para ser aprovechados en la agricultura como se menciona en el D.S. 015-2017-VIVIENDA.

En conclusión, se logró analizar la disposición final de los lodos residuales de la industria alimentaria teniendo como base resultados de trabajos científicos, donde

la mayoría de estos optan por dar disposición final en un relleno sanitario generando costos altos y desaprovechando las propiedades de los lodos residuales.

Se logró identificar las propuestas viables económica y ambientalmente para el aprovechamiento de los lodos residuales provenientes de la industria alimentaria obteniendo que el 62% del total de investigaciones dan como alternativa el abono orgánico, 5% biogás, 19% compostaje, 5% concentrado de alimentos y 10% ladrillos cerámicos 10%. Concordando con las opciones viables que establece el D.S. 015-2017 para los lodos que cumplen con los Límites Máximos Permisibles.

Por último, se generó una propuesta ambiental para el aprovechamiento de lodos residuales en la industria alimentaria de la Industria Alimentaria en la provincia de Trujillo donde se establece como alternativa viable al abono orgánico ya que cuenta con mayor cantidad de investigaciones sobre su efectividad como alternativa para el uso en la agricultura y comparándola con la disposición en relleno sanitario donde se evidenció que la diferencia del costo anual por 50 toneladas de lodo residual del relleno sanitario y del abono orgánico es de 86552.6 soles, siendo este un ahorro para la empresa productora de lodos. Además, el beneficio por la venta de las 50 toneladas de lodo anual sería de 20000 soles, pudiendo usarse este dinero en la PTAR y disminuyendo el costo del tratamiento. Siendo de gran beneficio ambiental para los compradores de lodos residuales ya que van a obtener gran cantidad de volumen de lodos a un precio cómodo, ayudando a mejorar la calidad del suelo en la agricultura; y a los productores generan aporte a nivel económico y la reducción de impactos negativos a nivel ambiental.

Una de las principales limitaciones del presente proyecto fue no poder contar el laboratorio para evaluar los lodos residuales y clasificarlos según la norma actual peruana debido a la pandemia por el Covid-19; sin embargo, se tomó trabajos

científicos experimentales donde hacen uso de laboratorios y donde evalúan los parámetros. También se observó que en las investigaciones tiene diferentes criterios para evaluar los parámetros ya que algunos consideran los parámetros físicos, otros los biológicos o químicos, causando límites en la presente investigación para poder incluir los parámetros evaluados; lo que finalmente fue resuelto usando características comunes con las que contaban estos trabajos científicos como la disposición final que se le da a los lodos analizados y la opción viable propuesta.

Dentro de las implicancias de la presente investigación se busca dar conocimiento del D.S. 015-2017-VIVIENDA donde se regula el reaprovechamiento de lodos residuales en los distintos sectores obteniendo beneficios tanto el productor como el comprador de lodos, ayudando de esta forma a nivel ambiental, social y económico a los sectores productivos y a la sociedad peruana.

## REFERENCIAS

- Acosta, L. (2009). Eficiencia de un Sistema de Lodos Activados en el Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria Láctea en Cajamarca. Recuperado de: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8168/Tesis%20DoctoradoX%20-%20Luis%20A.%20Acosta%20S%C3%A1nchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilar, K. E. C. (2016). Propuesta de un sistema de gestión ambiental para lodos procedentes de la industria textil en El Salvador. Recuperado de : <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12009/1/Propuesta%20de%20un%20sistema%20de%20gesti%C3%B3n%20ambiental%20para%20lodos%20procedentes%20de%20la%20industria%20textil%20en%20El%20Salvador.pdf>
- Alaña Castillo, T. P., Capa Benítez, L. B., y Sotomayor Pereira, J. G. (2017). Desarrollo sostenible y evolución de la legislación ambiental en las MIPYMES del Ecuador. Universidad y Sociedad [seriada en línea], 9 (1), pp. 91-99. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Avedaño, F. y Martínez, J. (2015) Recuperación de lodos de las lagunas de oxidación provenientes del proceso de extracción de aceite de palma, para usar como abono en cultivos de palma africana. Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3823/91530880.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Bastidas, P. y Chuquitarco, P. (2019). Estudio de lodos en la laguna de oxidación N° 4 y geotubo del sistema de tratamiento de efluentes de la empresa OLEOCASTILLO S.A. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17984>
- Berkowitz, D. (2012). Capítulo 67 Industria alimentaria. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Recuperado de: <https://www.jmcprl.net/OIT%20completa/67.pdf>
- Blandon, S. (2010). Tratamiento y adecuada disposición de lodos domésticos e industriales. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.

- Buyles, S. (2010). Tratamiento y adecuada disposición de lodos domésticos e industriales. Trabajo fin de grado. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Casas, J. (2009). Caracterización de los Sistemas de Tratamiento de Riles en la Industria Lechera y Propuestas de Mejora. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fac335c/doc/fac335c.pdf>
- Colomer, F., Gallardo, A., Robles, F., Bovea, D. y Herrera, L. (2010). Opciones de valorización de lodos de distintas estaciones depuradoras de aguas residuales. Recuperado de: <https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen14/opciones.pdf>
- Cupe, B. y Juscamaita, G. (2018). Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico. Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162018000100012](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162018000100012)
- Díaz, S. E. (2009). Desarrollo sustentable, oportunidad para la vida. México: Mc Graw Hill.
- Donoso, K.; Peña, C.; Pacheco, S. y Durán, R. Santelices y C. Mascaró. (2015). Respuesta fisiológica y de crecimiento en plantas de *Acacia caven* (Mol.) bajo diferentes niveles de aplicación de biosólido y restricción hídrica. *Cien. Inv. Agr.* 42(2):273-283. Recuperado de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-16202015000200013&lng=en&tlng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-16202015000200013&lng=en&tlng=es)
- Dulzaides y Molina (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. ACIMED. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352004000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011)
- Escobar, J., Pereira, L., Martínez, Y., y Sánchez, N. (2012). Evaluación de la fitotoxicidad de lodos residuales de industrias alimenticias y papeleras. In XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Yadira\\_Martinez/publication/267042723\\_EVALUACION\\_DE\\_LA\\_FITOTOXICIDAD\\_DE\\_LODOS\\_RESIDUALES\\_DE\\_IND](https://www.researchgate.net/profile/Yadira_Martinez/publication/267042723_EVALUACION_DE_LA_FITOTOXICIDAD_DE_LODOS_RESIDUALES_DE_IND)

USTRIAS\_ALIMENTICIAS\_Y\_PAPELERAS/links/5444a9f70cf2a76a3ccd7a26.pdf

Escobas, K. y Molina, C. (2019). Empleo de microorganismos eficientes (biopreparado) en Remoción de DBO5 y DQO de Lodos Residuales de Industrias Pesqueras, con base en compostaje. Recuperado de: <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/992>

Fuentes, J. (2015). Estudio de las propiedades de los lodos de una planta procesadora de harina y aceite de pescado: Tratamiento y Valorización. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bpmfcif954e/doc/bpmfcif954e.pdf>

Galvis, J. y Rivera, X. (2013) Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los lodos representantes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI) de la Empresa de jugos Hit de la ciudad de Pereira. Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3898>

Gilsanz, J. C., Leoni, C., Schelotto, F., y Acuña, A. (2013). Uso potencial de los lodos urbanos en la producción agrícola. *Agrociencia Uruguay*, 17(2), 1-10. Recuperado de: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2301-15482013000200001&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482013000200001&lng=en&tlng=es)

Giraud, J. (2020). Uso de lodos residuales de la industria vitivinícola como sustrato en la producción en vivero de plantines de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Recuperado de: <https://bdigital.uncu.edu.ar/14827>

Gómez, L. y Merchan, A. (2016). Caracterización Físico-química de los lodos provenientes de una Planta de Tratamiento de Agua Residual Industrial de una empresa de café del departamento de Caldas. Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Caracterizaci%C3%B3n-fisicoqu%C3%ADmica-de-los-lodos-de-una-Molina-Berm%C3%BAdez/fd3843a2ac173e627db8504aa22e66947a5788f2>

Gutarra Comun, R. H. (2016). Diseño de la Infraestructura para el Tratamiento de Aguas Residuales Mediante Biodiscos del Sistema de Alcantarillado de la Localidad de Huayllspanca-Sapallanga-Huancayo. Recuperado de:

[http://www.repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/135/Rogers\\_Hugo\\_Tesis\\_Ingeniero\\_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://www.repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/135/Rogers_Hugo_Tesis_Ingeniero_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Iñiguez, G. y Parra, P. (2006). Utilización de subproductos de la industria tequilera. Evolución de algunos constituyentes de la mezcla de biosólidos de bagazo de agave durante el compostaje. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, UNAM.* Año/vol. 22, N° 2 pp. 83-89. Recuperado de [http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4663/Jime nez\\_Martinez\\_Juan\\_Francisco.pdf?sequence=1](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4663/Jime nez_Martinez_Juan_Francisco.pdf?sequence=1)

Hernandez, A. (2007). *Saneamiento y alcantarillado. Vertidos residuales*, 7ma edición, Madrid, colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos

Hernandez J. (2016) Propuesta para la implementación de planta tratadora de residuos líquidos en una empresa de lácteos. Recuperado de: [https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/1488/Hern% c3% a1ndez%20Rivera%2c%20Javier.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/1488/Hern%c3%a1ndez%20Rivera%2c%20Javier.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Huamán, J.; Huamán, H. (2019). Análisis y tratamiento de lodos residuales generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de Cajabamba para la obtención de compost y ladrillos combustibles. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrello. Cajamarca. Recuperado de: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/1226>

Huamaní, E. (2020). Evaluación de proceso de Tratamiento de Agua Residual y sus lodos como subproducto, en una planta compacta de depuración de Lodos Activados. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11024>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020). Indicador de la actividad productiva departamental. Recuperado de: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe\\_tecnico\\_de\\_la\\_actividad\\_productiva\\_departamental.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe_tecnico_de_la_actividad_productiva_departamental.pdf)

ISO 14001. (2015) Environmental management systems — Requirements with guidance for use [sede web]. Londres: [http://intranet.upmh.edu.mx/calidad/materialApoyo/ISO/ISO\\_14001\\_2015%20Requisitos.PDF](http://intranet.upmh.edu.mx/calidad/materialApoyo/ISO/ISO_14001_2015%20Requisitos.PDF)

- López (2018). ¿Qué es el Método Científico? Reflexión sobre cómo comprendemos, de sus peligros y posibilidades. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/325541561\\_Que\\_es\\_el\\_Metodo\\_Cientifico\\_o\\_Reflexion\\_sobre\\_como\\_comprendemos\\_de\\_sus\\_peligros\\_y\\_posibilidades](https://www.researchgate.net/publication/325541561_Que_es_el_Metodo_Cientifico_o_Reflexion_sobre_como_comprendemos_de_sus_peligros_y_posibilidades)
- Malagié, M.; Jensen, G.; Graham, J.C. y Smith, D.L. (2001). Industria Alimentaria. En Berkowitz, Deborah E.(Dir.), Procesos de la Industria Alimentaria (pág. 67.2 -67.8) Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la Organización Internacional del Trabajo. Vol.3, parte X, capítulo 67. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo .Recuperado de: [https://nanopdf.com/download/industria-alimentaria-diversificada-vs-industria-alimentaria-no\\_pdf](https://nanopdf.com/download/industria-alimentaria-diversificada-vs-industria-alimentaria-no_pdf)
- Massolo, L. (2015) Introducción a las herramientas de Gestión Ambiental. Pág. 11. Recuperado de: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46750/Documento\\_completo\\_\\_\\_pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46750/Documento_completo___pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2014). Anteproyecto de Reglamento Especial de Aguas Residuales y Lodos. San Salvador.
- Mogollon, S. y Carrillo, C. (2016). Evaluación técnica, económica y ambiental de lodos provenientes de la PTAR de la compañía internacional de alimentos agropecuarios (Cialta S.A.S) como alternativa de aprovechamiento para producción de ladrillos cerámicos. Recuperado de: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/185/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/185/)
- Morales, I. (2009). Aprovechamiento de lodos primarios provenientes del tratamiento de aguas residuales de una industria láctea por medio de la producción de concentrados para animales del sector porcícola y ganadero vacuno. Recuperado de: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1154&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1154&context=ing_ambiental_sanitaria)
- Morán, D. y Naranjo, G. (2013). Elaboración de abono orgánico como resultado de una adecuada Gestión Ambiental de los residuos generados en la planta productora y

- procesadora de aves y cerdos de la Avícola Fernández S.A. Recuperado de:  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4294>
- Murillo, B. (2018). Evaluación de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Industria Alimentaria. Recuperado de:  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3188>
- OEFA (2014) Fiscalización Ambiental de Aguas Residuales. Recuperado de:  
[https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Oliveira, C., Amaral-Sobrinho, N. M., Mazur, N., y Soares-dos Santos, F. (2003). Solubilidad de cadmio y zinc en suelos agrícolas tratados con lodo residual enriquecido. *Terra Latinoamericana*, 21(3), 351-363. Recuperado de:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57321306>
- Onofre, E. (2018) Propuesta Técnica de Gestión Ambiental Sostenible para el aprovechamiento de lodos que provienen de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en campamentos mineros del Perú. Recuperado de:  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13374/ONOFRE\\_AQUINO\\_EDWIN\\_PROPUESTA\\_TECNICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13374/ONOFRE_AQUINO_EDWIN_PROPUESTA_TECNICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ozores-Hampton, M., y Méndez, J. (2010). Uso de biosólidos en producción de hortalizas. Publicación del Departamento de Horticultural Sciences. Universidad de la Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences Extension, Florida. Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/profile/Monica-Ozores-Hampton/publication/272153064\\_Uso\\_de\\_Biosolidos\\_en\\_Produccion\\_de\\_Hortalizas/links/54dbaecb0cf23fe133ad8361/UsodeBiosolidosenProducciondeHortalizas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Monica-Ozores-Hampton/publication/272153064_Uso_de_Biosolidos_en_Produccion_de_Hortalizas/links/54dbaecb0cf23fe133ad8361/UsodeBiosolidosenProducciondeHortalizas.pdf)
- Párraga, A. (2016). Biosólidos provenientes de aguas residuales de una procesadora de pescado aplicados al Cultivo de Maíz (*Zea mays* var. INIAP-528) en la Provincia de Manabí. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11870>
- Paitan, M. y Sifuentes, G. (2018) Remoción de contaminantes de aguas residuales de un matadero de equinos por el método de electrocoagulación a nivel de laboratorio. UNIVERSIDAD DEL CENTRO DEL PERU (UNCP), Huancayo. Recuperado de :

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4376/Paitan%20D-Sifuentes%20C.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Picazo, J. (1995). Aguas residuales en las industrias agroalimentarias: caracterización y sistemas de tratamiento y depuración. Recuperado de : <https://150.214.110.170/bitstream/handle/10396/3830/08-1995-03.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Prieto, V., Jaca, C., y Ormazabal, M. (2017). Economía circular. Memoria Investigaciones En Ingeniería, (15), 85-95. Recuperado a partir de <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/308>

Rincón, L. (2019), “Aprovechamiento de lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa láctea, Municipio de Cogua.” Recuperado de: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7455/1/679232-2019-II-GA.pdf>

Rivera-Espinoza, Y., y Dendooven, L. (2004). Dynamics of carbon, nitrogen and hydrocarbons in diesel-contaminated soil amended with biosolids and maize. *Chemosphere*, 54(3), 379-386. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653503006532>

Rivero, Feliz (2005), “Efecto de los lodos residuales de la Planta de Tratamiento de Agua de la ciudad de Trujillo en el rendimiento de los cultivos de la zona agrícola de Moche” Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/6006>

Roberts H, Robinson G. (2003) ISO 14001 EMS: Manual de Sistemas de Gestión Medioambiental. Madrid: Thomson Editores; Recuperado de, <http://www.paraninfo.es/catalogo/9788428325349/iso-14001-ems-manual-desistemas-de-gestion-medioambiental>

Salcedo, E.; Vázquez, A.; Krishnamurthy, L.; Zamora, F.; Hernández, E. y Rodríguez, R. (2007). Evaluación de lodos residuales como abono orgánico en suelos volcánicos de uso agrícola y forestal en Jalisco, México. *Interciencia*, 32(2),115-120. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=339/33932207>

- SEMARNAT (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación. 23 de junio de 2006. Recuperado de: <http://www.metroclen.com/PDF/NOM%20052.pdf>
- Soria, D. (2019) Evaluar la gestión ambiental de residuos de lodo de palmiste en la empresa procepalma ceba S.A, a fin de verificar la posibilidad de su uso como nutrientes en granjas, en la ciudad de santo domingo. Recuperado de: <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3470>
- Spena Group. (2019). *Tratamiento de Aguas Residuales en la Industria Alimentaria*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/spenafishaquacultura/tratamiento-de-aguas-residuales-en-la-industria-alimentaria>
- Tejada, Ángel (2014), *La Gestión y el Control Socio-Económico de las Interacciones Empresa-Medio Ambiente. Contribuciones de la Contabilidad a la Gestión Sostenible de la Empresa*. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Madrid, España
- Trejos, M. y Agudelo, N. (2012). Propuesta para el aprovechamiento de lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa “Comestibles La Rosa” como alternativa para la generación de biosólidos. Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/2775>
- Zabotto, A. R., Zuñiga, E. A., Ruiz Machuca, L. M., Broetto, F., Reis Tavares, A., y Kanashiro, S. (2019). Uso de lodos residuales como fertilizante en eucalipto-diagnóstico de investigación. *Idesia (Arica)*, 37(2), 103-108.

## ANEXOS

### Anexo n° 1: Matriz de Operalización de Variables

<b>TÍTULO: Propuesta para el aprovechamiento de lodos residuales proveniente de la Industria Alimentaria en Trujillo, 2020.</b>					
<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Clase de lodos residuales	Los lodos se definen como una mezcla que contiene una fase sólida suspendida en medio líquido (Morales, 2005).	R.M. 093-2018-VIVIENDA: Reaprovechamiento de lodos de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (Ministerio de Vivienda, 2018).	Parámetros relevantes para el análisis.  Procedencia del agua residual de industria alimentaria.	Parámetros de toxicidad química, porcentaje de materia orgánica, pH.  Aguas residuales de conservera, vinícola, cafetera, láctea, cervecera, pesquera, etc.	Intervalo  Nominal

**Anexo n°2:** Matriz de consistencia

<b>TÍTULO: Propuesta para el aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la Industria Alimentaria en Trujillo, 2020.</b>					
<b>PROBLEMA</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>POBLACIÓN</b>
¿De qué manera se puede aprovechar los lodos residuales de la Industria Alimentaria en Trujillo, 2020?	Implícita	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>Realizar una propuesta ambiental para el aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria en la provincia de Trujillo teniendo como base resultados de trabajos científicos.</p>	Clase de lodos residuales	<p>Tipo de investigación: Descriptivo - propositiva</p> <p>Diseño: No experimental Transversal</p> <p>Técnica: Análisis documental</p> <p>Instrumento: Base de datos comparativa</p> <p>Método de análisis de datos: Estadística descriptiva.</p>	<p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>Trabajos científicos sobre el aprovechamiento de lodos residuales y su disposición final</p>
		<p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar la disposición final de los lodos residuales de la Industria Alimentaria teniendo como base resultados de trabajos científicos.</li> <li>-Identificar las alternativas viables económica y ambientalmente para el aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la industria alimentaria teniendo como base resultados de trabajos científicos.</li> <li>-Generar una propuesta ambiental para el aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria teniendo como base resultados de trabajos científicos en la provincia de Trujillo.</li> </ul>			<p><b>MUESTRA</b></p> <p>20 trabajos científicos sobre el aprovechamiento de lodos residuales de la Industria Alimentaria.</p>

**Anexo n°3:** Cronograma del proyecto

N°	2020	CRONOGRAMA																															
		MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°
1	Realidad Problemática y Objetivos	■	■	■	■																												
2	Marco Teórico					■	■	■	■																								
3	Metodología									■	■	■	■																				
4	Análisis de datos													■	■	■	■																
5	Resultados																	■	■	■	■												
6	Conclusiones																					■	■	■	■								
7	Extensiones, limitaciones y contribuciones																													■	■	■	■

**Anexo n°4:** Matriz de base de recolección de información

N°	Título	Autor	Año	Objetivos	Metodología	Resultados	Conclusiones	Inclusión o Descarte
1	Aprovechamiento de lodos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa Láctea, Municipio de Cogua	Rincón, L	2019	Seleccionar la alternativa más viable ambiental y económicamente para el aprovechamiento de lodos residuales generados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales PTAR-I en empresa láctea en el municipio de Cogua, Cundinamarca.	Descriptiva, realizando una revisión bibliográfica buscando una relación entre las variables.	Se analizó el lodo proveniente del tratamiento CAF (Flotación por aire de cavitación), donde el lodo cuenta con una textura pastosa con olor a materia orgánica en descomposición, coloración uniforme y se observa aproximadamente un 20% de líquido (agua) en el lodo	Los lodos analizados cumplen con la normativa establecida categorizándolo como lodo no peligroso, permitiendo su aprovechamiento especialmente en la fabricación de ladrillos cerámicos.	I
2	Biosólidos provenientes de aguas residuales de una procesadora de pescado aplicados al cultivo de Maíz en la provincia de Manabí	Párraga, A.	2016	Determinar el efecto de los biosólidos sobre las variables fenotípicas del maíz con el fin de obtener una alternativa de fertilizante orgánico.	Experimental con estructura IMRD	Los contenidos de nitrógeno son del 1.9%. Con respecto a los metales pesados, el análisis muestra solo la presencia de Mercurio, Plomo y Cadmio en concentraciones por debajo de los límites permitidos por la EPA. Y son de 0.25, 15,37 y 0.11 mg/kg. respectivamente.	El mejor tratamiento, resultó cuando se combinó lodos estabilizados al 70 % más urea al 30%, especialmente en las variables: altura de la planta, peso en kg por parcela de mazorca en estado lechoso, longitud y diámetro de la mazorca.	I
3	Caracterización Físico-química de los lodos provenientes de una Planta de Tratamiento de Agua Residual Industrial de una empresa de café del departamento de Caldas	Gómez, L. y Merchan, A.	2016	Implementar los métodos básicos y estándar de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de lodos residuales de una empresa de alimentos	Cuantitativo-descriptiva. Estructura IMRD	Se obtuvo que el pH estaba entre 5.5 y 6.7, la humedad oscila entre 79.98 y 82.41%, la humedad para compostaje se encuentra >60% lo cual indica que el lodo cuenta con oxígeno insuficiente, siendo una solución para esto el volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en	El residuo podría ser empleado como un complemento para la producción de abono orgánico o enmienda, mas no como materia prima de producción de abono de igual forma se puede agregar algunos sustratos o elementos que ayuden a el lodo residual en estudio a utilizarse y	I

						carbono, como serrines, paja u hojas secas.	emplearse como una biotecnología como lo es el compostaje o abono orgánico.	
4	Evaluación de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Industria Alimentaria	Murillo, B	2018	Evaluar el sistema de tratamiento existente en una industria procesadora de almidón	Experimental	La eficiencia de remoción de carga orgánica promedio obtenida en el reactor biológico en los 5 años evaluados de la planta de tratamiento de aguas residuales de la industria de producción de almidón desde el año 2012 al año 2016, logrando una eficiencia de remoción promedio de la DQO de 98.05% y de la DBO5 de 99.79%.	La planta de tratamiento de aguas residuales industriales de lodos activados evaluada, cuenta con un sistema de tratamiento que no resulta eficiente bajo las condiciones actuales donde se ha incrementado el caudal de las aguas residuales a tratar y la concentración de la carga orgánica generada el último año se ha incrementado significativamente, lo que ha generado incremento en la generación de lodos primarios y secundarios, ocasionando incremento en los costos de disposición final.	I
5	Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de la fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico	Cupe, B. y Juscama, J.	2018	Elaborar Abono Líquido Acelerado (ALA), usando dichos lodos residuales, a través de fermentación homoláctica, empleando para ello el consorcio microbiano B-lac y melaza.	Es una investigación experimental realizado en el Laboratorio de Biotecnología Ambiental y Biorremediación del Departamento de Biología de la UNALM.	La fitotoxicidad de los lodos, se muestra los resultados asociados al ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga; se observa que respecto al Porcentaje de Germinación Relativo (PGR), tomando en cuenta como criterio de germinación la aparición visible de la radícula, las diluciones 0.1% y 1% tuvieron un alto porcentaje de germinación de 100% y 98.5% respectivamente.	El tratamiento de los lodos residuales de PTAR de una industria cervecera con la combinación de melaza y B-lac mediante la técnica de fermentación homoláctica, permite la estabilización y uso de los lodos residuales como abono orgánico líquido en un tiempo muy reducido.	I

6	Eficiencia de un Sistema de Lodos Activados en el Tratamiento de Aguas Residuales en la Industria Láctea de Cajamarca	Acosta, L.	2009	Determinar la eficiencia del sistema a través de la medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) así como la evaluación del costo una planta para procesar un promedio de 256 litros/segundo.	Tesis experimental con estructura IMRD	No se realizó ninguna identificación específica de microorganismo debido a la gran variedad y cantidad que son responsables de la remoción de materia orgánica presente en las aguas.	El actual sistema de lodos activados tiene una eficiencia del 80% y el costo para una planta con una demanda de 256 litros/segundo sería de 370,444,20.00 soles de inversión y 209,450.00 soles de operación y mantenimiento.	I
7	Opciones de valorización de lodos de distintas estaciones depuradoras de aguas residuales	Colomer, F., Gallardo, A., Robles, F., Bovea, D. y Herrera, L.	2010	Analizar lodos digeridos procedentes de siete distintas depuradoras de aguas residuales españolas y estudiar su viabilidad para usarse como fertilizantes, como combustible derivado de residuos o ser enviados a vertedero.	Descriptivo-experimental	Los lodos de residuales urbanos presentan los resultados más heterogéneos, lo cual era esperable debido a la enorme variabilidad en su generación. No obstante, pueden ser utilizados como fertilizante si los análisis periódicos de metales pesados demuestran que no se exceden los límites legales. El lodo de la industria de curtidos es aceptable como combustible en una planta de valorización energética.	Los lodos de la industria papelera y la industria textil pueden ser utilizados como fertilizantes, pero si son mezclados con otros complementos Finalmente, los lodos de la industria alimentaria tienen un alto porcentaje de cenizas y por consiguiente, su Poder Calorífico Interior es muy bajo. Su uso como fertilizante es posible pero debería ser mezclado con otro tipo de residuo para aumentar el contenido en carbono y materia orgánica asimilable.	I
8	Empleo de microorganismos eficientes (biopreparado) en Remoción de DBO5 y DQO de Lodos Residuales de Industrias	Escobas, K. y Molina, C.	2019	Evaluar la relación entre el empleo de microorganismos eficientes y la remoción de DBO5 y DQO de lodos residuales de la industria pesquera, con base en compostaje.	Experimental	El tratamiento 4 registró la mayor remoción de DQO (95,06%). El tratamiento 3 tuvo una remoción de la DQO de hasta el 81,86%; el tratamiento 2 presentó remoción de DQO hasta el 59,3%. Finalmente, el	La dosis de microorganismos eficientes al 10% presentó mejores resultados en cuanto a la remoción de DBO5 y DQO; alcanzando una remoción de 97,78% para la DBO5 y 95,06% para la DQO.	I

	Pesqueras, con base en compostaje					tratamiento I tuvo una eficiencia menor de 29,74%.		
9	Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los lodos representantes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI) de la Empresa de jugos Hit de la ciudad de Pereira.	Galvis, J. y Rivera, X.	2013	Caracterizar Fisicoquímica y Microbiológicamente los Lodos presentes en la Planta de tratamiento residual industrial (PTARI) de la Empresa Jugos HIT de la Ciudad de Pereira.	Experimental	En la Válvula 1 es la encargada de realizar el principal trabajo de contacto con la materia orgánica que entra constantemente al reactor, de igual forma, se evidencia que la Válvula 3. Se logra establecer que las condiciones del reactor no favorecen el crecimiento de la Salmonella sp, debido a que dentro de este la cantidad del agua es suficiente.	Contiene en su interior gran cantidad de carga microbiana, ya que sin importar si la muestra se divide entre lo líquido y lo sólido, los resultados son muy similares, indicando presencia de la gran mayoría de los microorganismos evaluados dentro de los parámetros microbiológicos	
10	Propuesta para el aprovechamiento de lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa “Comestibles La Rosa” como alternativa para la generación de biosólidos.	Trejos, M. y Agudelo, N.	2012	Evaluar el proceso de estabilización de lodos generados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa comestibles “La Rosa S.A” por medio de lombricultivo, como una alternativa de aprovechamiento de los residuos, orientado a la sostenibilidad ambiental y económica.	Experimental	El proyecto requiere de una inversión de 49'909.220 millones de pesos; a pesar de que el proyecto no generará gran cantidad de utilidades en algunos meses del año, debido a la disminución en la generación de lodo, como se observa en el gráfico 3 en el mes de abril, solo se obtendrá una utilidad de 2'088.000 millones de pesos anuales, asumiendo que en todos los meses del año solo se generarán 5.510 Kg de lodo.	El biosólido obtenido de los procesos de lombricomposteo y compostaje de los lodos residuales presenta aptitud para uso agrícola como abono además de poder ser utilizados para la recuperación de suelos erosionados por las características nutricionales que éstos poseen.	I
11	Caracterización de los Sistemas de Tratamiento de Riles en la Industria Lechera	Casas J.	2009	evaluar cómo se encuentran operando los sistemas de tratamiento de residuos industriales líquidos (riles), en las industrias lácteas,	Descriptivo	De las siete plantas visitadas, se obtuvieron datos sobre las tecnologías utilizadas y efluentes generados. Se estableció que todas las industrias utilizan tratamiento	En relación a las deficiencias detectadas se puede señalar que un problema general de la industria láctea es el manejo de los lodos, constituidos principalmente por residuos	I

	y Propuestas de Mejora			con el fin de aportar nuevas propuestas tecnológicas para mejorar los sistemas existentes.		primario; cuatro de ellas disponen de un sistema físico – químico (coagulantes, floculantes, equipos de flotación); sin embargo, no todas usan tratamiento secundario, solo cuatro implementaron un sistema biológico (lombrifiltro o lecho sumergido aireado). El tratamiento terciario (desinfección) es utilizado por cuatro de las plantas que envían sus efluentes a cuerpos receptores superficiales, como ríos o esteros.	de materia grasa, los que son difíciles de degradar y eliminar. Además, éstos presentan un alto contenido de humedad.	
12	Elaboración de abono orgánico como resultado de una adecuada Gestión Ambiental de los residuos generados en la planta productora y procesadora de aves y cerdos de la Avícola Fernández S.A.	Morán, D. y Naranjo, G.	2013	Elaborar un abono orgánico fermentado, para ser usado en el cultivo de especies vegetales útiles, asegurando así el apoyo a actividad de producción de alimentos orgánicos y disminuyendo la contaminación ambiental.	Experimental	La venta de este producto generará a la empresa un ingreso de 783002, 40 dólares, considerando que los costos financieros ascienden a 19650.44 dólares y la depreciación calculada para los materiales y equipos asciende a 27440.18 dólares.	El control constante de los parámetros de proceso (temperatura, pH, humedad) aseguró la calidad del producto final (abono orgánico sólido). La formulación propuesta aseguró que el producto terminado obtenga una relación Carbono/Nitrógeno adecuada para el óptimo desarrollo de los cultivos a los que se aplique el abono. Se definió 75 días de proceso, se hace necesaria la adición de bacterias a fin de garantizar una adecuada conversión de la materia prima.	I

13	Aprovechamiento de lodos primarios provenientes del tratamiento de aguas residuales de una industria láctea por medio de la producción de concentrados para animales del sector porcícola y ganadero vacuno	Morales, I.	2009	Evaluar técnica, económica y ambientalmente el aprovechamiento de lodos por medio de su procesamiento y transformación a concentrados para animales del sector porcícola y ganadero vacuno.	Experimental	los hámsteres iniciaron con un peso menor debido a que en el momento de la adquisición tenían corta edad, a medida que se inició la alimentación y crecimiento, se observó un aumento notorio de peso que pasada una semana se estabilizó y presentó variaciones muy leves. Esto indicó que no se manifestó inestabilidad en el metabolismo del animal a causa de la alimentación con harina de lodo.	Se realizó la evaluación técnica de la transformación del lodo a una harina para concentrados por medio de la implementación de una unidad a nivel de laboratorio, aplicación de análisis y puesta en marcha de la unidad: obteniéndose un lodo del 4% de humedad, 29.2% de proteína, 39.9 % de grasa, 1% de fibra cruda y 17.4% de cenizas que indica propiedades nutritivas según estándares (NTC 644 y NTC 1839) de concentrados para animales y puede ser incorporado dentro de la alimentación animal.	I
14	Evaluación técnica, económica y ambiental de lodos provenientes de la PTAR de la compañía internacional de alimentos agropecuarios (Cialta S.A.S) como alternativa de aprovechamiento para producción de ladrillos cerámicos	Mogollon, S. y Carrillo, C.	2016	Evaluar técnica, económica y ambientalmente la alternativa de producción de ladrillos cerámicos por medio del aprovechamiento de lodos fisicoquímicos como biosólidos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales CIALTA S.A.S.	Experimental	Los resultados muestran una tendencia en la disminución de la resistencia a la compresión, conforme se aumenta el porcentaje de lodo, aunque todos los especímenes ensayados cumplen con los rangos citados en las diferentes normas, es notable el producto de 10% lodo, ya que además de cumplir la legislación actual vigente con un registro de 87,8 Kgf/cm <sup>2</sup> , sobrepasa los resultados de resistencia de los ladrillos de 100% arcilla de COLCERMA S.A.S y los resultados de los especímenes realizados en esta investigación, siendo de 29	En la elaboración de los ladrillos, se observó que las proporciones de 20% a 50% lodo, provocaron alteración en la etapa de moldeo y maduración del espécimen, ya que la masa presentó un efecto de disgregación y agrietamiento, a causa del aumento de agua requerida conforme se iba adicionado el lodo.  Durante los ensayos de las pruebas de resistencia, se observó que los registros de fuerza aplicada en la compresión y la flexión, tendían a disminuir en los	I

						Kgf/cm <sup>2</sup> y 136,9 Kgf/cm <sup>2</sup> respectivamente. También mostraron una tendencia en el aumento de absorción de agua, conforme aumenta el porcentaje de lodo en las proporciones de mezcla, debido a la alta capacidad absorbente del lodo en comparación con la arcilla.	productos con mayor porcentaje de lodo, ya que este presenta una alta porosidad en los especímenes, por su variación en el tamaño y distribución de los granos, modificando negativamente las propiedades elásticas y reduciendo el área de la sección transversal a la cual se aplicó la carga.	
15	Uso de lodos residuales de la industria vitivinícola como sustrato en la producción en vivero de plantines de Eucalyptus camaldulensis Dehnh.	Giraud, J.	2020	Evaluar el crecimiento en vivero de plantines de Eucalyptus camaldulensis Dehnh, ante el agregado a un sustrato base de lodos de bodega, comparándolo con el agregado de guano de gallina.	Experimental	Los resultados del ensayo experimental aplicado durante el periodo de 182 días evidencian que el sustrato con lodo en dosis alta y guano de gallina presentan un mayor crecimiento para las variables diámetro y biomasa con respecto al sustrato con lodo en dosis baja y el testigo, poniendo de relieve que el agregado de lodos de bodega, en dosis adecuadas al sustrato constituyen una alternativa técnica y ambientalmente recomendable para la deposición de lodos provenientes de la industria vitivinícola, utilizándolos como un abono orgánico.	En términos generales se concluye que la hipótesis de la presente tesis se cumple, es decir que la incorporación de lodos provenientes de bodegas como abono orgánico, aplicado en dosis de 20 toneladas por hectáreas al sustrato utilizado para la cría de plantines en vivero de Eucalyptus camaldulensis Dehnh, produce un incremento en el crecimiento de los mismos en contraste con aquellos plantines que crecen en un sustrato sin el agregado de dichos lodos.	I
16	Estudio de lodos en la laguna de oxidación N° 4 y geotubo del sistema de	Bastidas, P. y Chuqui tarco, P.	2019	Analizar la peligrosidad y destino final de los lodos en base al estudio de sus componentes químicos y biológicos.	Experimental	La corrosividad en base al pH del lodo, está dentro del rango “no corrosivo” según la normativa. La reactividad, en base al nivel de cianuros se estableció como despreciable. La toxicidad por	Se concluye que el lodo tanto de laguna como del geotubo resulta ser “no peligroso” según las normativas nacionales e internacionales y sus características químicas no	I

	tratamiento de efluentes de la empresa OLEOCASTILLO S.A					metales pesados, en cuanto a níquel, cromo, plomo y cadmio, resultaron bajo los niveles permisibles. La inflamabilidad de lodos, cualitativamente, se determinó que no registra presencia de gases inflamables. En el parámetro biológico infeccioso por concentración de coliformes totales, el resultado está bajo los límites permisibles.	son alteradas por el uso del floculante indicado.	
17	Evaluar la gestión ambiental de residuos de lodo de palmiste en la empresa procepalma cebsa, a fin de verificar la posibilidad de su uso como nutrientes en granjas, en la ciudad de santo domingo	Soria,D	2019	Establecer un protocolo como plan de manejo en cuanto al uso correcto de los lodos generados por la empresa PROCEPALMA, mediante la elaboración del programa de manejo de los residuos, que contribuya a la disminución de contaminación y al desarrollo de la gestión ambiental.	Descriptivo	Los resultados evidencian que el Nitrógeno tiene promedio de 7,09g/kg, Fosforo P, 6,22 g/kg, y se encuentra dentro de los estándares permitidos para el uso de cultivos, sin embargo, solo el producto de molienda tiene bajo riesgo de contaminación al medio ambiente, y es este el recomendado para su reutilización bajo un protocolo de tratamiento de residuos general que prevenga contaminar los lodos a ser reutilizados.	Los residuos de los lodos se han convertido en una fortaleza gracias a los altos beneficios en nutrientes, y materia orgánica, que a su vez reduce el impacto ambiental, concluyendo que el lodo de la palma africana es factible para obtener derivados como abono para los cultivos agrícolas, ya que no contiene compuestos tóxicos, ni metales pesados elevados que puedan causar un tipo de contaminación grave.	I
18	<b>Estudio de las propiedades de los lodos de una planta procesadora de harina y aceite de</b>	Fuentes, J.	2015	Analizar los lodos generados provenientes de la obtención de harina y aceite de pescado en base al estudio de sus características físicas, químicas y biológicas para definir el tratamiento y opciones de	Descriptivo	Los resultados indican que el lodo que proviene del tratamiento de efluentes del proceso de obtención de harina y aceite de pescado presenta un potencial como fertilizante orgánico. Este residuo contiene	Durante el año 2013 la empresa Fiordos Austral, generó un total aproximado de 4000 toneladas de lodos de los cuales un 100% fueron enviados a un	I

	<b>pescado: Tratamiento y Valorización</b>			valorización del residuo más beneficioso para la empresa.		<p>cantidades significativas de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y elementos nutritivos. Aunque este residuo contiene metales pesados, sus niveles son muy bajos y no sobrepasan las concentraciones máximas permitidas por estándares analizados para aplicar biosólidos en suelo. Las propiedades higiénicas de este lodo (carga de patógenos) permitieron clasificarlo como un residuo Clase B. En este residuo no se detectó la presencia de antibióticos.</p> <p>Ambos tipos de lodos analizados corresponden a un residuo orgánico biodegradable con potenciales de metanización igual a 42% para el lodo Físico-Químico y un 11,3% para el lodo Biológico</p>	<p>vertedero regional, hoy en día se generan aproximadamente 11 toneladas de residuos (lodos) diariamente.</p> <p>El manejo de los residuos industriales líquidos (RIL) son tratados dentro de la planta riles, es aquí mediante el tratamiento primario y secundario donde se originan los lodos estudiados.</p> <p>La empresa genera dos tipos de lodos llamados lodo Biológico y Lodo Físico-químicos, que posterior estabilización son prensados para ser deshidratados y enviados a vertederos.</p>	
19	Propuesta para la implementación de planta tratadora de residuos líquidos en una empresa de lácteos	Hernandez J.	2016	Desarrollar la propuesta para la implementación de planta tratadora de residuos líquidos lácteos con base a indicadores de la contabilidad ambiental en empresa familiar de la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco	Descriptiva	<p>De acuerdo a los reportes de resultados de los parámetros máximos permisibles de los contaminantes de los efluentes de aguas residuales y lodos activados generados en la limpieza de los residuos líquidos se observa lo siguiente:</p> <p>Se obtiene una remoción de la carga orgánica en un 98% con base a la demanda bioquímica de oxígeno. 3. Con respecto a los</p>	<p>Para sustentar la implementación de la planta de tratamiento como un proyecto de eco-eficiencia se hace referencia a la contabilidad ambiental, que es un tipo de análisis que las empresas utilizan cada vez más para entender los costos y beneficios de la mejora en las decisiones de gestión ambiental que se desarrolló en</p>	I

						lodos generados en la planta de tratamiento se cumple con la normatividad vigente, de acuerdo a los límites máximos permisibles de contaminantes de lodos generados en el tratamiento de aguas residuales para su aprovechamiento y disposición final de acuerdo a Norma Nom-004-Semarnat-2002, que corresponde a la protección ambiental por lodos y biosólidos tipo C.	el capítulo 2. Este tipo de contabilidad tiene como objetivo establecer un control que permita a los administradores, contadores y directivos de las empresas contar con una herramienta que les permita cuantificar los daños ecológicos causados por su actividad, por el uso de tecnologías sucias, obsoletas y el costo ambiental que esto representa, así como los beneficios en la implementación de eco-eficiencias que permita reducir el impacto ambiental.	
20	Recuperación de lodos de las lagunas de oxidación provenientes del proceso de extracción de aceite de palma, para usar como abono en cultivos de palma africana	Avedaño, F. y Martínez, J.	2015	Evaluar la viabilidad técnica, ambiental y económica de la generación de abono a partir de los lodos producidos en las lagunas de oxidación de la planta procesadora de aceite de palma.	Experimental	Los resultados del comportamiento de las plantas experimentales en las que se aplicaron los lodos residuales en dosis graduales, evidencian un excelente crecimiento y desarrollo de la planta, confirmando las propiedades físico químicas con las que cuenta los lodos residuales, apuntado que sería la mejor alternativa técnica y ambientalmente recomendable para la recuperación de los lodos residuales y transformación en abono orgánico.	El análisis investigativo e experimental realizado demuestran que los lodos residuales tratados debidamente contribuyen con la función específica de mejorar los suelos en cultivos de palma africana, disminuyendo el impacto ambiental generado en la actualidad, reduce los costos a cero pesos por disposición final y un 50% de los costos en compra de fertilizantes químicos que serían sustituidos por los lodos tratados que se ajusta al requerimiento en cultivos de palma africana.	I

**Anexo N° 5: Matriz para Evaluación de Expertos**

<b>Título de la investigación:</b>	“Propuesta para el aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la Industria Alimentaria en Trujillo, 2020”			
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo Sostenible y Gestión Empresarial			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Jessica Marleny Luján Rojas			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>				
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?			
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?			
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?			
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?			
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?			
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?			
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?			
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?			
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?			

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**

**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 6:** Parámetros para la transformación de lodos a biosólidos según el DS  
015-2017-VIVIENDA.

PARAMETROS DE HIGIENIZACION DE BIOSOLIDOS		
INDICADOR	CLASE A	CLASE B
Indicadores de contaminación fecal	Escherichia coli < 1000 NMP/1g ST o Salmonella sp. < 1NMP/ 10g ST	El nivel de higienización se puede demostrar con el cumplimiento de los procesos previstos, en su defecto, mediante alguna de las tecnologías indicadas para la higienización
Indicador de Huevos de Helminthos	Huevos viables de Helminthos < 1/4 gST o Prueba de utilización de tecnologías indicadas para la higienización	

### Anexo N° 7: Disposición final en diferentes países

DISPOSICION FINAL EN OTROS PAISES	
PAISES	MANEJO DE LODOS
Europa, Australia, Estados Unidos y otros países	Actualmente se realizan investigaciones para utilizar lodos especialmente tratados, como freno a la contaminación de los acuíferos por productos fitosanitarios y sus impurezas, además servirán para acelerar la descontaminación de suelo que ya estén afectados. También se aplican como fertilizantes en tierras agrícolas
España	Los residuos de materias orgánicas procedentes de la recolección de residuos separados de origen urbano, así como la industria, aguas residuales y lodos de plantas de tratamiento pretenden ser utilizados en la agricultura, ya que se considera que es el destino más adecuado para este tipo de materias desde el punto de vista ambiental y económico. Se estudia la aplicación de lodos residuales en el control de filtraciones de productos fitosanitarios al acuífero.
Dinamarca	LA gran parte de los lodos estabilizados se usan como fertilizantes en tierras laborales. El porcentaje de reutilización de los lodos de aguas residuales es de 72%, 20 % se destina a la incineración y 8% se dispone.
Chile	En 1999 fue aprobado el proyecto del "Reglamento para manejo de lodos no peligrosos generados en plantas de tratamiento de agua potable, agua residual urbano y residuos industriales líquidos genera gran cantidad de lodos, los cuales deben ser tratados y dispuestos de manera adecuada para prevenir impactos negativos en el ambiente
Argentina	Se han instrumentado plantas de compostaje de lodos residuales para su posterior aplicación como biosólidos en la agricultura.
México	Se aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 para lodos y biosólidos, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes contenidos para su aprovechamiento y disposición final.

Fuente: Huamaní, E., 2020

**Anexo N° 8:** Disposición final de lodos residuales de la Industria Alimentaria

<b>N°</b>	<b>Autor</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Lodo generado (ton/año)</b>	<b>Disposición final</b>
1	Rincón, L.	Lácteos	494	Abono orgánico
2	Párraga, A.	Pescado	204	Acumulación en campo abierto
3	Gómez, L. y Merchan, A.	Café	416	Acumulación en campo abierto
4	Casas, F.	Lácteos	6570	Relleno sanitario
5	Avedaño, F. y Martínez, J.	Aceite de Palma	35.43	Acumulación en campo abierto
6	Escobar, K. y Molina, C.	Pescado	1800	Acumulación en campo abierto
7	Acosta, L. y Bazán, W.	Lácteos	6920.64	Relleno sanitario
8	Trejos, M. y Agudelo, N.	Comestibles	134.26	Relleno sanitario
9	Fuentes, J.	Pescado	4000	Relleno sanitario
10	Soria, D.	Aceite de Palma	37.53	Relleno sanitario

Fuente: Elaboración propia

**Anexo N° 9: Porcentaje de materia orgánica**

AUTOR	INDUSTRIA	% Materia Orgánica	
		Trabajos científicos	D.S. N° 015-2017
Gómez, L. y Merchan, A.	Café	83.05	60%
Colomer	Láctea	25.72	
	Cervecera	20.47	
Trejos, M. y Agudelo, N	Alimentos	36.30	
Giraud, J.	Vinícola	15.00	
Fuentes, J.	Pesquera	79.00	

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajos científicos.

**Anexo N° 10: Alternativas viables propuestas en las investigaciones**

N°	Autor	Método de tratamiento	Alternativa Viable	Porcentaje de la Alternativa	Procedencia	Porcentaje según la procedencia		
1	Acosta, L.	Digestión anaerobia	<b>Abono orgánico</b>	62%	Lácteos	19.1%		
2	Hernández, J.	Digestión híbrida						
3	Casas, J.	Lombricultura						
4	Colomer, F., Gallardo, A., Robles , F., Bovea, D. y Herrera, L.	Deshidratación			Cervecera	9.5%		
		Deshidratación						
5	Cupe, B. y Juscamaita, J.	Fermentación			Pescado	4.8%		
6	Párraga, A.	Adición de cal			Aceite de palma	14.3%		
7	Soria, D.	Deshidratación						
8	Avedaño, F. y Martinez, J.	Digestión anaerobia						
9	Bastidas, P. y Chuquitarco, P.	Digestión aeróbica						
10	Galvis, J. y Rivera, X.	Deshidratación					Jugos	4.8%
11	Trejos, M. y Agudelo, N.	Lombricultura					Comestibles	4.8%
12	Morán, D. y Naranjo, G.	Fermentación	Avícola	4.8%				
13	Fuentes, J.	Digestión aeróbica	<b>Biogás</b>	5%	Pescado	5.0%		
14	Escobar, K. y Molina, C.	Microorganismos eficientes	<b>Compostaje</b>	19%	Pescado	4.8%		
15	Murillo, B	Digestión anaerobia			Almidón	4.8%		
16	Gomez, L. y Merchan, A.	Deshidratación			Café	4.8%		
17	Giraud, J.	Deshidratación			Vitivinícola	4.8%		
18	Morales, I.	Deshidratación	<b>Concentrado</b>	5%	Lácteos	5.0%		
19	Rincón, L	Flotación por Aire de Cavitación	<b>Ladrillos cerámicos</b>	10%	Lácteos	5.0%		
20	Mogollón, S. y Carrillo, C.	Carbón activado			Alimentos agropecuarios	5.0%		

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo N° 11: Propuesta para Industrias Alimentarias**

### **PROPUESTA AMBIENTAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LODOS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA EN TRUJILLO, 2020.**

#### **1. INTRODUCCION**

En lo últimos años, la importancia del cuidado del medio ambiente ha aumentado enfocando los puntos críticos que generan mayor cantidad de impactos negativos al ambiente; esto obligó dar mayor importancia a los residuos generados incluyendo términos como “economía circular” con el fin de generar una estrategia sostenible en la disminución de uso de los recursos naturales y los residuos generados. La industria alimentaria ha sido foco de estudios debido a que los lodos residuales generados cuentan con características favorables para el aprovechamiento debido a la calidad y cantidad de lodos generado al año. A pesar de ello, muchas de las empresas de este rubro no cuentan con la información suficiente para el aprovechamiento optando una pequeña minoría por pagar tratamientos con costos altos, mientras que la mayoría por acumular los lodos en campo abierto generando gran cantidad de impactos ambientales y aparición de vectores.

En Trujillo, la industria alimentaria que ha tenido un crecimiento exponencial debido la calidad de productos alimenticios que cumplen con estándares de calidad nacional e internacional, obligando a las grandes empresas a contratar empresas terceras que puedan dar una disposición adecuada a los lodos residuales, mientras que las empresas pequeñas omiten esta responsabilidad debido a los costos y falta de información de nuevas alternativas viables. Debido a esto, la difusión del aprovechamiento de lodos y el Decreto Supremo N° 015-2017 que regula este

aprovechamiento, es de gran importancia ya que tiene como objetivo que todo tipo de empresas logren la mejor actuación ambiental, ya que a partir de dichos subproductos del tratamiento de aguas residuales se pueden generar soluciones medioambientales y lograr disminuir los gastos en generar una disposición final adecuada.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1.OBJETIVO GENERAL:**

Proponer el aprovechamiento de lodos residuales de la industria alimentaria en Trujillo, 2020.

### **2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Dar a conocer alternativas viables económica y ambientalmente, para el aprovechamiento de lodos residuales.
- Detallar el proceso de aprovechamiento de lodos residuales provenientes de la industria alimentaria en la agricultura.
- Informar sobre costos evitados por disposición de residuos peligrosos y los beneficios por la venta del lodo residual.

## **III. ALCANCE:**

El alcance de la presente propuesta está definido con el fin de informar sobre la normativa vigente del aprovechamiento de lodos residuales y las alternativas viables económicas y ambientales según los últimos estudios a las siguientes empresas de la industria alimentaria de Trujillo:

**Tabla 3.**
*Empresas alimentarias de Trujillo*

<b>Nº</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>INDUSTRIA ALIMENTARIA</b>	<b>DIRECCIÓN</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>PROVINCIA</b>
1	Aceites de Trujillo S.L.	Aceites Vegetales	Avenida Miajadas, 26 - 10200	Trujillo	Trujillo
2	Acuicultura del Norte S.R.L.	Acuicultura	Cal. Asencio de Salas Nro. N° Int. 02 Urb. El Bosque	Trujillo	Trujillo
3	Agrobex S.A.C. (Cassinelli)	Bebidas no alcohólicas	Car. Panamericana Norte Km. 561	Moche	Trujillo
4	Agroindustria Alimentaria Nutriaves E.I.R.L.	Alimentos para animales	Cal. los Jazmines Mza. Q Lote. 1 Villa Judicial (Valdivia Alta)	Huanchaco	Trujillo
5	Agroindustria Josymar S.A.C	Agroindustria	Av. Tupac Amaru Nro. 1430 A.H. Alto Mochica Ii	Trujillo	Trujillo
6	Agropecuaria Jean Piere S.R.L.	Agropecuario	Nro. S/n Int. 5-6 Mcdo la Hermelinda	Trujillo	Trujillo
7	Alfa Industrias Alimentarias S.A.C.	Productos alimenticios	Mza. C05 Lote. 05 Parque Industrial	La Esperanza	Trujillo
8	Corporación Lindley S.A.	Bebidas no alcohólicas	Calle Lindley 200, Sector Santa Rosa	Trujillo	Trujillo
9	Avícola JB S.A.C.	Avícola	Av. Buenos Aires Nro. 363 Urb. Santa Isabel	Trujillo	Trujillo
10	Productos Avícolas Chicama S.A.C.	Avícola	Avenida Arriaga, 800	Chicama	Chicama
11	Avícola Trujillo S.A.C.	Avícola	Avenida Ocho de Octubre, F35	Trujillo	Trujillo
12	Avícola Sandrita E.I.R.L.	Avícola	Rio Seco 951	El Porvenir	Trujillo
13	Avícola Virgen del Cisne S.A.C.	Avícola	Av. Miguel Grau Mza. 65 Lote. 4	Huanchaco	Trujillo
14	Avícola Yugoslavia S.A.C.	Avícola	Av. Camino Real Nro. S/n	Moche	Trujillo

Sector Alto Moche					
15	Inversiones Avícola Génesis E.I.R.L.	Avícola	Av. Prolong. Santa Nro. 1514 Urb. Daniel Hoyle	Trujillo	Trujillo
16	Chimú Agropecuaria S.A.	Avícola	Av. España Nro. 1340 Urb. Centro Cívico	Trujillo	Trujillo
17	Conservera Moche S.A.	Conservas de pescado	Jr. Cavero Toledo Mza. C Lote. 8 Urb. Santo Dominguito	Trujillo	Trujillo
18	Conservera Valdivia S.A.	Conservas de Frutas, Legumbres y Hortalizas	JR. Bolognesi Nro. 784 Int. 01	Trujillo	Trujillo
19	Corporación Agroindustrial Emanuel Zabdi E.I.R.L.	Aditivos alimentarios	Av. Honorio Delgado Mza. Q Lote. 12-A Urb. Semirústica el Bosque	Trujillo	Trujillo
20	Danper Trujillo S.A.C.	Agroindustria	Car. Industrial a Laredo Nro. Sn Fnd. Barrio Nuevo	Moche	Trujillo
21	Granja Las Casuarinas S.A.C.	Avícola	Av. Mansiche Nro. 2519 Urb. El Cortijo	Trujillo	Trujillo
22	Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.	Azucarera y producción de bebidas alcohólicas	Av. Trujillo Nro. S/n Zona Indust. Laredo	Laredo	Trujillo
23	Empresa Envasadora de Alimentos Naturales Ruiz Sullón S.A.C.	Productos alimenticios y envasadora de alimentos	Pro. Cesar Vallejo Mza. D Lote. 39 Dpto. 201 Urb. Las Praderas del Golf	Victor Larco Herrera	Trujillo
24	Empresa Pesquera el Rocío S.A.	Pesquera	Car. Industrial Km. 1.5 Z.I. El Palmo	Trujillo	Trujillo
25	Gloria S.A.	Lácteos y bebidas no alcohólicas	Ex. Fundo Larrea Pje. Nicolini No. 1 Zona Industrial Moche	Moche	Trujillo

26	Goldfish Peru E.I.R.L.	Conservera	Jr. Bolognesi Nro. 326 Urb. Centro Cívico	Trujillo	Trujillo
27	Granja Avícola La Yema S.A.C.	Avícola	Cal. la Rivera S/n Nro. 0 P.J. Huanchaquito	Huanchaco	Trujillo
28	Green Perú S.A.	Comestibles	Car. Panamericana Norte Km. 542 Sector Chavimochic	Salaverry	Trujillo
29	El Rocío S.A.	Avícola	Car. Industrial Laredo Km. Nro. 1.5 Zona Industrial	Laredo	Trujillo
30	Icemac Inversiones & Negocios E.I.R.L. T	Pesquera	Jr. Ayacucho Nro. 920 Int. 27 Urb. Centro Cívico	Trujillo	Trujillo
31	Incubadora Huanchaco	Avícola	Carretera Huanchaco - Km. 10.5	Huanchaco	Trujillo
32	Inka Gold Farms S.A.C	Agroindustria	Cal. las Cucardas Nro. 1123 Urb. Las Palmas del Golf	Victor Larco Herrera	Trujillo
33	Láctea S.A.	Agropecuario, Acuicultura y Granjas	Car. Industrial a Laredo Km. 1.5 Z.I. El Palmo	Laredo	Trujillo
34	Molinera Inca S.A.	Aditivos alimentarios	Carretera Panamericana km 577	Trujillo	Trujillo
35	Molino El Cortijo	Aditivos alimentarios	Av. Mansiche Nro. 2650	Trujillo	Trujillo
36	MORAVA SAC	Agroindustria	Av. Camino Real Nro. S/n Sec. Alto Moche (Autopista Panamericana Norte Km 557)	Moche	Trujillo
37	Noraves S.A.	Conservera de carnes	Av. Liverpool Nro. 235 Urb. Santa Isabel	Trujillo	Trujillo
38	Productos Razzeto & Nestorovic S.A.C.	Embutidos	Av. Tupac Amaru Nro. 1168 Urb. Santa Leonor	Trujillo	Trujillo

<b>39</b>	Sociedad Conservera Del Norte S.A.C.	Conservas de Frutas, Legumbres y Hortalizas	Jr. Junín Nro. 584 Int. C-D	Trujillo	Trujillo
<b>40</b>	Unión De Cervecerías Peruanas Backus Y Johnston S.A.C.	Bebidas Malteadas.	Av. 5 Lote 3 Mz. A-1. Parque Industrial	Trujillo	Trujillo
<b>41</b>	Yema De Oro S.R.L.	Avícola	Avenida América Oeste, 486	Trujillo	Trujillo

Fuente: Elaboración propia

#### **IV. JUSTIFICACION:**

La falta de un manejo sostenible de lodos residuales surge del desperdicio del potencial de aprovechamiento de los mismos y debido a esto terminan por disponerse como residuos sólidos disminuyendo la vida útil de los rellenos sanitarios, o como vertimientos aguas abajo del punto en el que son captados. Por esta razón se deben generar esfuerzos en la implementación de tratamientos adecuados que permitan la utilización racional de dichos lodos y de esta manera lograr minimizar la cantidad de residuos dispuestos en los rellenos sanitarios y la contaminación de las fuentes naturales de agua, promoviendo su conservación y cuidado, haciendo frente a dos de los problemas de mayor latencia que enfrenta el país en temas de gestión de sus residuos. Aunque el tratamiento de los lodos es costoso, si éste es el adecuado, se pueden obtener varios beneficios tanto económicos como para la población en general.

El proceso de tratamiento para la disposición de los lodos se está volviendo más importante hoy en día, debido a la cantidad de lodos generados por los procesos de tratamiento mejorados. Se conocen casos que en pequeñas poblaciones se permite que los residentes locales tomen el lodo como fertilizante y en algunas ciudades se procesa el lodo para ser comercializado como fertilizante. En un número creciente

de casos, se compran terrenos para la disposición en gran escala de los lodos con el crecimiento de cosechas como una consecuencia de dicha aplicación; los efectos a largo plazo sobre el suelo deben estudiarse para cada caso en particular

## V. MARCO NORMATIVO

- **DECRETO LEGISLATIVO N°1278: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.**

Sexta. - El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el término de sesenta (60) días calendario emite, mediante decreto Supremo, el reglamento para el reaprovechamiento de lodos de los sistemas de tratamiento generados en planta de tratamiento de agua para consumo humano, plantas de tratamiento de agua residuales y otros sistemas vinculados a la prestación de los servicios de saneamiento, el cual debe contar con el refrendo del Ministerio del Ambiente.

- **DECRETO SUPREMO N°015-2017: Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para el reaprovechamiento de lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**

Artículo 1.- Objeto El presente reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones para determinar las características de los lodos; así como la clasificación, los parámetros para la producción y el control de la aplicación de los biosólidos provenientes de la estabilización de lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) domésticas o municipales.

Comercializador de biosólidos: Pueden ser:

- Generadores de lodos que realicen el proceso de transformación de residuos.

- Empresas del sector privado cuyo objeto social es la producción, comercialización y/o disposición final de biosólidos.
- Empresas operadoras de residuos sólidos que cuenten con la infraestructura y tecnología necesaria para la producción, comercialización y disposición final de biosólidos.
- **Resolución Ministerial N° 128-2017- VIVIENDA: Condiciones Mínimas de Manejo de Lodos y las Instalaciones para su Disposición Final.**

La presente norma tiene por objeto regular las condiciones mínimas para el manejo de los lodos generados en las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP), plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y los provenientes de los servicios de disposición sanitaria de excretas y biosólidos. Incluye la regulación de las instalaciones donde se realiza la disposición final de lodos.

## **VI. ALTERNATIVAS VIABLES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LODOS RESIDUALES.**

Los lodos residuales tienen gran variedad de alternativas para su aprovechamiento, en base a las investigaciones estudiadas se encuentran como alternativas las siguientes:

**Abono Orgánico:** donde los lodos residuales van a ser el principal aporte de materia orgánica para intensificar la actividad microbiana del suelo, favoreciendo en la nutrición la calidad tanto del suelo como de los cultivos.

**Biogás:** Es el aprovechamiento de los gases generados por la actividad microbiana de los lodos en un ambiente anaeróbico debido a la biodegradación teniendo como resultado principalmente el gas metano que es usado como biocombustible.

**Compostaje:** los lodos residuales son usados como parte de un proceso controlado de oxidación a nivel biológico. Es usado muchas veces como reemplazo de fertilizantes químicos y recuperación de suelos.

**Alimento concentrado:** a través de esta alternativa se aprovecha los lodos residuales por su nivel nutritivo para usarse como suplemento de comida de animales con el fin de cumplir con sus requerimientos adecuados.

**Ladrillos Cerámicos:** los lodos son incorporados a la mezcla de los ladrillos cerámicos, para luego ser sometidos a altas temperaturas y finalmente ser usados en la industria de la construcción.

En el Decreto Supremo 015-2017-VIVIENDA, para el tipo de lodo proveniente de la industria alimentaria recomienda ser aprovechado en actividades relacionadas con la agricultura como acondicionador y/o mejorador de suelos con excepción de los frutos que son de consumo crudo. También en áreas verdes o viveros. Según la Resolución Ministerial N° 128-2017- VIVIENDA “Condiciones Mínimas de Manejo de Lodos y las Instalaciones para su Disposición Final” establece como condición mínima de aprovechamiento de lodos residuales que se cuente con un 25% a más de contenido de sólido para que puedan ser reaprovechados. También establecen las opciones de reaprovechamiento según la clase:

#### **6.1. Lodos Clase A:**

- Material de construcción
- Material de cobertura de rellenos sanitarios
- Material de recuperación de sitios contaminados, si cumplen con los estándares de calidad para la aplicación en suelos, con especial énfasis en la posible presencia de metales pesados.

- Aplicación en suelos (elaboración de brechas cortafuego en suelos forestales y, en menor grado, aprovechado como mejorador de suelos en invernaderos), si cumplen con los estándares de calidad para la aplicación en suelos, con especial énfasis en la posible presencia de metales pesados.
- Elaboración de productos cerámicos de alfarería (vasijas ornamentales y ladrillos).
- Elaboración de adsorbentes y catalizadores por sus altas concentraciones de Hierro (Fe), Aluminio (Al), Manganeso (Mn) o cal (CaOH),

### **6.2. Lodo Clase B:**

- La producción de biosólidos y de otros acondicionadores del suelo (humus, compost). Para la producción de biosólidos deberá considerarse la regulación que establezca el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- La incineración con aprovechamiento de energía térmica se aplica debido a la concentración de materia orgánica contenida en los lodos estabilizados, también pueden aplicarse a los biosólidos que no pueden ser reaprovechados. La materia seca de lodos estabilizados de la PTAR tiene un poder calorífico entre 11 - 19 MJ/kg, dependiendo del grado de su estabilización. La condición óptima para la incineración en un horno adecuado, es la evaporación completa de la humedad del lodo. Por esto, el rendimiento del aprovechamiento térmico del lodo depende de la humedad del mismo. Generalmente se debe alimentar el proceso de incineración con lodos con contenido en sólidos igual o mayor de 30% para asegurar un rendimiento positivo de la incineración del lodo. El producto final es ceniza que debe ser destinado al relleno sanitario, mono-relleno o,

alternativamente, para su reaprovechamiento como material de construcción. Esta opción de reaprovechamiento también resulta aplicable para lodos que no se encuentren estabilizados si la incineración se realiza en la propia PTAR.

- El reaprovechamiento para material de construcción tal como cemento y cerámicas se aplica a arenas y lodos con alta concentración de minerales que principalmente son provenientes de PTAP o del tratamiento terciario en la PTAR, adicionalmente es posible utilizar las cenizas provenientes de incineración de lodos.
- La recuperación, mejoramiento o restauración de suelos degradados y material de cobertura final de rellenos sanitarios para su cierre o almácigos, para compost y/o humus.

Finalmente, recomendando como alternativa viable económica y ambiental al aprovechamiento en la agricultura ya que existe gran cantidad de estudios que afirman su efectividad y es avalado por el D.S. N° 015-2017-VIVIENDA y la Resolución Ministerial N° 128-2017- VIVIENDA como normativa nacional vigente.

## **VII. REQUISITOS PREVIOS PARA EL APROVECHAMIENTO SEGÚN EL D.S. 015-2017-VIVIENDA:**

- Obtener las autorizaciones, permisos, licencias y certificaciones necesarias para la realización de sus actividades.
- Contar con una Declaración Anual de Manejo de Residuos Sólidos
- Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos (contenido detallado - ANEXO I)

- Caracterizar los lodos y biosólidos según las pautas indicadas en la presente norma.
- Recolectar, almacenar, tratar, reaprovechar, transportar o disponer, según corresponda, en forma segura, sanitaria y ambientalmente adecuada.
- Contar con un registro que contenga información sobre la generación y manejo de los lodos y biosólidos en las instalaciones.

#### **VIII. PROCESO DE APROVECHAMIENTO DE LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA EN LA AGRICULTURA.**

1. Evaluación de la tecnología del PTAR generadoras de lodos.
2. Monitoreo Inicial para determinar la clase de lodo y parámetros según el DS-015-2017-VIVIENDA (debe realizarse en un laboratorio acreditado de acuerdo a la normativa vigente, son los únicos que pueden evaluar y analizar las muestras de biosólidos producidos para la medición de los parámetros) ANEXO 2 y 3.
3. Determinar el volumen de lodo residual y la cantidad de Biosólidos estimados a producir. El proceso para que un lodo sea un Biosólido está determinado por la cantidad de contaminantes y microorganismo que el lodo contiene, se realiza procesos de estabilización e higienización en caso no se cumpla con los parámetros como se aprecia en el siguiente ANEXO 4.
4. Definir un tratamiento para la estabilización de lodos, en caso sea necesario, donde se trate de mantener la calidad del lodo residual.
5. Una vez definido los anteriores puntos, se procede a solicitar la inscripción en el RENAPROB, donde se llena una solicitud como se detalla en el ANEXO 5. Después de ello, se espera aproximadamente 30 días hábiles

según el procedimiento administrativo del RENAPROB, el cual está detallado en el ANEXO 6.

6. Una vez inscrito, se contacta con el comercializador de biosólidos que debe estar inscrito en el Registro Nacional de Reaprovechamiento de Residuos Sólidos.
7. Elaboración de fichas de entrega de biosólidos, las cuales se remite cada 3 meses al DGAA (ANEXO 7), y también las fichas de monitoreo según la frecuencia de monitoreo como se detalla en el ANEXO 8.
8. El traslado de los biosólidos dentro o fuera de las instalaciones del productor debe realizarse en vehículos acondicionados para dicho fin, con la finalidad de evitar su dispersión en el ambiente durante su traslado, de conformidad con las normas sectoriales vigentes y otras que, establezcan las condiciones mínimas de manejo de lodos y las instalaciones para su disposición final.
9. La deshidratación debe permitir como mínimo un porcentaje de ST de veinticinco por ciento (25 %). La deshidratación debe ser aplicada a los lodos retirados de los estanques reguladores de las PTAP, previo a su transporte y disposición final.
10. Finalmente, los lodos son dispuestos al comercializador quien se encarga de informar la disposición final que se le dará, la cual debe de ser ambiental y económicamente sostenible.

En la siguiente figura se resume el procedimiento de comercialización:

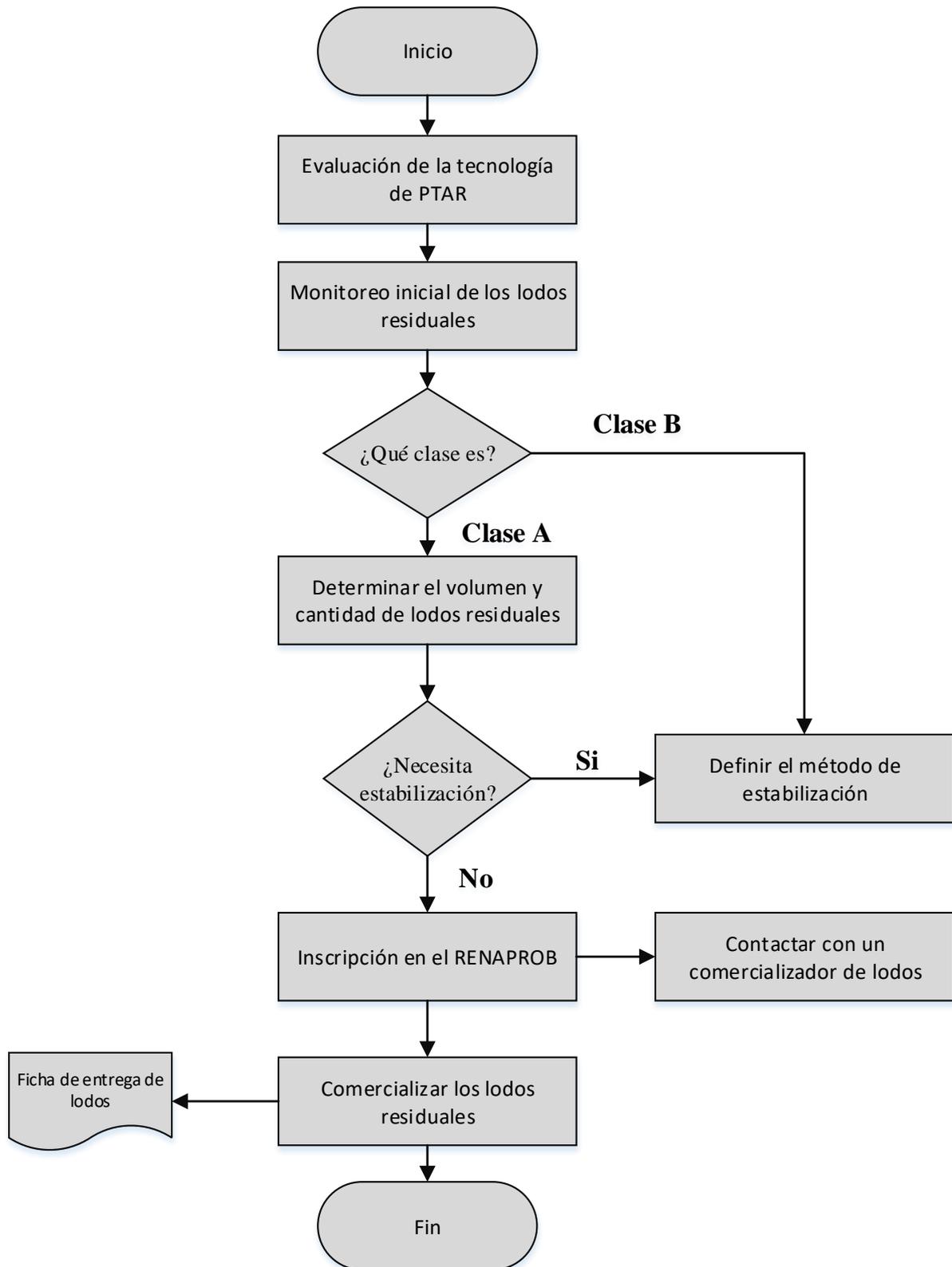


Figura 9: Procedimiento del aprovechamiento de lodos residuales.

## IX. COSTOS GENERADOS CON Y SIN APROVECHAMIENTO:

**Tabla 4.**

*INGRESOS Y EGRESOS ANUALMENTE*

<b>EGRESOS</b>			
<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>En relleno sanitario</b>	<b>Aprovechamiento en agricultura</b>
Transporte			
Carga	50 Tn/Año	86552.86	0.00
Disposición Final			
Gasto administrativo			
Pago Anual de personal encargado	1	14400.00	14400.00
<b>EGRESO TOTAL ANUAL</b>	<b>S/.</b>	<b>100952.86</b>	<b>14400.00</b>
<b>INGRESOS</b>			
Venta de lodos	50 Tn/Año	0.00	20000.00
<b>INGRESO TOTAL ANUAL</b>	<b>S/.</b>	<b>0.00</b>	<b>20000.00</b>
<b>BALANCE TOTAL</b>			
<b>TOTAL NETO</b>	<b>S/.</b>	<b>-100952.86</b>	<b>5600.00</b>

En la tabla N° 4 se observa la comparación del transporte de lodos residuales hacia los rellenos de seguridad vs. el aprovechamiento de lodos residuales. En el balance se observa que las empresas tienen una pérdida aproximada de 100952.86 soles al año, mientras que con el aprovechamiento se genera una ganancia de 5600 soles al año, proponiendo que el costo que se está usando en el transporte, carga, disposición final y pago anual de personal para rellenos sanitarios podría ser invertido en la reutilización del lodo e incluso poder comercializar el biosólido bajo los lineamientos del DS 015-2017-VIVIENDA.

## X. COSTOS EVITADOS Y BENEFICIOS POR VENTA

Según el estudio realizado por Huamaní (2020) titulada “Evaluación del Proceso de Tratamiento de Agua Residual y sus Lodos como subproducto, en una Planta

Compacta de Depuración por Lodos Activados” donde menciona que la Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO.RS) tiene un costo por el transporte y disposición de lodos deshidratados por tonelada de s/. 1636.00 por cada tonelada de lodo residual, y en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que cuenta con un total de 52.90 toneladas por año, tendría un gasto de S/. 86552.47; el cual podría ser invertido en el aprovechamiento del lodo a través de la comercialización bajo los lineamientos establecidos por el DS 015-2017-VIVIENDA.

Por otro lado, la Dirección de General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ha estimado que los ingresos que se ahorrarían por evitarse dar disposición final a los lodos residuales de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales serían los que se detallan en la siguiente Tabla N°5:

**Tabla 5.**

*El rango de los costos es evaluado en diferentes PTAR donde se detalla el costo por dar una disposición final como residuo peligroso sin evaluar su clase.*

<b>COSTOS EVITADOS POR DISPOSICION DE RESIDUOS PELIGROSOS SEGÚN TIPO DE PRESTADOR DE SERVICIOS</b>		
EPS GRANDES	S/ 1,732,627	S/ 33,266,442
EPS MEDIANAS	S/ 1,631,065	S/ 3,131,645
EPS PEQUEÑAS	S/ 595,538	S/ 1,143,433
MUNICIPALIDADES	S/ 2,168,265	S/ 4,163,069

**Fuente:** Dirección de General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

También detalla los costos que se generaría en caso se decida vender estos lodos a comercializadores, generando una fuente de ingresos adicional como se detalla en la siguiente Tabla N°6:

**Tabla 6.**

*El rango de los beneficios por la venta de lodos residuales en PTAR, donde se detalla el beneficio en relación al volumen de lodos que maneja cada una.*

BENEFICIO POR VENTA		
EPS GRANDES	S/ 17,326,272	S/ 11,088,814
EPS MEDIANAS	S/ 1,631,065	S/ 1,043,882
EPS PEQUEÑAS	S/ 595,538	S/ 381,144
MUNICIPALIDADES	S/ 2,168,265	S/ 1,387,690

**Fuente:** Dirección de General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

## **XI. CONCLUSIONES:**

El entorno industrial alimentaria contiene numerosos componentes, cada uno íntimamente relacionado con la actividad principal a la cual se dedica y con un compromiso ineludible con la conservación del medio ambiente, sobre todo cuando en mayor o menor grado es responsable de la situación actual de contaminación del planeta debido al aumento de su huella hídrica.

A la par de la inversión en infraestructura de tratamiento de aguas residuales, se incrementarían los ingresos debido a los costos evitados por la disposición de lodos de aproximadamente 1636 soles por cada tonelada de lodo residual deshidratado y el ingreso de la venta, el cual está normado por el DS 015-2017-VIVIENDA.

Una vez comercializado, existen diferentes opciones económica y ambientalmente viables, entre ellas se recomienda la agricultura, en tierras degradadas o contaminadas que requieren de materia orgánica lo cual ayuda a mejorar la calidad del suelo a los que se apliquen generando aporte a nivel económico y ambiental de manera sostenible.

## **XII. ANEXOS DE LA PROPUESTA**

### **ANEXO 1:**

#### **CONTENIDO DEL PLAN DE MINIMIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS**

- El Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos debe estar sellado y firmado por el generador y un ingeniero sanitario o ambiental colegiado, con especialización y experiencia en gestión y manejo de residuos sólidos certificada por el Colegio de Ingenieros del Perú.
- Descripción de la actividad que desarrolla, incluyendo el flujo de insumos e identificando los puntos en que se generan los lodos y se producen biosólidos
- Manejo de lodos y biosólidos:
  - Determinación de los procedimientos internos de recojo, almacenamiento y traslado de los lodos y biosólidos.
  - Definición de los equipos, rutas, frecuencia y señalización que deben emplearse para el manejo interno de los lodos y biosólidos (adjuntando un plano con la infraestructura básica).
  - Indicación del periodo máximo de almacenamiento de los lodos y biosólidos, en razón al tipo de tecnología y procesos de tratamiento empleados.
  - Inclusión, en el Plan de Contingencia del Instrumento de Gestión Ambiental correspondiente, de los posibles eventos inesperados que puedan generar derrame o incendio de los lodos o biosólidos, o fallas operacionales de los procesos en la línea de tratamiento de lodos.
  - Determinación de un Plan de Reaprovechamiento de Lodos y Biosólidos donde se establezca los mecanismos de recuperación, estabilización y programa de monitoreo que correspondan. En los casos donde se determine que no se puede realizar el reaprovechamiento de lodos o biosólidos, el generador deberá justificar las razones de dicha decisión.
  - Otros que pudieran ser considerados y aprobados por la normatividad vigente.

- Educación ambiental en manejo de lodos y biosólidos:

Elaboración de un programa de capacitación para el personal responsable del manejo de los lodos provenientes de PTAP, PTAR, biosólidos y servicio sanitario de disposición de excretas.

Diseño de actividades de difusión y educación ambiental relacionados al buen uso del servicio de alcantarillado y de los beneficios de uso de lodos y biosólidos con sus trabajadores, usuarios, instituciones y/u otros grupos de interés haciendo uso de los diversos medios de comunicación.

**ANEXO 2: CLASIFICACIÓN DE BIOSÓLIDO SEGÚN PARÁMETROS DE  
HIGIENIZACIÓN**

<b>PARAMETROS DE HIGIENIZACION DE BIOSOLIDOS</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>CLASE A</b>	<b>CLASE B</b>
Indicadores de contaminación fecal	Escherichia coli < 1000 NMP/1g ST o Salmonella sp. < 1NMP/ 10g ST	El nivel de higienización se puede demostrar con el cumplimiento de los procesos previstos
Indicador de Huevos de Helmintos	Huevos viables de Helmintos < 1/4 g ST o Prueba de utilización de tecnologías indicadas para la higienización	

**ANEXO 3: PARÁMETROS DE TOXICIDAD QUÍMICA**

<b>PARAMETROS DE TOXICIDAD QUIMICA EN BIOSOLIDOS DE CLASE A Y CLASE B</b>								
Mg/kg ST Materia Seca	<b>ARSENICO</b>	<b>CADMIO</b>	<b>CROMO</b>	<b>COBRE</b>	<b>PLOMO</b>	<b>MERCURIO</b>	<b>NIQUEL</b>	<b>ZINC</b>
Clase A y Clase B	40	40	1200	1500	400	17	400	2400

**ANEXO 4: PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOSÓLIDOS**



**ANEXO 5: SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN EL RENAPROB**

REGISTRO NACIONAL DE PRODUCCION Y REAPROVECHAMIENTO DE BIOSOLIDOS			
SOLICITUD DE INSCRIPCION (COMPLETAR CON LETRA IMPRENTA Y MAYUSCULA)			
<b>I. DATOS GENERALES DEL PRODUCTOR DE BIOSOLIDO</b>			
RAZON SOCIAL			
NUMERO DE RUC		TELEFONOS	
DOMICILIO FISCAL			
<b>II. DATOS DEL RESPONSABLE DE LA PRODUCCION DE BIOSOLIDO</b>			
RESPONSABLE A CARGO			
AREA A LA QUE PERTENECE			
NUMERO DE DNI		CORREO	
TELEFONOS		CELULAR	
<b>III. DATOS DE LA PRODUCCION DE BIOSOLIDO</b>			
<b>A. INDICAR LA TECNOLOGIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL</b>			
TECNOLOGIA EN TRATAMIENTO PRELIMINAR			
TECNOLOGIA EN TRATAMIENTO PRIMARIO			
TECNOLOGIA EN TRATAMIENTO SECUNDARIO			
TECNOLOGIA EN TRATAMIENTO TERCARIO			
TECNOLOGIA EN TRATAMIENTO DE LODOS			
CANTIDAD APROXIMADA DE PRODUCCION ANUAL DE LODOS EN LA PTAR (Tn)			
<b>B. TIPO DE BIOSOLIDO A PRODUCIRSE</b>			
CLASE A		CANTIDAD DE PRODUCCION PROYECTADA (Tn)	Indicar cantidad
CLASE B		CANTIDAD DE PRODUCCION PROYECTADA (Tn)	Indicar cantidad
<b>C. TECNOLOGIA UTILIZADA PARA LA PRODUCCION DE BIOSOLIDOS</b>			
TECNOLOGIA DE ESTABILIZACION			
TECNOLOGIA DE HIGIENIZACION			
<b>D. PARAMETRO , TASA AGRONOMICA</b>			
TASA DE NITROGENO TOTAL (N) EN EL BIOSOLIDO			
<b>IV. DOCUMENTOS O INFORMACION QUE SE ADJUNTA</b>			
<b>A. DOCUMENTOS ANEXADOS (Marque con aspa)</b>			
RESULTADOS DEL MONITOREO INICIAL-Solo aplicable para Biosólido Clase A		ANEXO N°	
DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA		ANEXO N°	
		ANEXO N°	

## ANEXO 6: PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO CON EL RENAPROB

### ¿Qué procedimientos administrativos están relacionados con el RENAPROB?

El Capítulo IV del Reglamento de Reaprovechamiento de Lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, regula los procedimientos administrativos de Inscripción de Productores de biosólidos y Comercializadores de biosólidos en el RENAPROB, así como la actualización y cancelación de dicha inscripción.

- Para la Inscripción en el RENAPROB, el Reglamento de precitado establece procedimientos diferenciados para la Inscripción de los Productores de biosólidos y la Inscripción de los Comercializadores de biosólidos. En el caso de la Inscripción de los Productores, el procedimiento administrativo es de evaluación previa sujeto a silencio administrativo negativo, mientras que la Inscripción de los Comercializadores es un procedimiento administrativo de aprobación automática.
- El plazo máximo de los citados procedimientos administrativos es de treinta (30) días hábiles, para resolver la inscripción de los productores de biosólidos y, de cinco (05) días hábiles para emitir la constancia de inscripción a los comercializadores de biosólidos.
- La inscripción en el RENAPROB no tiene plazo de vigencia. No obstante, el Reglamento ha previsto que la vigencia está condicionada a la presentación trimestral a la DGAA, de las Fichas de Entrega de Biosólido. Adicionalmente, los productores de biosólidos deben cumplir con presentar los resultados de aquellos monitoreos de biosólidos que establecen los párrafos 17.4 y 17.5 del artículo 17 del Reglamento de Reaprovechamiento de Lodos y, por su parte los comercializadores, deben cumplir con entregar copia de las Fichas de Entrega de Biosólido al usuario final.
- Otro procedimiento administrativo es la Actualización de la Inscripción del Productor en el RENAPROB, que aplica en aquellos casos que estos decidan cambiar la clase de biosólidos que producen y/o las tecnologías declaradas. En estos casos, los productores de biosólidos deben actualizar su inscripción en un plazo no mayor de treinta (30) días hábiles, previo al inicio de la comercialización. Dicho procedimiento administrativo es de evaluación previa sujeto a silencio administrativo negativo y se resuelve en un plazo máximo de quince (15) días hábiles.
- El Reglamento de Reaprovechamiento de Lodos también regula la Cancelación de la inscripción en el RENAPROB como un procedimiento de aprobación automática. La DGAA en un plazo de cinco (05) días hábiles emite la resolución de cancelación de la inscripción y procede con la actualización del RENAPROB.

**ANEXO 7: FICHA DE ENTREGA DE BIOSOLIDOS**

<b>FORMATO DE FICHA DE ENTREGA DE BIOSOLIDOS</b>			
<b>FICHA DE ENTREGA DE BIOSOLIDOS CLASE A (COMPLETAR CON LETRA IMPRENTA Y MAYUSCULA)</b>			
<b>I. DATOS GENERALES DEL PRODUCTOR DE BIOSOLIDO</b>			
NOMBRE DEL PRODUCTOR			
NUMERO DE REGISTRO			
DOMICILIO			
RESPONSABLE A CARGO			
TELEFONOS Y ANEXOS		CORREO ELECTRONICO	
<b>II. DATOS DEL ADQUIRENTE DE BIOSOLIDO (Llenar donde corresponda)</b>			
<b>A. PERSONA NATURAL</b>			
NOMBRE COMPLETO			
NUMERO DE DNI		TELEFONOS Y ANEXO	
DOMICILIO FISCAL			
<b>B. PERSONA JURIDICA (Marcar con "X" donde corresponda)</b>			
EMPRESA CON OBJETO SOCIAL PARA PRODUCIR, COMERCIALIZAR Y DISPONER BIOSOLIDOS		EMPRESA OPERADORA DE RR.SS	EMPRESA COMERCIALIZADORA
RAZON SOCIAL			
		PARTIDA ELECTRONICA	
NUMERO DE RUC		TELEFONOS Y ANEXOS	
DOMICILIO FISCAL			
RESPONSABLE A CARGO			
NUMERO DE DNI		CORREO ELECTRONICO	
<b>III. CARACTERISTICAS DEL BIOSOLIDOS DE CLASE A</b>			
<b>A. CANTIDAD ENTREGA A</b>			
TONELADAS SOLIDOS TOTALES	Indicar cantidad		
<b>B. TECNOLOGIA UTILIZADA PARA PARA LA PRODUCCION DEL BIOSOLIDOS ENTREGADO</b>			
TECNOLOGIA DE ESTABILIZACION	Indicar tecnología		
TECNOLOGIA DE HIGIENIZACION	Indicar tecnología		
<b>C. INFORME DE ULTIMO MONITOREO</b>			
<b>PARAMETRO DE ESTABILIZACION</b>			
CONCENTRACION DE MATERIA ORGANICA (ST/SV)			
<b>PARAMETRO DE TOXICIDAD QUIMICA</b>			
ARSENICO		PLOMO	
CADMIO		MERCURIO	
CROMO		NIQUEL	
COBRE		ZINC	

PARAMETRO DE HIGIENIZACION		
BACTERIAS	ESCHERICHIA COLI	
	SALMONELLA SPP	
HUEVOS VIABLES DE HELMINTO	(en caso fuera exigido)	
PARAMETRO DE TASA AGRONOMICA		
TASA DE NITROGENO TOTAL (N) EN EL BIOSOLIDO		
D. COMPROMISO SOBRE EL DESTINO FINAL DEL BIOSOLIDO		
EL ADQUIRENTE DE BIOSOLIDO DECLARA QUE EL DESTINO FINAL DEL BIOSOLIDO SE REALIZARA DE ACUERDO A LOS USOS ESTABLECIDOS EN EL PRESENTE REGLAMENTO , ESPECIFICAMENTE ADQUIERE EL BIOSOLIDO PARA LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES		
DESTINO FINAL ( Marque con "X los casilleros que corresponda)	ACTIVIDAD DE DESTINO	
	ACONDICIONADOR DE SUELOS PARA AGRICULTURA	
	ACONDICIONADOR DE SUELOS PARA REFORESTACION	
	ACONDICIONADOR DE SUELOS DE AREAS URBANOS	
	ADQUISICION DE CLASE B PARA SU TRATAMIENTO Y COMERCIALIZACION COMO CLASE A	
	OTROS USOS	
	DETALLE DE LA APLICACIÓN (EN CASO FUERA APLICABLE)	
	TIPO(S) DE CULTIVO(S) A SER ACONDICIONADO(S)	
	UBICACIÓN DEL AREA DE APLICACIÓN	
	AREA DE APLICACIÓN(m2)	
	ULTIMA FECHA DE APLICACIÓN	
ULTIMO TIPO DE BIOSOLIDO APLICADO AL AREA DECLARADA		

INFORMACION: De acuerdo con lo establecido en el presente Reglamento, los biosólidos de clase A son tratados e higienizados. Para su manipulación, especialmente durante las actividades del transporte y la aplicación, se recomienda emplear medidas apropiadas que reduzcan el riesgo de exposición directa de personas con el producto, sin perjuicio de las demás exigencias de la indicada norma.

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL GERENTE GENERAL

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL REPRESENTANTE

**ANEXO 8: FRECUENCIA DE MONITOREO**

**FRECUENCIA DE MONITOREO PARA LOS BIOSOLIDOS DE  
LA CLASE A Y CLASE B**

<b>TON ST/AÑO</b>	<b>&lt;500</b>	<b>500=1500</b>	<b>1500=15000</b>	<b>&gt;15 000</b>
<b>CLASE A</b>	ANUAL	SEMESTRAL	TRIMESTRAL	BIMESTRAL
<b>CLASE B</b>	Solicitud de la DGAA			
Biosólido de Clase A: Son aquellos aplicables al suelo sin restricciones sanitarias.				
Biosólido de Clase B: Son aquellos aplicables al suelo con restricciones sanitarias según localización de los suelos y/o tipo de cultivo.				

**ANEXO 9: TIEMPO DE DURACION DEL PROCESO**

CRONOGRAMA			
N°	PROCESO		DURACION
1	Evaluación de la tecnología del PTAR generadoras de lodos.	INSCRIPCION AL RENAPROB	30 días Hábiles
	Monitoreo Inicial para determinar la clase de lodo y parámetros según el DS-015-2017-VIVIENDAM		
	Determinar el volumen de lodo residual y la cantidad de Biosólidos estimados a producir.		
	Definir un tratamiento para la estabilización de lodos		
2	Obtención de la Constancia de Inscripción en el Registro Nacional de Producción y Reaprovechamiento de Biosólidos		5 días Hábiles
3	Elaboración de fichas de entrega de biosólidos		Trimestralmente
4	Deshidratación de los lodos residuales		24 horas
5	Almacenamiento de la deshidratación de lodos residuales		7 días

### ANEXO 10: FLUJOGRAMA

