

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA DE POSGRADO

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE



**PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
DEL AGUA RESIDUAL DEL CAMAL Y CALIDAD AMBIENTAL
DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA EN TINGO MARÍA 2021**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CIENCIAS DE LA TIERRA Y CIENCIAS
AMBIENTALES**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN MEDIO
AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

TESISTA: RAMIREZ TRUJILLO YOLANDA JESUS

ASESOR: DR. GUERRA LU JOSE KALION

HUÁNUCO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi amada familia por los momentos que les fueron arrebatados en la consecución
de este sueño

AGRADECIMIENTO

- A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán y en especial al Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Al Dr. José Kalión Guerra Lu por haber aceptado la responsabilidad de asesorar el presente trabajo de investigación.
- A los miembros del jurado: Dra. Digna Amabilia Manrique de Lara Suárez, presidenta; Dr. José Francisco Goycochea Vargas, secretario; Dr. Christian Michael Escobedo Bailón, vocal; Dr. Zósimo Pedro Jacha Ayala, vocal; Dra. Mara Betzabé Gutiérrez Solórzano, vocal, por las sugerencias brindadas al presente trabajo de investigación.
- A todos los docentes del doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible quienes contribuyeron con mi formación durante los estudios de doctorado.
- Al Camal Municipal de la provincia de Leoncio Prado por las facilidades brindadas para el desarrollo de la presente investigación.
- A la Autoridad Nacional del Agua por las facilidades en proporcionar los datos del monitoreo de la calidad del agua del río Huallaga.
- A mi amiga y colega Luz Milagros Follegatti Romero por su amistad y ánimo brindado durante los estudios de doctorado.

RESUMEN

El estudio tuvo como **objetivo** determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal de Tingo María al ingreso y a la salida de las pozas de sedimentación para comprobar su efectividad y determinar la calidad ambiental del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación. La **metodología** fue: Las muestras de agua residual fueron tomadas al ingreso y a la salida de las pozas de sedimentación, se determinó sus características fisicoquímicas y microbiológicas y se comprobó la existencia de diferencia significativa entre ellas. La calidad ambiental del agua del Río Huallaga fue determinada con el ICARHS con los datos proporcionados por la ANA, resultado del monitoreo de los años 2015 al 2021, en los puntos RHual17 y RHual18, se consideró “antes” los años 2015-2018 y “después” 2019-2021. Los **resultados** demostraron que en los parámetros fisicoquímicos: Ta, OD, SST, turbidez, DBO5, aceites y grasas y en los parámetros microbiológicos no existió diferencia estadística significativa ($p > 0,05$), excepto en pH y conductividad ($p < 0,05$). Se **concluye** que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal no variaron significativamente con las pozas de sedimentación, sobrepasando los límites permitidos por las normas, para el vertido al sistema de alcantarillado, excepto en pH y conductividad. Las pozas de sedimentación no son 100% eficientes y el índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga en general es "pésima", y no existe diferencia significativa antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación.

Palabras clave: Calidad ambiental, agua residual, camal, río Huallaga.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the physicochemical and microbiological parameters of the residual water from the Tingo María reservoir at the entrance and exit of the sedimentation ponds to verify its effectiveness and determine the environmental quality of the water of the Huallaga River before and after the implementation of sedimentation ponds. The methodology was: The wastewater samples were taken at the entrance and exit of the sedimentation ponds, their physicochemical and microbiological characteristics were determined and the existence of a significant difference between them was verified. The environmental quality of the water of the Huallaga River was determined with the ICARHS with the data provided by the ANA, the result of monitoring from the years 2015 to 2021, at points RHual17 and RHual18, the years 2015-2018 were considered “before” and “after” 2019-2021. The results showed that in the physicochemical parameters: Ta, OD, TSS, turbidity, BOD5, oils and fats and in the microbiological parameters there was no significant statistical difference ($p>0.05$), except in pH and conductivity ($p<0.05$). It is concluded that the physicochemical and microbiological parameters of the residual water from the canal did not vary significantly with the sedimentation ponds, exceeding the limits allowed by the standards, for discharge to the sewage system, except in pH and conductivity. The sedimentation ponds are not 100% efficient and the environmental quality index of the water of the Huallaga River in general is "terrible", and there is no significant difference before and after the implementation of the sedimentation ponds.

Keywords: Environmental quality, wastewater, slaughterhouse, Huallaga River.

RESUMO

O objetivo do estudo foi determinar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas residuais do reservatório Tingo María na entrada e saída das lagoas de sedimentação para verificar sua eficácia e determinar a qualidade ambiental da água do rio Huallaga antes e depois a implantação de lagoas de sedimentação. A metodologia foi: As amostras de águas residuárias foram coletadas na entrada e saída das lagoas de sedimentação, foram determinadas suas características físico-químicas e microbiológicas e verificada a existência de diferença significativa entre elas. A qualidade ambiental da água do rio Huallaga foi determinada junto ao ICARHS com os dados fornecidos pela ANA, resultado do monitoramento dos anos 2015 a 2021, nos pontos RHual17 e RHual18, os anos 2015-2018 foram considerados “antes” e “depois” 2019-2021. Os resultados mostraram que nos parâmetros físico-químicos: Ta, DO, SST, turbidez, DBO5, óleos e gorduras e nos parâmetros microbiológicos não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$), exceto em pH e condutividade ($p < 0,05$). Conclui-se que os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água residual do canal não variaram significativamente com as lagoas de sedimentação, ultrapassando os limites permitidos pelas normas, para lançamento na rede de esgoto, exceto em pH e condutividade. As lagoas de sedimentação não são 100% eficientes e o índice de qualidade ambiental da água do rio Huallaga em geral é “péssimo”, não havendo diferença significativa antes e depois da implantação das lagoas de sedimentação.

Palavras-chave: Qualidade ambiental, águas residuais, matadouro, rio Huallaga.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
RESUMO	vi
INDICE	vii
INTRODUCCION	xii
CAPÍTULO I	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. Fundamentación del problema	14
1.2. Justificación e importancia de la investigación	16
1.3. Viabilidad de la Investigación	17
1.4. Formulación del problema	18
1.4.1. Problema General.....	18
1.4.2. Problemas específicos	18
1.5. Formulación de objetivos	18
1.5.1. Objetivo general	18
1.5.2. Objetivos específicos.....	18
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.2. Bases teóricas	24
2.3. Bases conceptuales	30
2.4. Bases filosóficas	35
2.5. Bases epistemológicas	36
2.6. Bases antropológicas	38
CAPÍTULO III	39
SISTEMA DE HIPÓTESIS	40
3.1. Formulación de la hipótesis	40
3.1.1. Hipótesis general.....	40
3.1.2. Hipótesis específicas	40
3.2. Operacionalización de variables	41

3.3. Definición operacional de las variables	42
CAPÍTULO IV	43
MARCO METODOLÓGICO	43
4.1. Ámbito de estudio	43
4.2. Tipo y nivel de investigación	43
4.2.1. Tipo de investigación	43
4.2.2. Nivel de investigación.....	43
4.3. Población y muestra	44
4.3.1. Descripción de la población	44
4.3.2. Muestra y método de muestreo.....	44
4.3.3. Criterios de inclusión y exclusión.....	45
4.4. Diseño de investigación	46
4.5. Técnicas e instrumentos	47
4.5.1. Técnicas	47
4.5.2. Instrumentos.....	48
4.5.2.1. Validación de los instrumentos para la recolección de datos.....	48
4.5.2.2. Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos.....	49
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	49
4.7. Aspectos éticos	50
CAPÍTULO V	51
RESULTADOS	51
5.1. Análisis descriptivo	51
5.2. Análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis	53
5.2.1.1. <i>Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual antes y después de las pozas de sedimentación</i>	53
5.2.1.2. <i>Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación del camal.</i>	56
5.2.1.3. <i>Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga según los puntos de muestreo.</i>	57
5.2.1.4. <i>Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga en el periodo 2016-2021.</i>	59
5.3. Discusión de resultados	60
5.3.1. <i>Parámetros fisicoquímicos del agua residual del camal antes y después del tratamiento</i>	60

5.3.2. Parámetros microbiológicos del agua residual del camal antes y después del tratamiento.....	68
5.3.3. Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación.	70
5.3.4. Calidad ambiental del agua del río Huallaga según los puntos de muestreo.....	71
5.3.5. Calidad ambiental del agua del río Huallaga por año en el periodo 2016-2021.....	72
5.4. Aporte científico de la investigación	73
CONCLUSIONES.....	75
SUGERENCIAS.....	75
REFERENCIAS.....	77
ANEXOS.....	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de variables</i>	41
Tabla 2. <i>Muestras para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual</i>	45
Tabla 3. <i>Parámetros fisicoquímicos del agua residual del camal al ingreso y a la salida de las pozas de tratamiento</i>	51
Tabla 4. <i>Parámetros microbiológicos del agua residual del camal al ingreso y a la salida de las pozas de tratamiento</i>	52
Tabla 5. <i>Índice de calidad ambiental del agua del rio Huallaga, antes y después de la implementación de las pozas de tratamiento</i>	52
Tabla 6. <i>Índice de calidad ambiental del agua del rio Huallaga, según los puntos de muestreo</i>	53
Tabla 7. <i>Índice de calidad ambiental del agua del rio Huallaga en el periodo 2016-2021</i> ...	53
Tabla 8. <i>Resultado del análisis inferencial de las características fisicoquímicas del agua residual del camal antes y después del tratamiento</i>	54
Tabla 9. <i>Resultado del análisis inferencial de las características microbiológicas del agua residual del camal antes y después del tratamiento</i>	55
Tabla 10. <i>Análisis inferencial de la calidad ambiental del agua del rio Huallaga, antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación</i>	56
Tabla 11. <i>Resultado del Análisis inferencial de la calidad ambiental del agua del rio Huallaga, según los puntos de muestreo</i>	57
Tabla 12. <i>Resultado del análisis inferencial de la calidad ambiental del agua del rio Huallaga en el periodo 2016-2021</i>	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Índice de calidad ambiental del agua del rio Huallaga, antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación.....</i>	56
Figura 2. <i>Índice de calidad ambiental del agua del rio Huallaga periodo 2015-2021, según los puntos de muestreo.</i>	58
Figura 3. <i>Índice de calidad ambiental del agua del rio Huallaga en el periodo 2016-2021.</i>	60

INTRODUCCION

Todas las personas tienen derecho a una vida sana y productiva, pero para lograr la sostenibilidad de las actividades que se realizan se debe vivir en armonía con la naturaleza; la protección del medio ambiente debe ser una parte integral de nuestro proceso educativo para que responda por igual a las necesidades del desarrollo y para crear buenas condiciones ambientales para las generaciones actuales y futuras.

Actualmente, debido al crecimiento de la población y del mercado, cada vez más las empresas dedicadas a la fabricación, industrialización y comercialización de alimentos tienen el compromiso de mejorar y optimizar sus procesos, para de esa forma prevenir su impacto negativo sobre el medio ambiente

La industria de la carne tiene características a considerar, el tratamiento de los desechos de la carne y de los subproductos es una necesidad económica y de higiene pública. La principal fuente de contaminación se encuentra en las aguas residuales de los mataderos, cuya composición incluyen heces y orina, sangre, pelusa, lavazas y residuos de la carne y grasas de las canales, suelos, alimentos no digeridos, tripas de animales sacrificados y en algunos casos vapor condensado procedente del tratamiento de los despojos.

Nuestro país cuenta con un gran número de mataderos destinados al sacrificio de animales, ya sean públicas o privadas que se encuentran ubicadas en el casco urbano, por lo que las condiciones del medio ambiente y la salud son muy similares en las ciudades de la región amazónica, donde los problemas de contaminación asociados a esta actividad lo dejan claro y pueden ser causa e incluso convertirse en una fuente real de infección en todos los niveles, llegando finalmente a perjudicar la salud de los consumidores y usuarios y el paulatino deterioro de las fuentes de agua y el medio ambiente. Ante esta realidad, se planteó determinar cuál sería la composición fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales del camal municipal de la ciudad de Tingo María que cuenta con unas pozas de tratamiento físico y cuál es la calidad ambiental del agua del río Huallaga en las condiciones en estudios.

La tesis comprende las siguientes partes:

Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación, fundamentación e importancia, viabilidad, formulación del problema, formulación de objetivos.

Capítulo II: Marco teórico, antecedentes de la investigación, bases teóricas, conceptuales, filosóficas, epistemológicas, antropológicas

Capítulo III: Sistema de Hipótesis, formulación de las hipótesis, operacionalización de las variables, definición operacional de las variables

Capítulo IV: Marco Metodológico, ámbito de estudio, tipo y nivel de investigación, población y muestra, diseño de investigación, técnicas e instrumentos, técnicas para el procesamiento y análisis de datos, aspectos éticos.

Capítulo V: Resultados, análisis descriptivo, análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis, discusión de resultados, aporte científico de la investigación,

Finalmente se cuenta con conclusiones, sugerencias, referencias, y anexos

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación del problema

El agua es un elemento natural de vital importancia para todo ser vivo y para los ecosistemas de nuestro planeta, también es un recurso indispensable para todo tipo de actividades industriales y de producción de bienes; estas actividades antropológicas traen como consecuencia, el desequilibrio del estado natural del agua con la subsecuente contaminación, lo que genera un grave daño medioambiental principalmente a los ríos y mares, perjudicando los ecosistemas acuáticos y su biodiversidad, alterando así, la cadena alimenticia, escasez de agua potable e impactos adversos en la salud humana.

En el contexto mundial, el 56% de los flujos de aguas residuales de los hogares se trató de manera adecuada en 2020 (datos procedentes de 128 países, que representan el 80% de la población mundial). Se descubrieron grandes disparidades entre las proporciones regionales de las aguas residuales de los hogares tratadas de manera adecuada (que van del 25% al 80% por región del ODS), lo que indica que el progreso sigue siendo dispar en el mundo (ONU hábitat-OMS, 2021)

El control de las corrientes de aguas residuales que se generan y que se derivan de diferentes procedencias y actividades económicas es de mucha importancia para el cumplimiento de las regulaciones (incluido los permisos de vertidos) a fin de reducir los vertimientos contaminantes y así proteger los recursos hídricos. El monitoreo de las aguas residuales tratados ayudará al cambio hacia una economía circular en la que las aguas residuales se consideren un recurso valioso (ONU hábitat-OMS, 2021)

Uno de los sectores que más agua residual con contenido de materia orgánica aporta son los camales, lo que representan una gran situación problemática ya que requieren tratamientos complicados y de elevado costo (Apaza, 2022).

Las actividades antropológicas procedentes de los camales y mataderos municipales son las que emplean grandes volúmenes de agua en el proceso de beneficio de los animales de abasto, que arrastra material orgánico a los ríos y las contamina; muchos mataderos funcionan incluso sin sistemas de tratamiento de agua que permitan un tratamiento adecuado de las aguas residuales que vierten a la red de alcantarillado. El mundo está poniendo sus ojos en el daño causado por los contaminantes que surgen en medios acuáticos, tales como los farmacéuticos —por ejemplo, antiinflamatorios, analgésicos, antibióticos, hormonas y microplásticos— (ONU hábitat-OMS, 2021)).

En ese sentido por razones de salud pública y por consideraciones ambientales, económicas y sociales, las aguas residuales que provienen de usos poblacionales o de los procesos industriales, no pueden ser eliminadas evacuándolas directamente a las fuentes naturales o reusándolas para usos agrícolas; toda vez que constituye en una obligación de quien lo produce, asumir los costos que representa su tratamiento previo; sin embargo, la mayor proporción de las aguas residuales generadas en el país no son tratadas, vertiéndose directamente a los cauces naturales continentales, al mar o a falta de agua superficial se toman para usarlas con fines agrícolas. Sólo una pequeña fracción recibe algún tratamiento previo, antes de su evacuación.

En el Perú se cuenta con 149 mataderos municipales debidamente registrados, clasificadas en tres categorías, según el nivel técnico sanitario (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 2014). El camal municipal Tingo María se encuentra en la categoría 2 y es destinado exclusivamente al faenado de animales para el consumo local. A diciembre de 2019, se ha construido 3 estanques para el tratamiento de aguas residuales, principalmente para el tratamiento de compuestos orgánicos y sólidos, pero se desconoce la eficiencia de eliminar la contaminación antes de que se descarguen las aguas residuales siendo este el único método de tratamiento utilizado.

Por otro lado, el agua del camal que es vertido al sistema de alcantarillado va finalmente al río Huallaga, constituyendo una fuente de contaminación ambiental para este importante recurso hídrico, que recorre la ciudad de Tingo María. Según el D.S.

núm. 004 - 2017-MINAM para determinar los niveles de concentración se deben tener en cuenta las normas nacionales de calidad ambiental del agua (ECA), incluido el Decreto Supremo no. 002-2008-MINAM tal que las sustancias presentes en el agua como sumideros y componentes esenciales de los ecosistemas acuáticos no sea riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente. La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es la principal autoridad cuya función es gestionar y controlar las fuentes de agua y evaluar las propiedades tanto físicas como químicas y las microbiológicas para este fin. En este sentido, es importante conocer la calidad del ambiente hídrico del río Huallaga antes del año 2019 y después de la implementación de las pozas de tratamiento en el matadero de Tingo María para evaluar su efectividad.

1.2. Justificación e importancia de la investigación

En la actividad del faenamiento de los animales de abasto, realizado en los camales municipales, se emplean grandes volúmenes de agua, según el reglamento de faenado del animales de abasto del SENASA (2014), por cada cabeza de vacuno sacrificado debe asegurarse como mínimo 500 L de agua, para porcino 350 L, ovino y caprino 200 L, destinado principalmente al lavado de la carcasa, vísceras y despojos, produciendo gran cantidad de efluentes como resultado de la mezcla del agua con los residuos de sangre, pelos, estiércol, vísceras etc. que son transportados al sistema de alcantarillado de la ciudad, muchas veces sin haber sido tratadas adecuadamente, para posteriormente ser vertidos al río, con consecuencias directas en la contaminación del ecosistema acuático, repercutiendo en el deterioro medioambiental y en la salud de las personas.

Según estudios nacionales y extranjeros, existen deficiencias en el tratamiento de las aguas residuales de los mataderos y los resultados de la evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbianos sobrepasan los niveles de calidad establecidos por las normas vigentes. Este problema no es ajeno en comparación con nuestra realidad debido a que aún existen muchos vacíos en el cumplimiento de las normas técnicas pertinentes, el estudio se justifica porque se realiza en el marco de los

problemas de contaminación ambiental (Ley General del Medio Ambiente N° 28611 y Ley de Recursos Hídricos N° 29338).

Por otro lado, el presente estudio es de importancia porque permitió evaluar la eficacia de las pozas de sedimentación para la eliminación de la materia orgánica, sólidos, etc. de las aguas residuales que son vertidos al alcantarillado. Asimismo, antes y después de la implementación de las pozas, se debe conocer el nivel de calidad ambiental del cuerpo de agua del río Huallaga para conocer el grado de mejora con la implementación. El estudio también podría proporcionar información a las autoridades de salud ambiental para realizar evaluaciones y tomar decisiones sobre el tratamiento adecuado de las aguas residuales del matadero en función de la calidad del agua requerida en el río de acuerdo con los estándares de salud ambiental.

1.3. Viabilidad de la Investigación

La investigación fue viable por cuanto:

Se contó con laboratorios para los respectivos análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales del camal y existen métodos para la toma de muestras y se contó con la colaboración del camal municipal para el acceso a la toma de muestras y con la colaboración de la ANA que proporcionó los datos del monitoreo de las aguas del río Huallaga de los años 2015 al 2021 que sirvieron para la determinación del ICA del agua del río Huallaga.

La investigación fue novedosa porque permitió comprobar la eficacia de las pozas de sedimentación implementadas en el camal con los resultados de laboratorio que se obtuvieron con responsabilidad ambiental y social a través de los valores que guiaron la investigación como son la honestidad intelectual respetando los derechos de autores.

El financiamiento para solventar el costo de los análisis de laboratorio requeridos y los recursos humanos de nivel técnico que se necesitaron fueron asumidos

por la tesista. El acceso a las bibliotecas por encontrarse cerradas por la situación de la pandemia fue solucionado momentáneamente con el acceso a internet.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las aguas residuales del camal municipal y la calidad ambiental del agua del río Huallaga en Tingo María?

1.4.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el agua residual del camal municipal de Tingo María al ingreso y a la salida de las pozas de sedimentación?
- b) ¿Cuál es la calidad ambiental del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación de aguas residuales en el camal de Tingo María?

1.5. Formulación de objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal y la calidad ambiental del agua del río Huallaga en Tingo María.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal de la ciudad de la ciudad de Tingo María, al ingreso y a la salida de las pozas de sedimentación.

- b) Determinar la calidad ambiental del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación de las aguas residuales en el camal de Tingo María.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Internacional

Dalhatou et al. (2022) en *Characterization of slaughterhouse wastewater and development of treatment techniques: a review*. Concluyen que se necesita explorar y evaluar tratamientos y técnicas innovadores que den un resumen completo de los procesos para reducir la toxicidad de las aguas residuales de los mataderos para el medio ambiente.

.

Musa e Idrus (2021) en: *Physical and Biological Treatment Technologies of Slaughterhouse Wastewater: A Review*. Concluye que La tecnología de tratamiento físico y biológico se considera una forma altamente viable y económica de tratar las aguas residuales de los mataderos. Para lograr la calidad deseada del efluente para su eliminación o reutilización,

Cevallos (2018) en “*Propuesta para reducir la contaminación del río Toachi por influencia de las aguas residuales del Camal*”, **concluyó** que el análisis fisicoquímico del río Toachi demostró que, a pesar de que en el punto 1 ya se presentaban concentraciones altas de DQO, cuando entran en contacto con las aguas residuales del matadero, se ven incrementados todos los contaminantes, incumpliendo con la normativa de DQO, los demás parámetros no estarían sobrepasando los límites permisibles, aunque las aguas residuales afectan río abajo porque los valores excedieron las normas, por tanto se las considera no aptas para el consumo humano.

Huallpara et al. (2017) en el trabajo "*Evaluación de la Calidad de las Aguas Residuales del Municipio de La Paz, Bolivia*", concluyeron que las muestras de agua de origen estudiadas estaban contaminadas con concentraciones de coliformes totales de hasta 2400 UFC/ml; la concentración de nitrato del 62,5% es alta (hasta 105 mg/L), por lo que se recomienda la descontaminación antes de la liberación.

Curipallo (2017) en “*Análisis del bagazo como filtro para tratar las aguas residuales del matadero del municipio de Pujo de la provincia de Pastaza*” **concluyó** que la eficiencia de DBO₅ y DQO del filtro de bagazo investigado es mayor al 95% y la DQO es mayor al 65%. % SST para probar si el filtro puede reducir el nivel de contaminación del agua residual en el matadero.

Campaña et al. (2017) realizaron un estudio fisicoquímico y microbiológico del nivel de calidad del agua de los ríos Mahangara y Monja en la red hídrica del área metropolitana de Quito y **concluyeron** que los afluentes de los ríos estudiados que conforman la red hídrica del área metropolitana de Quito son pobres. calidad del agua.

Nacional

Cadenas y Santos (2020) realizaron un estudio sobre *la reducción de la carga de materia orgánica y nitrógeno en aguas residuales de mataderos mediante cavitación de agua*. **concluyeron** que el tratamiento con mayor porcentaje de reducción de materia orgánica y carga de nitrógeno fue la cavitación hidrodinámica combinada con ozonización con los siguientes resultados (42,19% reducción de DBO; DQO, 61,17%, 50,01% SST, 4,88% STD y 3,49% NH₄-N. Tratamiento: El ozono combinado con la hidrocavitación puede ser más eficaz para reducir las cargas orgánicas y de nitrógeno en los efluentes de los mataderos.

Vásquez (2019) en “*Aplicación de un sistema de electrocoagulación con electrodos de aluminio y hierro a nivel de laboratorio para reducir. parámetros fisicoquímicos en el camal S.A.G.E.I.S.A en el 2018*”, **concluye** que el tratamiento T6 (30 V, 15 g/L de NaCl y 30 min de tiempo) resultó ser el tratamiento óptimo, reduciendo la DBO₅ en un 97,2 %, TSS en un 94,55 %.

Nolasco (2018) en su artículo “*Impactos de la Descarga de Aguas Residuales Líquidas del camal del Municipio de Nueva Cajamarca en el Ecosistema Acuático del*

Canal Galindona” **concluye** que el municipio de Cajamarca debe adoptar de manera inmediata tecnologías apropiadas basadas en los principios de ecoeficiencia. Reducir el consumo de agua. Así como dar valor agregado a los residuos generados durante el trabajo, pues al ser removidos sin tratamiento previo, afectan directamente el medio ambiente y la salud de los organismos vivos, plantas y personas.

Bocángel (2018) en *Evaluación de parámetros fisicoquímicos en biorreactores anaerobios para optimizar el tratamiento de aguas residuales de mataderos del municipio de Calca-Cusco, 2017-2018*, **concluye que** al caracterizar inicialmente el agua residual del camal, este presentaba valores muy altos de DBO₅, DQO, y SST, es decir presentan alta carga orgánica y que al implementar un reactor biológico anaeróbico los resultados muestran que para el caudal de 641,6 L/día existe una eficiente eliminación de la materia orgánica

Ramírez y Quispe (2017) en “*Tratamiento del agua residual del matadero de Carhuaz con tecnología de lodos activados*”, se **concluyó** que las propiedades fisicoquímicas del agua durante tres días (07:00, 11:00 y 13:00 horas) presentó un parámetro de mayor concentración (DBO₅= 1 840 ppm, DQO = 2525 ppm, TSS = 1146 ppm, P_{total} = 2,66 ppm y N_{total} = 13 ppm), el flujo fue mayor a 11:00 (20 m³/h).

Espinoza (2017) en "*Alternativas para el tratamiento de aguas residuales municipales del distrito de Tuman*" presenta un sistema de tratamiento de aguas residuales donde el agua tratada se puede reutilizar para el riego de plantas de tallo. **concluye** que se obtuvieron los siguientes parámetros: DBO: 7,36 mg/L, DQO: 24,77 mg/L, SST: 0,36 mg/L, Aceite: 0,82 mg/L, Coliformes totales: 450 NMP/100 mL, Grupo de coliformes fecales: 65 MPN/100 ml). Con el método de limpieza propuesto, los desechos se reducen al máximo y se eliminan, lo que reduce la contaminación del agua que fluye directamente a las zanjas, mejorando así las condiciones ambientales y protegiendo la salud humana.

Chávez et al. (2016) en un estudio sobre las “*Características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales en la ciudad amazónica de Chachapoyas*”

concluyó que los parámetros microbianos no corresponden a ninguna de las categorías analizadas. El índice ICOMI representa el nivel más alto de contaminación en el sitio de muestreo del río Santa Lucía, seguido de sitios de muestreo aguas abajo de la desembocadura del río Sonche. El impacto negativo de las aguas residuales en las redes hidrológicas se manifiesta principalmente a nivel microbiano, el punto que presentó mayor concentración fue el que se encontraba en la confluencia con la quebrada Santa Lucía.

Regional

Cajas (2019) en “*Determinación del índice de calidad de agua de las cabeceras de Cochatama - Centro Poblado Huánuco 2019*” **concluyó** que el punto 1 cumple con los parámetros microbiológicos y físico químicos especificados en el DS 004-2017 MINAM en términos de turbidez, dureza y conductividad. Los puntos 2, 3, 4 corresponden a los parámetros químicos y físicos, pero no a los parámetros microbiológicos especificados en la Norma Ambiental de Calidad del Agua (ECA), debido a que el número total de bacterias coliformes después del análisis superó el límite máximo permitido.

Alvino (2019) en el trabajo “*Eficiencia de la electrocoagulación a nivel de laboratorio en el tratamiento de aguas residuales de matadero municipal en Tingo María*” **concluyó** que la aplicación de electrocoagulación a las aguas estudiadas podría eliminar DBO, sólidos totales, nitratos y fosfatos. Los parámetros son: temperatura 75 °C, intensidad de corriente 5A, tiempo 15 minutos, tasa de eliminación de DBO5 96,28%, sólidos totales 97,8%, nitratos 70,2%, fosfatos 63,2%.

Suárez et al. (2019) en “*Calidad del agua y satisfacción en la comunidad universitaria de la Universidad Nacional Agraria 2019*” **concluyó** que los arroyos Cochero, Córdova y Naranjal son aptos para el consumo humano y tienen una conexión positiva con la comunidad universitaria. Por tanto, la calidad del agua no tiene nada que ver con la satisfacción.

Alarcón y Ñique (2016) en el “*índice de calidad del agua NSF para los humedales de la laguna Los Milagros (Tingo María, Perú)*” **concluyeron** que los parámetros de nitratos y fosfatos totales superaban las categorías demográficas, recreativas y de protección ambiental de la fauna acuática debido al crecimiento de algas. Eutrofización debido a las plantaciones de piña y los pastos circundantes.

2.2. Bases teóricas

Características de las aguas residuales

Es fundamental el conocimiento de la naturaleza del agua residual para el diseño de la estructura y de tratamiento y la evacuación de las aguas residuales, así como para la gestión de la calidad ambiental. Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. Muchos de los parámetros están relacionados entre ellos, así, la temperatura afecta tanto a la actividad biológica como a la cantidad de gases disueltos en el agua residual.

Dentro de las propiedades físicas e las aguas residuales se tienen:

Color: Aguas residuales domésticas e industriales, degradación natural de materia orgánica

Olor: Agua residual en descomposición, residuos industriales

Sólidos: Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas

Temperatura: Aguas residuales domésticas e industriales

Dentro de los constituyentes químicos orgánicos se tienen:

Carbohidratos: Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales

Grasas animales, aceites: Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales y grasa.

Pesticidas: Residuos agrícolas

Fenoles: Vertidos industriales

Proteínas: Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales

Contaminantes prioritarios: Aguas residuales domésticas, industriales y

comerciales

Agentes tensoactivos: Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales

Compuestos orgánicos volátiles: Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales

Otros: Degradación natural de materia orgánica

Dentro de los contaminantes químicos inorgánicos de tienen:

Alcalinidad: Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea

Cloruros: Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea

Metales pesados Vertidos industriales

Nitrógeno: Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas

Ph: Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales

Fósforo: Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales; aguas de Escorrentía

Contaminantes prioritarios: Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales

Azufre: Agua de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales

Gases: Sulfuro de hidrógeno Descomposición de residuos domésticos

Metano: Descomposición de residuos domésticos

Oxígeno: Agua de suministro; infiltración de agua superficial

Constituyentes biológicos:

Animales Cursos de agua y plantas de tratamiento

Plantas: Cursos de agua y plantas de tratamiento

Protistas: Eubacterias Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento

Arqueobacterias: Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento

Virus: Aguas residuales domésticas

Aguas residuales de mataderos

Se caracterizan por contener sangre, rumen, pelo, grasa y proteína. El agua residual resultante tiene una materia orgánica moderadamente alta, DBO y carga de nutrientes (sangre) con cantidades significativas de sólidos en suspensión (rumen), grasa y aceite, así como descargas líquidas de las operaciones de escaldado y lavado. Recintos, equipos de limpieza y salas.

Dentro del proceso de faenamiento se encuentran puntos donde se genera la contaminación y se generan en las siguientes fases:

- Recepción y limpieza de animales: el agua en esta etapa contiene residuos de productos de limpieza y residuos orgánicos de orina y heces.
- Estabulación: en esta etapa el animal orina y defeca, por lo que el agua residual contiene heces y orina, el agua utilizada para limpieza de los establos en esta etapa es de 5 y 15 L/m².
- Sangrado incluso con el método de extracción de sangre, siempre habrá pérdida de gotas, lo que provocará la contaminación del agua con materiales orgánicos.
- Operaciones que extirpan piel, pelo u otras partes
- Procesado de carnes, vísceras e intestinos: El agua obtenida durante el procesado contiene grasa, sangre, lodos, trozos de carne, pelo, etc.
- Lavado: esta actividad produce grandes cantidades de agua que contienen materia orgánica y residuos de los agentes de limpieza y desinfección utilizados. Se estima que el consumo diario de agua de limpieza en los mataderos es de 5 L/m².

Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual del camal

Pueden variar dependiendo de varios factores, como el tamaño del matadero, los procesos de limpieza utilizados y la composición de las especies animales procesadas, es importante tener en cuenta que estos valores pueden variar en función de la ubicación geográfica, las prácticas de manejo de los camales y los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizados. Estos valores son solo ejemplos y es necesario realizar análisis específicos en cada camal para determinar los parámetros fisicoquímicos de su agua residual.

Los parámetros comunes que evaluar en el agua residual de los camales comprenden:

La temperatura, es una medida de la energía térmica del agua. Está relacionada con la velocidad de movimiento de las moléculas de agua y se rige por las leyes de la termodinámica.

El pH mide la acidez o alcalinidad del agua, indica la concentración de iones de hidrógeno (H) presentes en el agua. Se presentan en una escala de 0 a 14, siendo neutro el pH 7, ácido pH menor de 7 y básico, mayor a 7. El pH está relacionado con el carácter ácido-base y el equilibrio iónico del agua.

La DQO es un indicador del contenido de material orgánico en las aguas residuales. La DQO puede ser alta en los camales porque contienen trazas de sangre, grasa y otra materia orgánica.

La DBO es un índice que indica cuánto de oxígeno necesitan los microorganismos para descomponer el material orgánico en las aguas residuales. Al igual que la DQO, la DBO puede ser alta debido a la carga orgánica en el matadero.

Los sólidos suspendidos totales (SST) son aquellas partículas sólidas que se encuentran suspendidas en las aguas residuales. Pueden incluir restos de carne, huesos y otros materiales sólidos presentes en los camales.

Aceites y grasas: Los mataderos generan una cantidad significativa de aceites y también grasas, especialmente de los procesos de desollado y despiece de los animales. Pueden estar presentes en el agua residual y por tanto deben ser tratados adecuadamente.

El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno molecular (O_2) que se encuentra presente en el agua. Es esencial para la vida acuática y se ve afectado por factores como la temperatura, la presión atmosférica y la actividad biológica. El comportamiento del oxígeno disuelto involucra la teoría de la termodinámica y las leyes para la disolución de gases en líquidos.

La turbidez mide la claridad óptica del agua relacionada con la cantidad de partículas suspendidas en el agua. Estas partículas pueden ser sólidos en suspensión, microorganismos, materia orgánica, entre otros. La turbidez se basa en los principios de la dispersión y la absorción de la luz en medios coloidales y la interacción entre la luz y las partículas en suspensión

Los parámetros microbiológicos del agua residual de los camales son importantes por la posible presencia de microorganismos que tienen un potencial de patogenicidad que pueden representar riesgos para la salud humana y ambiental, se debe tener en cuenta que los parámetros microbiológicos que pueden variar con la eficacia de los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizados en los camales. Para garantizar la seguridad y cumplir con los estándares requeridos, es necesario implementar medidas adecuadas de tratamiento y desinfección del agua residual antes de su liberación al medio ambiente.

Los parámetros microbiológicos del agua son medidas que evalúan la presencia y concentración de microorganismos en el agua. Las bases teóricas de estos parámetros están fundamentadas en los principios de la microbiología y la ecología microbiana. Incluyen microorganismos indicadores, que son organismos que indican la posible presencia de microorganismos patógenos. Ejemplos: *Coliformes fecales* y la *Escherichia coli* (E. coli) que son utilizados como indicadores de contaminación fecal, su presencia indica posible presencia de patógenos que se encuentran asociados con enfermedades transmitidas a través del agua.

Características del agua

La calidad del agua lo determinan sus características físicas, químicas y biológicas que dependen de factores como: temperatura, contenido en mineral disueltos y cantidad de bacterias que posee. A partir de esta información, se decide qué uso puede tener: industrial, doméstico, consumo humano, etc.

Cuando los parámetros mencionados cambian a causa de la contaminación, la calidad del agua se ve afectada. La introducción de sustancias químicas o microorganismos no deseados produce cambios en su composición que pueden afectar gravemente la salud del entorno y de quienes la consuman.

Las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua son:

Desechos industriales: todavía existe un gran número de empresas en el mundo que vierten sus residuos a ríos o mares sin tratar de forma adecuada.

Calentamiento global: el cambio climático influye en la contaminación del agua. Cuando un ecosistema sufre temperaturas por encima de las habituales, la composición del agua se altera debido a que disminuye la cantidad de oxígeno.

Uso de pesticidas en la agricultura: las granjas y la agricultura descargan químicos, fertilizantes, materia orgánica y otros residuos al agua.

Deforestación: causa la aparición de bacterias y sedimentos bajo el suelo y la consecuente contaminación del agua subterránea.

Derrames de petróleo: los vertidos de crudo y sus derivados se deben al transporte deficiente del petróleo y a la filtración de la gasolina, que es almacenada en tanques que se encuentran bajo tierra.

El problema del agua en nuestros tiempos es un problema mundial ya que el 90% del agua que se vierten a los ríos, no han sido tratadas, sin depurar. Por tanto, se están vertiendo agua contaminada que se convertirá en veneno para todos los ecosistemas, las especies que la habitan y sobre todo para los humanos.

Para evaluar la calidad del agua y su contaminación se utilizan análisis de laboratorio a través de los cuales se analizan las características físicas como el olor, sabor, color, temperatura, pH o turbidez. Las características químicas como los niveles de aluminio, mercurio, plomo, hierro, fluoruro, cobre, cloruro, sulfatos y las características biológicas que permitirán darnos a conocer el estado ecológico de un sistema acuático se analizan el contenido de algas, bacterias, hongos, mohos y levaduras.

Tratamiento de aguas

Tiene la finalidad de reducir o eliminar la contaminación o las características no deseadas que tiene el agua. Son procesos físicos, químicos y biológicos a través de los cuales se eliminan los contaminantes presentes en el agua con el objetivo de lograr que el agua posea las características adecuadas que cumplan los requerimientos para el uso al que se destine.

Depuración del agua

La depuración del agua residual que proviene de los núcleos urbanos o industrias se realiza en una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) que imitan los procesos de depuración que se producen en forma natural en los ríos, pero haciéndola en forma automatizada y exhaustiva.

El primer paso consiste en eliminar todos los sólidos del agua (ramas o piedras, restos de arena, grasa o aceites que se encuentran en suspensión en el líquido). Luego se aplica un tratamiento biológico con la finalidad de eliminar materia orgánica presente en el agua. Finalmente se eliminan los agentes patógenos.

Los Gobiernos, las Administraciones y las empresas deben ser los encargados de llevar a cabo estrategias y acciones para asegurar que la calidad del agua que llega a las personas y a la agricultura sea la adecuada.

Entre las técnicas para mejorar la calidad del agua se tienen:

- Revisar qué actividad humana o industrial afecta al agua.
- Estudiar en qué forma la contaminación hídrica afecta a los ecosistemas acuáticos y terrestres, su cadena alimentaria y salud humana, etc.
- Evaluar la calidad de aguas subterráneas, aguas superficiales y demás recursos hídricos.
- Reducir el uso de contaminantes químicos que acaban en ríos, lagos y océanos.
- Depurar el agua eliminando los contaminantes, residuo sólido, orgánico y patógenos.

2.3. Bases conceptuales

Aguas residuales de camales

Las aguas residuales de los mataderos son un grave problema para el medioambiente por su alta concentración de sustancias orgánicas disueltas y suspendidas, están compuestas por proteínas y sus productos de descomposición como son los ácidos orgánicos volátiles, las aminas y otros compuestos orgánicos que contienen nitrógeno y contienen una determinada concentración de sustancias

orgánicas como grasa que es una molestia grave. Son materiales procedentes de residuos domésticos o de procesos industriales que no pueden eliminarse directamente sin un tratamiento previo por razones de salud pública, económicas o estéticas (**Aguas residuales, 2019**).

Barraza y Palpa (2011) mencionado por **Nolasco 2018** p 10) indican que:

Los residuos de camales contienen un alto contenido de materia orgánica, que requiere oxígeno para su oxidación biológica, lo que incide en su agotamiento en la zona de agua receptora, pudiendo en muchos casos eliminar el oxígeno, afectando la vida acuática de los peces, los parámetros más afectados por la contaminación son: demanda bioquímica de oxígeno (BOD5), sólidos suspendidos totales (TSS), lípidos, pH, coliformes fecales, nitrógeno orgánico y, a veces, amoníaco.

Potencial de hidrógeno (pH).

Es muy importante en la calidad del agua natural y de las aguas residuales. Los rangos de concentración para la presencia y desarrollo normal de la mayoría de la vida biológica son bastante estrechos y críticos (DIGESA, s.f.).

Temperatura

Es un importante parámetro que afecta a la velocidad de las reacciones y reacciones químicas, los organismos acuáticos y la utilidad del agua para fines beneficiosos (Delgadillo et al. 2010 citado por **Espinoza, 2017**). Calderón (2004) afirma que la temperatura del agua es muy importante toda vez que los organismos necesitan condiciones de temperatura adecuadas para realizar sus funciones fisiológicas. Este parámetro afecta el comportamiento de otros parámetros como el pH y la conductividad.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Según **Álvarez, Panta, Ayala y Acosta (2008)**, la DBO es el nivel de oxígeno que se necesita para la destrucción, estabilización o degradación de la materia

orgánica en una muestra de agua como resultado de la actividad bacteriana. Mide la cantidad de oxígeno que se necesita para la oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua mediante oxidación aeróbica (Raffo y Ruiz, 2014). Expresada en mg O₂/L, esta puede ser: demanda bioquímica de oxígeno total (DBOT), que viene a ser la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar completamente la materia orgánica biodegradable y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en cinco días (Acosta, 2016). Viene a ser cuanto de oxígeno es lo que necesitan los microorganismos para poder eliminar o biodegradar los materiales orgánicos en 5 días a 20 °C. La DBO se puede utilizar para medir la eficiencia del tratamiento, es decir cuanto oxígeno es lo que necesitan los microorganismos para poder eliminar o descomponer la materia orgánica en 5 días a 20 °C. La DBO se puede utilizar para medir la eficacia del tratamiento (López, 2011)

Nitrógeno total.

La compleja química del nitrógeno y el origen de sus diversas formas en el agua se deben a muchas causas naturales. Sin embargo, su aparición ha aumentado debido a la actividad humana, que altera el funcionamiento normal del ciclo del nitrógeno (Cárdenas y Sánchez, 2013).

Total, de sólidos suspendidos.

Viene a ser la cantidad total de residuos no filtrables en un filtro estándar. Cuando se vierten aguas residuales sin tratar al medio acuático, pueden producirse deposiciones de lodos y condiciones anaeróbicas (Universidad Nacional de Colombia, 2006 citado por Núñez y Bustamante, 2012).

Aceites y grasas

Son sustancias poco solubles que flotan en el agua porque no se mezclan con el agua, forman capas de espuma, crema y espuma, así como capas iridiscentes. Son los principales lípidos de las aguas residuales y pueden dificultar el tratamiento

físico o químico. Bloquean la entrada de oxígeno en el agua a las células y la entrada de dióxido de carbono a la atmósfera, lo que hace que el proceso de tratamiento biológico anaeróbico sea ineficaz (**Romero, 2002**).

Turbidez

Las propiedades ópticas de las suspensiones hacen que la luz viaje hacia adelante en lugar de a través de la suspensión y pueden ser causadas por materiales suspendidos de diversos tamaños, dentro de ellos las dispersiones coloidales o las partículas de mayor tamaño, incluidas arcillas, sedimentos, materia orgánica e inorgánica, plancton y microorganismos (**Romero, 2002**).

Conductividad

La conductividad del agua expresa en forma numérica la capacidad para conducir la electricidad dependiendo de la concentración de sustancias ionizadas que están disueltas en el agua y la temperatura de la medición. Por tanto, un cambio en la cantidad de solutos, el movimiento de los iones disueltos y el estado de valencia llevan a un cambio, por ello los valores de conductividad son muy utilizados en el análisis de agua para estimar rápidamente la concentración de sólidos disueltos (**Romero, 2002**).

Coliformes termo tolerantes

Debido a su capacidad para soportar altas temperaturas, se denominan resistentes al calor. Dada la característica de crecimiento a temperaturas más altas, sería más correcto definir esta subpoblación como separada de los coliformes totales. (Ciencia y Tecnología para el desarrollo- **CYTED, s.f.**).

El agua

El agua es un recurso natural renovable de mucha importancia y útil en términos de desarrollo sostenible, para el mantenimiento de todos los sistemas y para la seguridad nacional en todas las actividades humanas. Por otro lado, el agua potable es

agua cuyas propiedades físicas, químicas y microbiológicas han sido refinadas para uso alimentario. (MINAM, 2012).

Calidad del agua

La calidad del agua es uno de los mayores problemas sociales de la actualidad. La disminución de la calidad del agua causa problemas ambientales, sociales y económicos inmediatos. La disponibilidad de los recursos hídricos en el mundo es cada día más limitada por la creciente contaminación del agua causada por la eliminación de aguas residuales con poco o ningún tratamiento. (UNESCO, 2009)

Parámetros fisicoquímicos del agua.

Los indicadores más importantes para medir la calidad del medio ambiente acuático son: la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica, la concentración de oxígeno disuelto y otros parámetros fisicoquímicos. Las bases teóricas de estos parámetros se basan en los principios de la física y la química que rigen el comportamiento y las propiedades del agua, y cómo estos parámetros afectan la salud de los ecosistemas acuáticos.

El Decreto Supremo No. 004 - 2017-MINAM determina los parámetros físicos, químicos y biológicos para conocer la concentración o grado de elementos en fuentes receptoras de aguas residuales. Estos parámetros indicadores de calidad ambiental estándar del agua se dividen en cuatro categorías: a) Categoría 1: para uso de residentes y recreación; b) Categoría 2: para operaciones costeras; c) Categoría 3: para riego de hortalizas y agua potable para animales; 4) Protección del medio ambiente acuático. Sin embargo, cabe señalar que el propósito de los estándares de calidad ambiental es determinar la buena calidad de los cuerpos de agua para las personas y el medio ambiente. (Espinoza, 2017).

El índice de calidad ambiental

Es una herramienta esencial en la gestión de la calidad ambiental de los recursos hídricos, permite hacer conocer y brindar información sobre la calidad del

agua a las instituciones y al público. Es una determinación genérica para comparar las condiciones del agua y sus tendencias espaciales y temporales subyacentes. Se evalúa en una escala de 0 a 100, donde 0 (cero) indica mala calidad del agua y 100 indica buena calidad del agua

La gestión mundial respecto a la calidad del agua ha evolucionado a lo largo de los años y algunos países han desarrollado encuestas e indicadores para medirla, lo que llevó a la introducción del Índice de Calidad del Agua. Desde 2009, ANA es la encargada de monitorear la calidad de todos los recursos hídricos superficiales y de evaluar la calidad de sus recursos naturales según las categorías determinadas por la institución de control de acuerdo con el Estándar de Calidad Ambiental del Agua (ECA del Agua). (Ministerio de Agricultura y Riego – Autoridad Nacional del agua, s.f.).

2.4. Bases filosóficas

Para el antropocentrismo de Kant, los humanos son los únicos seres racionales en la naturaleza, los sujetos y objetos exclusivos de la moral, y los únicos portadores de la dignidad y, por tanto, del derecho a tener derechos, que son su traducción jurídica.

Ante esto, el ecocentrismo amplía las consideraciones sobre las comunidades morales, a partir de una visión holística del ser humano, y extiende las ideas antropocéntricas sobre el daño y, por ende, nuestro monopolio como sujetos de derecho, y sugiere cuestionar la sexualidad. El ecológico también implica relaciones competitivas y depredadoras que involucran a individuos (**Gudynas, 2011**).

Por tanto, respetar sus intereses y sus fines es respetar una parte de lo que soy, que es respetar a los demás, sintientes o no, que forman la red de vidas posibles, que se construye en un camino compartido con los seres.

En el ecocentrismo la naturaleza tiene una visión dialéctica. Es decir, en contraste con el tratamiento antropocéntrico instrumental de la naturaleza, la naturaleza tiene roles activos y pasivos en su relación con los humanos. Su enfoque es teleológico, centrándose en los ciclos de vida de la naturaleza y los procesos biogeoquímicos y físicos que crean las condiciones que hacen posible la vida en la

Tierra y de los que los humanos somos parte. Los derechos de la naturaleza no olvidan que las dinámicas ecológicas implican también relaciones competitivas y depredadoras que también involucran a los humanos (**Gudynas, 2011**).

Por tanto, respetar sus intereses y sus fines es respetar una parte de lo que soy, que es respetar a los demás, sintientes o no, que forman la red de vidas posibles, que se construye en un camino compartido con los seres.

En definitiva, pretende redefinir el significado de "humano". Superar la visión de un sujeto "racional independiente" ajeno a la naturaleza y responder a la interacción y cooperación con el mundo natural que nos permita ser y convertirnos en quienes nos definen. Construir una nueva clasificación. Por tanto, la persona llamada no es sólo un antropocentrista. Como lo ha señalado la Corte Suprema de Colombia, esto también se basa en el respeto a la parte de nosotros que está formada por la naturaleza.

El antropocentrismo se centra en la creencia de que los humanos son superiores al resto de la naturaleza, por lo que los humanos son vistos como los legítimos dueños de la naturaleza y, por lo tanto, pueden explotarla para sus propios fines. La naturaleza es valiosa porque contribuye a la calidad de la vida humana al satisfacer sus necesidades físicas y materiales.

Por el contrario, el pensamiento ecocéntrico supone que la naturaleza tiene un valor inherente, sea o no útil para los humanos. En este sentido, los ecocéntricos valoran la naturaleza misma (Escobar 2008, mencionado por **Cresci (2018)**).

2.5. Bases epistemológicas

La teoría científica del medio ambiente y el desarrollo sostenible es parcialmente conocida porque data del año 1970, se encuentra expresada en tratados, congresos internacionales, nacionales, etc., y comparada con otras disciplinas y ciencias se puede considerar parcialmente conocida. Los temas de investigación cubren todas las variantes de ambas teorías en discusiones desde el positivismo hasta la fenomenología y desde lo cuantitativo hasta lo cualitativo.

El conocimiento del medio ambiente y el desarrollo sostenible incluye:

Conocimientos científicos y teóricos sobre el medio ambiente. Se describe y explica como la ciencia de los hechos naturales a través de la teoría ambiental. Comprender el medio ambiente a través de la acción o aplicaciones prácticas. La tarea de este conocimiento es introducir principios, teorías y normas jurídicas. Estos conocimientos corresponden directamente a los operadores que trabajan en instituciones relacionadas con el medio ambiente.

Aprende sobre el medio ambiente y el desarrollo sostenible a través de experiencias cotidianas. Este conocimiento surge de la comprensión de que los miembros de la sociedad tienen un orden fijado por su entorno en el que se sumergen, este conocimiento básico común es considerado un elemento básico de la vida humana.

Es útil preguntar los siguientes tipos de conocimiento sobre la pregunta de investigación propuesta:

Información científica sobre medio ambiente y desarrollo sostenible, es decir, descripción e interpretación de las aguas residuales, su composición y la calidad del medio acuático, así como parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Garantizaremos la protección del agua, incluida la preservación y protección de las fuentes de agua, los ecosistemas y los valores naturales, mediante la aplicación de las normas reglamentarias de las instituciones estatales sobre eliminación de aguas residuales y calidad ambiental de los cuerpos de agua. Para ello deberán coordinarse con las autoridades competentes.

Conocimiento de la población sobre el tratamiento de aguas residuales de mataderos; es decir, cuál es su posición frente a los casos especiales de la administración del municipio de Leoncio Prado y la protección de las fuentes de agua.

La ontología ambiental se encarga de determinar la existencia de los objetos de estudio, la naturaleza, el medio ambiente y el desarrollo sostenible, es decir, la reflexión filosófica de las cuestiones ontológicas, que es continua con las cuestiones científicas. Respecto al tema de investigación, la correcta conceptualización del

problema de las aguas residuales y la calidad ambiental del agua, al ser objetos reales, se reflejará filosóficamente en su composición y propiedades fisicoquímicas. Microbiología del Agua del Río Huallaga.

La axiología ambiental trata de los principios éticos de justicia, autonomía y utilidad, ya que la investigación implica muestreo y análisis, o la aplicación de valores y principios éticos, ya que falsificar acuerdos y resultados violaría la ética y la moral ambientales.

Respecto de las preguntas de investigación, se aplicarán en consecuencia los principios éticos especificados por la autoridad competente, los cuales no excluyen los protocolos de muestreo, y los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizarán conforme a principios éticos y morales, sin aplicar criterios de exclusión por cuenta propia. Luego proporcione una crítica honesta e imparcial de los resultados y, si es necesario, sugiera cambios significativos.

2.6. Bases antropológicas

Basado en conceptos antropológicos abiertos a la multidimensionalidad o diversidad de la expresión humana, busca anclar el trabajo de investigación en una perspectiva holística de las ciencias ambientales. La educación ambiental es considerada una dimensión universalmente reconocida, por ser una actividad que transmite el patrimonio de la diversidad de la expresión humana a las nuevas generaciones. Dado que una persona por naturaleza puede sobreestimar o subestimar ciertas dimensiones de sí misma y crear distorsiones que finalmente la debilitan y limitan, se propuso la educación ambiental integrada como una alternativa regulatoria que requería un reflejo equilibrado de estas dimensiones, lo que significa una especie de cualidad filosófica del ambiente.

Desde un punto de vista antropológico, reflexionar sobre el entorno de nuestra práctica cultural es considerar los temas que son importantes en la producción etnográfica. El medio ambiente se presenta como un reflejo entre la antropología y la tensión clásica entre los dos polos de nuestra sociedad (naturaleza y cultura). Es

imposible pensar en el medio ambiente y reflexionar sobre el propio entorno sin una referencia clara a la naturaleza. Sin embargo, para comprender el fenómeno ambiental y la necesidad de responder a él de alguna manera, es necesario primero comprender cómo la antropología puede ayudar tanto a comprender nuestra relación con la naturaleza como a influir en el mundo natural. (Santamaría, 2008).

CAPÍTULO III. SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. Formulación de la hipótesis

3.1.1. *Hipótesis general*

La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal y la calidad ambiental del agua del río Huallaga en Tingo María no varían significativamente.

3.1.2. *Hipótesis específicas*

- a) La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal de la ciudad de Tingo María, no presentan diferencia significativa al ingreso y a la salida de las pozas de sedimentación.
- b) La calidad ambiental del agua del río Huallaga no presenta diferencia significativa antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación de aguas residuales en el camal de Tingo María.

3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Variable	Dimensión	Indicador	Tipo	Categoría/ valores	Ítems/instrumento
Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal	Parámetros físicos:	a) Potencial de hidrógeno b) Temperatura c) Turbidez	Cuantitativa Continua Escala de intervalo	a) pH: 0-14 b) °C: 0 a mas c) Unidades nefelométricas de turbidez (NTU): 0 a mas	<ul style="list-style-type: none"> - Métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales - Límites máximos permisibles - D.S. 004-2017-MINAM Equipos - Potenciómetro - Termómetro - Turbidímetro - Conductímetro Estufa- - Protocolo de laboratorio: Recuento de microorganismos Equipo: Incubadora
	Parámetros químicos:	a) Conductividad b) Oxígeno disuelto c) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) d) Sólidos suspendidos totales	Cuantitativa Continua Escala de intervalo	a) S/m: 0 a mas b) mg/L: 0 a mas c) mg/L: 0 a mas d) mg/L: 0 o más	
	Parámetros Microbiológicos	a) <i>Coliformes termo tolerantes</i> b) <i>Coliformes totales</i>	Cuantitativa Discreta Razón	Número máximo permisible (NMP/100mL)	
Calidad ambiental del agua	Calidad ambiental	Índice de calidad ambiental para recursos hídricos superficiales (ICARHS)	Cualitativa Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente 95 a 100 - Buena 80 a 94 - Regular 65 a 79 - Mala 45 a 64 - Pésima 0 a 44 	Datos del monitoreo de agua del río Huallaga (ANA) D.S. 004-2017-MINAM

3.3. Definición operacional de las variables

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal

Las aguas residuales contienen muchos componentes diferentes se pueden dividir en: físicos, químicos y microbiológicos para determinar la carga orgánica y en sólidos que transportan y poder aplicar el tratamiento más efectivo para dichas aguas residuales. Los parámetros de evaluación más importantes para el procesamiento en mataderos son: DBO5, DQO, pH, TSS, aceites y grasas, coliformes totales y fecales, turbidez, SDT, color, temperatura.

Los parámetros tanto físicos, químicos o microbiológicos del agua residual del camal fueron evaluados en muestras tomadas de las canaletas de descarga antes y después del ingreso a las pozas de tratamiento en tres días y horas de mayor actividad del camal.

Calidad ambiental del agua

La calidad ambiental del agua del Río Huallaga fue determinada a través del índice de calidad ambiental para recursos hídricos superficiales (ICARHS) fórmula diseñada por el Consejo Canadiense de ministros del Medio Ambiente (CCME WQI) cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{CCMEWQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. **Ámbito de estudio**

El área de estudio fue la ciudad de Tingo María, región Huánuco, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado. Se ubica en la parte central y oriental del territorio, en la margen derecha del río Huallaga. El clima es cálido y húmedo y pertenece al clima tropical. La distancia es de 135 kilómetros de la ciudad de Huánuco. Geográficamente, la ciudad de Tingo María se encuentra ubicada a 647 metros sobre el nivel del mar y sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 75°53'00" de Longitud Oeste y los 09°18'00" de Latitud Sur.

El área de estudio se ubica en el Camal de Tingo María, administrado por la Municipalidad de Leoncio Prado.

4.2. **Tipo y nivel de investigación**

4.2.1. *Tipo de investigación*

Fue aplicada porque se utilizaron los conocimientos de la ciencias físicas y química para la verificación de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos antes y después del tratamiento en las pozas de sedimentación, cuyos resultados servirán para realizar las respectivas correcciones para su optimización. Según Ander-Egg (2011), la investigación aplicada está estrechamente relacionada con la investigación básica, ya que depende del descubrimiento y el progreso de ésta, son investigaciones preocupadas en las soluciones de problemas su interés es la aplicación y uso del conocimiento.

4.2.2. *Nivel de investigación*

Fue analítica explicativa por cuanto se buscó comprobar que el tratamiento que reciben las aguas residuales del camal no aseguran el cumplimiento de la normativa

para el ingreso al sistema de alcantarillado determinando los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal al ingreso y a la salida de las pozas de sedimentación, así como demostrar que la calidad ambiental del agua del río Huallaga entre los años 2015 y 2021, condiciones de antes y después de la implementación del tratamiento de las aguas residuales del camal municipal no han variado efectivamente. Esto es apoyado por Carrasco Díaz (2006) quien sostiene que a través de este tipo de investigaciones podemos aprender por qué los hechos o fenómenos de nuestra realidad tienen ciertas características, propiedades o características. En esta clasificación, el propósito de la investigación es analizar un fenómeno particular, interpretarlo en el contexto en el que se presenta, interpretarlo y luego reportarlo (Muñoz, 2011).

4.3. Población y muestra

4.3.1. Descripción de la población

La población considerada fueron las aguas residuales generadas por el Camal Municipal de la ciudad de Tingo María en días de mayor actividad constituido por un volumen de 1000 L al ingreso y salida de las pozas de tratamiento que fueron implementadas en el año 2019. Las fuentes de contaminación de estas aguas son las heces, la orina, la sangre, las pelusas, la suciedad y los residuos de carne y grasa de animales sacrificados, suelos, platos, alimentos no digeridos, despojos y vapores de animales sacrificados. Los desechos del sacrificio contribuyen a esta situación y, además del daño obvio al medio ambiente, también crean un enorme desperdicio de recursos que pueden reciclarse y eliminarse como subproductos del sacrificio.

Según Gutiérrez y De la Vara (2008), una población o universo es un conjunto de posibles individuos, muestras, objetos o medidas que se estudian.

4.3.2. Muestra y método de muestreo

Se obtuvieron 15 muestras de agua residual de 250 mL y 6 muestras de 1000 mL en el punto de ingreso y a la salida de las pozas de tratamiento en 3 días de mayor

actividad del camal, los que fueron utilizados para los diferentes análisis fisicoquímicos realizados en los laboratorios Segesa de la ciudad de Lima y en los laboratorios de la Universidad nacional Agraria de la Selva.

El muestreo utilizado fue el no probabilístico por conveniencia. Es la muestra que está disponible en el tiempo o periodo de investigación. Según **Hernández-Sampieri (2013)**, las muestras no probabilísticas pueden también llamarse muestras dirigidas, pues la elección de casos depende del criterio del investigador.

Tabla 2. *Muestras para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual*

Pto. Muestreo	N° muestras	Volumen mL	Día 1 (mL)	Día 2 (mL)	Día 3 (mL)	TOTAL (mL)
P1	15	250	1250	1250	1250	3750
	6	1000	2000	2000	2000	6000
P2	15	250	1250	1250	1250	3750
	6	1000	2000	2000	2000	6000

P1: Antes del ingreso a las pozas de tratamiento. P2: A la salida de las pozas de tratamiento

4.3.3. Criterios de inclusión y exclusión

Fueron incluidas las aguas residuales del camal que se vierten a las pozas de tratamiento y las que salen de éstas después del tratamiento, en muestras tomadas en 3 días de mayor actividad del camal, así como los resultados del monitoreo del agua del río Huallaga que realizó la ANA en los puntos de monitoreo RHual 17 (Río Huallaga, aproximadamente a 50 m aguas abajo del puente CORPAC, margen izquierda) y RHual 18 (Río Huallaga, aproximadamente a 100 m aguas abajo del botadero "La Muyuna" margen derecha en los años 2015 y 2021..

Fueron excluidas las aguas residuales que provienen de las canaletas generadas en otros días que no estaban dentro de los definidos para el muestreo, igualmente los

parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que no corresponden a la Categoría 4 de clasificación de las aguas de ríos de la selva.

4.4. Diseño de investigación

La investigación fue experimental que de acuerdo con las clásicas categorías de Campbell y Stanley fue preexperimental con pretest y pos-test. Según **Hernández Sampieri et al.** (2013), un pre-experimento se da cuando se aplica un tratamiento a un grupo y después se mide para ver cual es el nivel de influencia en el grupo y no es experimental por cuanto no se manipularon las variables y dependían del estímulo que fueron sometidas las aguas residuales del camal con el tratamiento aplicado.

G O1 X1 O2

Donde G: muestra de agua residual del camal
 O1: observación inicial (parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, del agua residual del camal, antes del ingreso a las pozas)
 X1: Paso por las pozas de sedimentación
 O2: observación final (parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual a la salida de las pozas)

Los métodos de análisis utilizados fueron los siguientes:

- Potenciometría para la determinación del pH
- Termometría para la temperatura
- Conductimetría para la conductividad
- Espectrofotometría para la turbidez
- Incubación para el análisis DBO₅ y numeración de microorganismos).
- Determinación de Aceites y Grasas: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 D, 23rd. Ed. Oil and Grease. Soxhlet Extraction Method.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
- Determinación de Sólidos Suspendidos totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D.

- Determinación de coliformes termoestables según SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation

Selección de los datos del monitoreo del agua del río Huallaga

De los datos del monitoreo del agua del río Huallaga, realizados durante los años 2015 al 2021 en dos puntos: aprox. a 50 m aguas abajo del puente CORPAC margen izquierda y aprox. 100 m aguas abajo del botadero "La Muyuna" margen derecha fueron utilizados para determinar la calidad ambiental del agua, utilizando el ICA, así como como para determinar el historial del comportamiento de los parámetros durante los años 215 al 2021, se seleccionaron aquellos parámetros que se requieren para la evaluación del ICARHS, considerando que el Rio Huallaga está en la categoría 3, según lo indicado por la ANA, los cuales comprende:

Materia orgánica: DBO₅, DQO, OD, coliformes termoestable,
Fisicoquímico metal: pH, As, Al, Mn, He, Cd, Pb, B, Cu.

4.5. Técnicas e instrumentos

4.5.1. Técnicas

Técnicas bibliográficas

Fichaje. Permitió obtener y analizar el contenido de las referencias bibliográficas para la elaboración de la bibliografía.

Técnicas de campo

Análisis de laboratorio. Las muestras obtenidas antes y después del ingreso a las pozas de tratamiento se evaluaron según los métodos estándar de análisis de aguas residuales.

Estadística descriptiva, para determinar las medidas de tendencia central como media y coeficiente de variación de los resultados obtenidos.

Los resultados fueron registrados en fichas de laboratorio, tabulados para luego ser analizados.

Estadística inferencial, para determinar la existencia de significación entre los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos al ingreso y a la salida de las pozas de sedimentación. Se utilizó la prueba t de student para probar la hipótesis de investigación.

4.5.2. Instrumentos

Instrumentos bibliográficos. Fichas de localización: (Autor, año, título, subtítulo si lo hubiera, edición, lugar de ejecución, editorial, paginación). Fichas de contenido: Resumen y Transcripción. Análisis de contenido: Permitirá resumir o transcribir el contenido de las referencias sobre el tema, para elaborar las bases teóricas.

Instrumentos de campo, métodos estándar para el análisis de aguas residuales (determinación de la BDO₅, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, turbidez, nitrógeno total, pH, temperatura), límites máximos permisibles y reporte de resultado de análisis.

4.5.2.1. Validación de los instrumentos para la recolección de datos.

Los instrumentos utilizados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no necesitaron ser validados por cuanto son métodos estándar para el análisis de aguas y aguas residuales que se utilizan en el laboratorio según los métodos analíticos desarrollados por un organismo de normalización reconocido cuyos métodos son aceptados por el sector técnico correspondiente.

El instrumento utilizado para recabar la información de los análisis es validado por la entidad correspondiente, igualmente los registros del ANA sobre el monitoreo que se realiza en entidades acreditadas.

4.5.2.2. Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos.

Los instrumentos de recolección de datos utilizados como son métodos de análisis no requieren determinarse su confiabilidad porque ya está demostrada su efectividad a través de los protocolos aprobados en las normas en los cuales se garantiza la exactitud y la fiabilidad de los análisis del laboratorio. El laboratorio cuenta con supervisión de todos los análisis cuantitativos a través de políticas y procedimientos que sigue el personal del laboratorio. Además, los datos fueron tomados en triplicado y expresados con la debida desviación estándar.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva para determinar los valores medios de los parámetros en estudio al ingreso y salida de las pozas de sedimentación de las aguas residuales, así como una medida de tendencia central como el coeficiente de variación, y se utilizó la estadística inferencial a través de una prueba t para comprobar si los valores medios de los grupos analizados eran similares o no.

Igualmente, con los resultados del índice de calidad ambiental, se utilizó la prueba t de Student para comparar y comprobar la existencia de diferencia significativa entre los valores encontrados antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación en el camal.

Plan de tabulación y análisis de datos

Los resultados promedio de las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales del camal municipal, así como los resultados

del índice de calidad en el periodo antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación del camal fueron presentados en tablas cumpliendo con los requisitos exigidos por las normas y representados en figuras de tipo barra y fueron analizados estadísticamente utilizando la prueba t de Student con una confiabilidad del 95%, utilizando como instrumento el programa Excel y SPSS ver. 24, autorizado por la UNAS.

4.7. Aspectos éticos

Se tuvieron en consideración los principios éticos de autonomía, justicia y beneficencia especialmente referido al trato con las personas que apoyaron en la toma de muestras y los análisis de laboratorio.

La investigación fue **autónoma** porque se tramitaron los permisos correspondientes para el muestreo y se realizaron solicitudes para la obtención de los datos del monitoreo de las aguas del río Huallaga, **justa** porque tanto la toma de muestras como los análisis fueron realizados con los debidos protocolos exigidos, fue **beneficioso** porque no se produjo daño al medio ambiente.

Los valores que guiaron la investigación fueron la honestidad intelectual, respetando los derechos propios de autores de las investigaciones, igualmente con los resultados de laboratorio que se obtuvieron que fueron realizados con responsabilidad ambiental y social.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1. Análisis descriptivo

Los resultados de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua residual del camal al ingreso y a la salida de las pozas de sedimentación se presentan en la Tabla 3

Tabla 3. *Parámetros fisicoquímicos del agua residual del camal al ingreso y a la salida de las pozas de tratamiento*

Parámetro fisicoquímico	Etapa de evaluación	
	Antes	Después
pH	7,74 ± 0,07	7,44 ± 0,02
Temperatura (°C)	27,33 ± 0,58	27,00 ± 0,00
OD (mg/L)	6,38 ± 0,38	6,62 ± 0,42
Conductividad (uS)	12,08 ± 0,09	3,24 ± 0,01
Solidos Suspendidos	1405 ± 1225	480 ± 345
Turbidez (NTU)	107,83 ± 16,25	60,90 ± 49,92
DBO ₅ (mg/L)	1576 ± 811	786 ± 393
Aceites y grasas (mg/L)	895 ± 534	417 ± 375
Fosfatos (mg/L)	4,33 ± 0,58	3,67 ± 1,15
Nitratos (mg/L)	35,00 ± 5,00	30,00 ± 10,00

Los resultados obtenidos de la evaluación de los parámetros microbiológicos del agua residual del camal antes y después del ingreso a las pozas de tratamiento se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. *Parámetros microbiológicos del agua residual del camal al ingreso y a la salida de las pozas de tratamiento*

Parámetro Microbiológico	Etapa de evaluación	
	Antes	Después
Coliformes Termotolerantes (NMP/ 100ml)	$2,26 \times 10^3 \pm 0.15 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3 \pm 0.10 \times 10^3$
NMAV (Ufc/mL)	62000 ± 23065	23000 ± 15132
Hongos y levaduras (Ufc/mL)	49000 ± 45133	6000 ± 2000
Staphilococcus	-	-
Inv. Salmonella	-	-

Los resultados de la determinación del ICA del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de tratamiento se presenta en la Tabla 5

Tabla 5. *Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga, antes y después de la implementación de las pozas de tratamiento*

Etapa de evaluación	Índice calidad ($\bar{x} \pm DE$)
Antes (2015-2018)	$38,29 \pm 15,10$
Después (2019-2021)	$44,18 \pm 15,28$
Total	$41,66 \pm 14,92$

Los resultados de la determinación del ICA del agua del río Huallaga según el punto de muestreo y en la Tabla 6 y por año de evaluación en la Tabla 7.

Tabla 6. *Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga, según los puntos de muestreo.*

Etapa de evaluación	Índice calidad ($\bar{x} \pm DE$)
RHual 17	43,91 \pm 11,16
RHual 18	39,41 \pm 18,6
Total	41,66 \pm 14,92

Tabla 7. *Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga en el periodo 2016-2021.*

Etapa de evaluación	Índice calidad ($\bar{x} \pm DE$)
2016	45,79 \pm 27,53
2017	34,54 \pm 8,44
2018	49,73 \pm 6,53
2019	25,27 \pm 8,71
2021	52,02 \pm 21,66
Total	41,66 \pm 14,92

5.2. Análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis

5.2.1.1. *Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual antes y después de las pozas de sedimentación*

En la Tabla 8 se indica el resultado del análisis inferencial de las características fisicoquímicas del agua residual del camal al ingreso ya la salida de las pozas de sedimentación y en la Tabla 9 el análisis diferencial de las características microbiológicas del agua residual al ingreso y a la salida de las pozas de sedimentación.

Tabla 8. Resultado del análisis inferencial de las características fisicoquímicas del agua residual del camal antes y después del tratamiento

Parámetro fisicoquímico	Etapa de evaluación		p valor
	Antes	Después	
Ph	7,74 ± 0,07	7,44 ± 0,02	0,002
Temperatura (°C)	27,33 ± 0,58	27,00 ± 0,00	0,374
OD (mg/L)	6,38 ± 0,38	6,62 ± 0,42	0,512
Conductividad (uS/cm)	12,08 ± 0,09	3,24 ± 0,01	0,001
Solidos Suspendidos	1405 ± 1225	480 ± 345	0,277
Turbidez (NTU)	107,83 ± 16,25	60,90 ± 49,92	0,196
DBO ₅ (mg/L)	1576 ± 811	786 ± 393	0,204
Aceites y grasas (mg/L)	895 ± 534	417 ± 375	0,274
Fosfatos (mg/L)	4,33 ± 0,58	3,67 ± 1,15	0,422
Nitratos (mg/L)	35,00 ± 5,00	30,00 ± 10,00	0,482

*Estadística inferencial T-Student. Anexo 10.

Interpretación: Según los resultados de la Tabla 8:

El valor del pH del agua residual del camal fue: $7,74 \pm 0,07$ antes del ingreso a las pozas de tratamiento y $7,44 \pm 0,02$ después y según la prueba t-Student hay diferencia estadística significativa ($p=0,002$), es decir, el pH del agua residual del camal disminuyó de manera significativa en 0,30 unidades luego de la implementación de las pozas de sedimentación. Lo mismo ocurre con la conductividad, antes de la implementación fue de $12,08 \pm 0,09$ uS/cm y después $3,24 \pm 0,01$ uS/cm, existiendo diferencia significativa ($p=0,001$).

Respecto a la temperatura, OD, solidos suspendidos, turbidez, DBO₅, aceites y grasas, fosfatos y nitratos, no se encontró diferencias significativas ($p \geq 0,05$) en los valores obtenidos antes y después del paso por las pozas de sedimentación, comprobándose la no idoneidad del tratamiento aplicado a las aguas residuales.

En la Tabla 9 se muestra los resultados de la evaluación estadística inferencial t-Student de los resultados de los parámetros microbiológicos del agua residual del camal, antes y después del ingreso a las pozas de sedimentación.

Tabla 9. Resultado del análisis inferencial de las características microbiológicas del agua residual del camal antes y después del tratamiento

Parámetro Microbiológico	Etapa de evaluación		p valor
	Antes	Después	
Coliformes Termotolerantes (NMP/ 100 mL)	$2,26 \times 10^3 \pm 0,15 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3 \pm 0,10 \times 10^3$	0,561
NMAV (Ufc/mL)	62000 ± 23065	23000 ± 15132	0,071
Hongos y levaduras (Ufc/mL)	49000 ± 45133	6000 ± 2000	0,175

*Estadística inferencial T-Student. Anexo 10.

NMP=Número más probable. NMAV=N° de microorganismos aerobios viables, Ufc=unidad formadora de colonia

Interpretación: Se encontró $2,26 \times 10^3 \pm 0,15 \times 10^3$ NMP/100 mL de coliformes termo tolerantes antes del ingreso a las pozas de sedimentación y $2,2 \times 10^3 \pm 0,10 \times 10^3$ NMP/100 mL a la salida; no existiendo diferencia significativa en dicha evaluación. En NMAV antes se obtuvo 62000 ± 23065 Ufc/mL y después 23000 ± 15132 , en hongos y levaduras se halló 49000 ± 45133 Ufc/mL antes y 23000 ± 15132 Ufc/mL después, no existiendo diferencia estadística significativa en ninguno de los parámetros microbiológicos ($p \geq 0,05$), esto demuestra que no se está cumpliendo con las normas que regulan el nivel microbiológico para el vertido por no estar aplicándose ningún tratamiento que permita la eliminación de los microorganismos coliformes termoestables y que se estaría provocando un potencial contaminación a las aguas del río Huallaga, poniendo en peligro la salud de las personas.

Contrastación de la hipótesis

La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal de la ciudad de la ciudad de Tingo María, no presentan diferencia significativa al ingreso y a la salida de las pozas de tratamiento.

Se acepta la hipótesis por cuanto no hubo diferencia estadística significativa en la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal de la ciudad de la ciudad de Tingo María antes y después del ingreso a las pozas de sedimentación, excepto en el pH y la conductividad.

5.2.1.2. Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación del camal.

En la Tabla 10 se presenta el resultado del análisis inferencial de la calidad ambiental del agua entre los años 2015-2018, considerado antes de la implementación de las pozas de sedimentación en el camal y los años 2019-2021, considerado después de la implementación de las pozas de sedimentación en el camal, igualmente la calificación según el ICARHS.

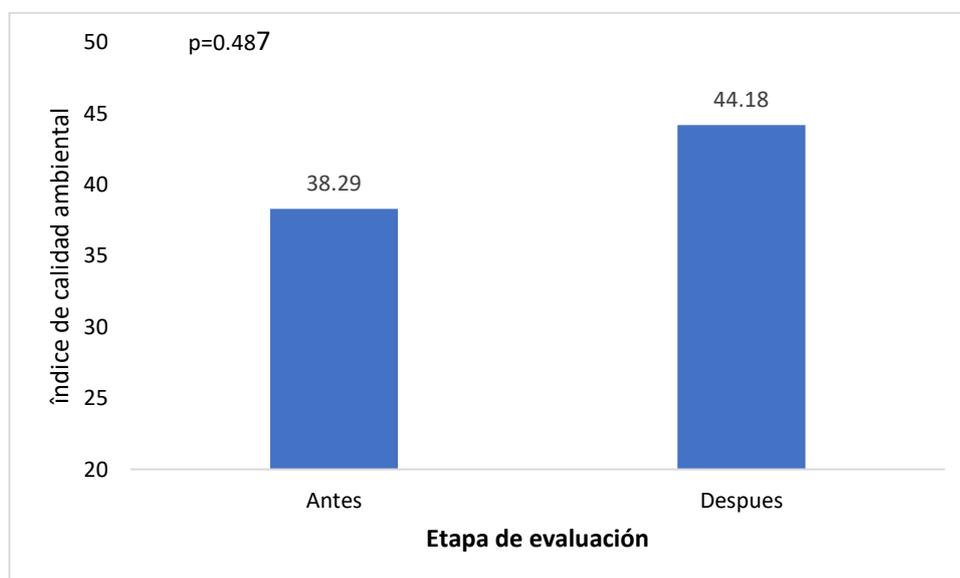
Tabla 10. Análisis inferencial de la calidad ambiental del agua del río Huallaga, antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación.

Etapas de evaluación	Índice calidad ($\bar{x} \pm DE$)	Calificación	p valor
Antes (2015-2018)	38,29 ± 15,10	Pésimo	0,487
Después (2019-2021)	44,18 ± 15,28	Pésimo	
Total	41,66 ± 14,92	Pésimo	

*Estadística inferencial T-Student (p=0,487) Anexo 10.

En la Figura 1 se puede observar gráficamente la relación y resultado de la evaluación inferencial del índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga entre los periodos antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación en el camal municipal de Tingo María.

Figura 1. Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga, antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación



Antes (2015-2018). Después (2019-2021)

Interpretación: El ICA del agua del río Huallaga “antes” de la implementación de las pozas fue $38,29 \pm 15,10$ con la calificación de “pésima” en el periodo comprendido entre los años 2015-2018, mientras que el ICA “después” de implementadas las pozas de tratamiento fue de $44,18 \pm 15,28$, calificado también como “pésima” entre los años 2019-2021. No existe diferencia estadística significativa ($p=0,87$), el índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga fue igual antes (años 2015-2018) y después de la implementación de las pozas en el camal (2019-2021), obteniéndose en el periodo 2015-2021 un índice general de $41,66 \pm 14,92$ con un calificativo de “pésimo”.

5.2.1.3. Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga según los puntos de muestreo.

En la Tabla 11 se presenta el análisis inferencial de la calidad ambiental del agua del río Huallaga, periodo según los puntos de muestreo.

Tabla 11. Resultado del Análisis inferencial de la calidad ambiental del agua del río Huallaga, según los puntos de muestreo.

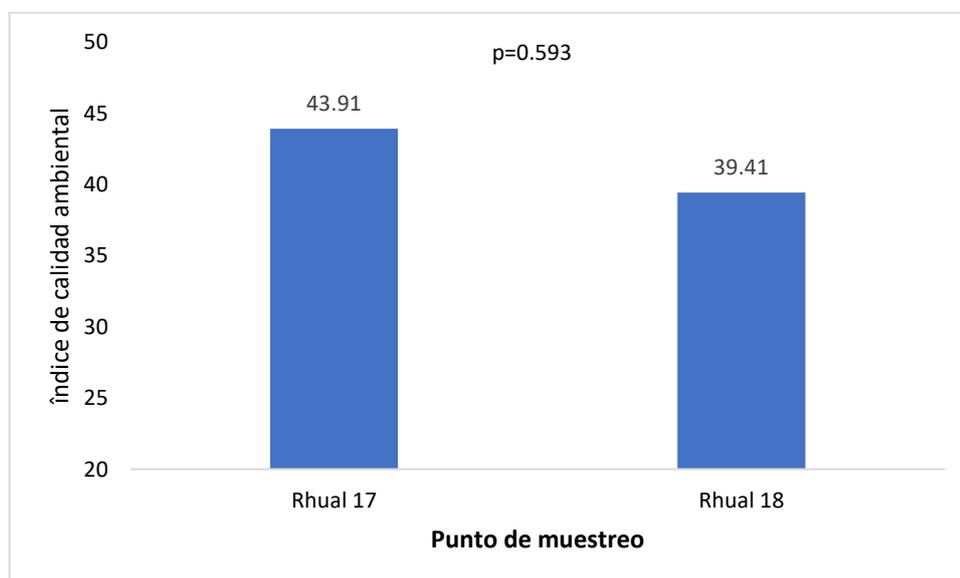
Etapa de evaluación	Índice calidad ($\bar{x} \pm DE$)	Calificación	P valor
RHual 17	43,91 \pm 11,16	Pésimo	0,593
RHual 18	39,41 \pm 18,6	Pésimo	
Total	41,66 \pm 14,92	Pésimo	

*Estadística inferencial T-Student ($p=0.593$) Anexo 10.

RHual17 = Punto de muestreo Río Huallaga, 50 m aguas abajo del puente Corpac
 RHual18 = Punto de muestreo Río Huallaga, 100 m aguas abajo del botadero de residuos sólidos
 La Muyuna

En la Figura 2 se puede observar gráficamente la relación y resultado de la evaluación inferencial del índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga entre los dos puntos de muestreo en el río Huallaga.

Figura 2. Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga periodo 2015-2021, según los puntos de muestreo.



RHual17 = Punto de muestreo Río Huallaga, 50 m aguas abajo del puente Corpac
 RHual18 = Punto de muestreo Río Huallaga, 100 m aguas abajo del botadero La Muyuna

Interpretación: El ICA en el punto de muestreo RHual 17 (50 m aguas abajo del puente Corpac) fue de 43,91 \pm 11,16 mientras que en el punto RHual 18 (100 m aguas abajo, botadero de residuos sólidos “la Mayuma”) fue de 39,41 \pm 18,6. No

existiendo diferencia estadística significativa ($p=0,593$) en el ICA del agua del río Huallaga, siendo estadísticamente igual en los dos puntos de muestreo, obteniéndose en ambos un calificativo de “pésimo”.

5.2.1.4. Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga en el periodo 2016-2021.

En la Tabla 12 se presenta el resultado del análisis inferencial de la calidad ambiental del agua del río Huallaga en el periodo 2016-2021, así como la calificación obtenida según el ICARHS.

Tabla 12. Resultado del análisis inferencial de la calidad ambiental del agua del río Huallaga en el periodo 2016-2021.

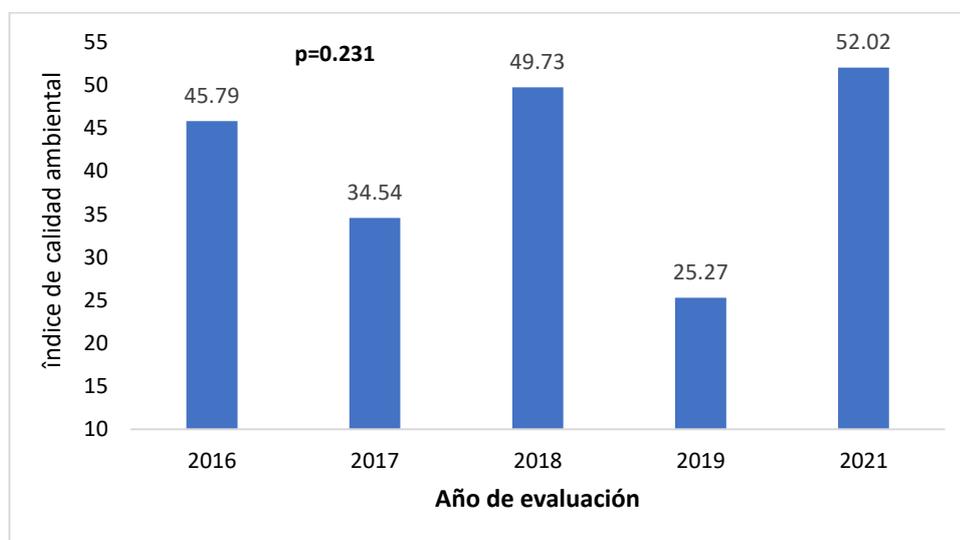
Año de evaluación	Índice calidad ($\bar{x} \pm DE$)	Calificación	P valor
2016	45,79 \pm 27,53	Mala	
2017	34,54 \pm 8,44	Pésima	
2018	49,73 \pm 6,53	Mala	0,231
2019	25,27 \pm 8,71	Pésima	
2021	52,02 \pm 21,66	Mala	
Total	41,66 \pm 14,92	Pésima	

*Estadística inferencial ANOVA one Way ($p=0,231$) Anexo 03.

Interpretación: El ICA durante el año 2016 fue malo (45,79 \pm 27,53), en el 2017: pésimo (34,54 \pm 8,44), en el 2018: malo (49,73 \pm 6,53), en el 2019: pésimo (25,27 \pm 8,71), en el año 2020 (no se cuenta con datos, por la pandemia del COVID 2019) y en el año 2021 malo (52,02 \pm 21,66), no existe diferencia significativa ($p=0,231$) en el ICA del agua del río Huallaga, en líneas generales en este periodo fue pésimo (41,66 \pm 14,92).

En la Figura 3 se puede observar gráficamente la relación y resultado de la evaluación inferencial del índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga en el periodo 2016-2021.

Figura 3. *Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga en el periodo 2016-2021.*



Contrastación de la hipótesis

La calidad ambiental del agua del río Huallaga no presenta diferencia significativa antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación de aguas residuales en el camal de Tingo María.

Se acepta la hipótesis: no hubo diferencia estadística significativa en los ICA del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación de aguas residuales en el camal de Tingo María.

5.3. Discusión de resultados

5.3.1. *Parámetros fisicoquímicos del agua residual del camal antes y después del tratamiento*

Potencial de Hidrógeno o pH:

El valor de pH del agua residual del camal antes del tratamiento fue de 7,74 y de 7,44 a la salida, el MEM (1996) indica que el río Huallaga tiene un pH moderadamente ácido a moderadamente alcalino coincidiendo en que el agua residual del camal es moderadamente alcalina. El valor obtenido es menor a lo reportado por **Oré (2017)** de 8,13 en pH de aguas residuales del camal de Chupaca. El Centro Panamericano de Ing. y Ciencias del Ambiente, Stecher y Ruprecht indican que el pH en las aguas residuales de un camal es de 7, encontrándose los resultados obtenidos similar a lo indicado por dicho autor.

Tamani (2017) obtuvo valores de 6,7 y 7,2 en aguas residuales del desangrado y eviscerado respectivamente del camal de Tingo María, esto antes de la implementación de las pozas de sedimentación, estando también dentro de los valores indicados en la bibliografía. El D.S. N° 021-2009-Vivienda para descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario es de 6 a 9 y D.S. 003-2010-MINAM para efluentes vertidos a cuerpos de agua de 6,5 a 8,5 encontrándose por tanto el valor de pH dentro de los que indican las normas para aguas residuales.

El valor de pH obtenido por el Instituto de Higiene Ambiental en aguas residuales industriales de la Refinería Cartagena presentó tendencia a la alcalinidad, indicando presencia de carbonatos y bicarbonatos, siendo valores coherentes con los resultados que se reportan para acidez y alcalinidad, siendo este último el factor predominante en las aguas residuales industriales que fueron analizadas.

Medina-Valderrama et al. (2020) en aguas residuales del camal de Chota obtuvieron un pH inicial de 7,6 que se redujo a 7,1 aplicando el proceso Fenton. Según la prueba estadística existe diferencia significativa ($p \leq 0,05$) antes y después de la entrada a las pozas de tratamiento, indicando que el tratamiento que se realiza en el agua residual del camal reduce el nivel de pH, sin embargo, ambos valores se encuentran dentro del rango aceptable dado por D.S. 015 - 2015 MINAM. El pH, es un parámetro muy importante tanto para la naturaleza como para las aguas residuales debido a su valor limitado para las interacciones del sistema y la supervivencia de las

especies, ya que los ecosistemas pueden interactuar y permitir que las especies que los componen sobrevivan dentro de un rango de pH.

Los efluentes urbanos tienen un rango de pH de 6,5 a 8,5 y las variaciones dentro de estos rangos generalmente están asociadas con descargas incontroladas de fuentes industriales; por lo tanto, los valores encontrados se encuentran dentro del rango especificado. **Espinoza (2017)** obtuvo un valor promedio de 7,8 unidades a partir de muestras tomadas de drenajes internos y rastros de venta de ganado vacuno y porcino en el distrito de Tumán encontrándose en el rango de valores permitidos por el D.S. 015 - 2015 MINAM.

El valor del pH es un parámetro clave en el tratamiento de aguas residuales, ya que afecta los procesos biológicos y fisicoquímicos, la seguridad de los equipos. Es preciso realizar un monitoreo y ajuste del pH para un tratamiento efectivo y para cumplir con los estándares ambientales y de calidad del agua que han sido establecidos.

Temperatura:

La temperatura del agua residual del camal antes de la entrada a las pozas de sedimentación fue de 27,33 ° C y a la salida 27 °C, valor que no cambia significativamente esto podría deberse a la temperatura del agua que resulta al utilizarse para la limpieza y lavado de las vísceras e implementos en el faenado. Según **Torres (s/f)**, el valor de temperatura en el agua restante dependerá de la región donde se tomaron las mediciones y la época del año. En condiciones ambientales extremas se puede mantener el rango de 15 a 30 °C, por lo que la temperatura del agua residual estudiada se encuentra dentro de los límites de los valores indicados por el citado autor.

La temperatura interviene en la cantidad de oxígeno que el agua puede transportar, cuando el agua es más fría transporta mayor cantidad de oxígeno, que todos los animales acuáticos necesitan para sobrevivir. También interviene en la fotosíntesis de plantas y algas y en la sensibilidad de los organismos a los desechos tóxicos.

Espinoza (2017) obtuvo un valor promedio de 24,8 °C en muestras de drenajes internos y rastros de venta de ganado vacuno y porcino del distrito de Tután, encontrándose dentro de los valores permitidos por el D.S. 015 - 2015 MINAM.

Tamani (2017) obtuvo en 2 pruebas de diferentes puntos (agua residual del desangrado y del eviscerado) del camal de Tingo María 26,5 y 24,9 °C, valores menores al obtenido en las muestras del presente estudio, que pudieran deberse a la época del año en las que se tomaron las muestras.

Oxígeno disuelto:

El valor de oxígeno disuelto en el agua residual antes del tratamiento fue de 6,38 mg/L y después del tratamiento 6,62 mg/L, no percibiéndose diferencia significativa en el valor del oxígeno disuelto ($p \leq 0,05$) antes y después del tratamiento. Una concentración de 5- 6 ppm de oxígeno es suficiente para la subsistencia de la mayor parte de las especies, valores debajo de 3 ppm se considera perjudicial para el ecosistema. **Medina-Valderrama et al. (2020)** encontraron que el oxígeno disuelto en el efluente del matadero de Chota era de 1,22 mg/L, mientras que el oxígeno disuelto en el efluente del matadero de Chota utilizando el proceso Fenton fue de 6,1 mg/L.

Es necesario el oxígeno para la subsistencia de la mayoría de los organismos que viven en el agua. La trucha y la mosca de piedra necesitan grandes cantidades de oxígeno disuelto (OD) para su crecimiento. En general, se tiene una mejor calidad de agua con niveles altos de oxígeno disuelto, sin embargo, los altos niveles de oxígeno se ven asociados con la eutrofización y la presencia de algas superan los valores de saturación por las concentraciones de oxígeno.

Según **Torres (s/f)**, no existe un límite de emisión para este parámetro, pero el control del oxígeno disuelto en el biorreactor es uno de los principales valores de control, el valor óptimo es 2 mg/L y de 1,5 a 4. aceptable. Por debajo de 1,5 mg/l existe riesgo de formación de algas filamentosas.

Conductividad

El valor de la conductividad antes del tratamiento fue de 12,07 $\mu\text{S}/\text{cm}$ reduciéndose hasta 3,2365 $\mu\text{S}/\text{cm}$ después del tratamiento, siendo la conductividad una medida de la capacidad de conducir electricidad que depende de la presencia de iones, el tratamiento recibido por la precipitación puede haber eliminado iones del efluente original, por lo que existe diferencia significativa en la conductividad del agua residual antes y después del tratamiento.

Tamani (2017) obtuvo en dos muestras de agua residual del camal de Tingo María: 2467 y 962 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valores muy superiores a los obtenidos en la presente investigación, esto antes de la implementación de las pozas de tratamiento.

Torres (s/f) menciona que los valores entre 500 y 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ son normales en la conductividad de las aguas residuales domésticas, valores muy superiores a los obtenidos en los estudios actuales, y mencionó que no es posible tomar medidas en cuanto a la adaptación de las depuradoras a la reducción de la conductividad, que requiere la instalación de un sistema de desalinización antes que el sistema biológico, también sugiere que una conductividad tan elevada es inusual en aguas residuales municipales. Los aumentos de conductividad suelen estar asociados a la infiltración de agua de mar en zonas costeras o a vertidos industriales.

Espinoza (2017) obtuvo un valor promedio de 3,74 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en muestras de drenajes internos y rastros de venta de ganado vacuno y porcino del distrito de Tumbán, similar a los resultados obtenidos en este estudio. El agua es buen conductor de la electricidad por los iones que se encuentran disueltos en ella y el agua pura es un mal conductor de la electricidad. Sin embargo, las aguas naturales en su mayoría contienen iones disueltos, por lo que su conductividad aumenta con la concentración total de iones. En cuanto al valor de conductividad, se puede concluir que la concentración de iones en la solución es baja.

Sólidos suspendidos totales

Según los resultados obtenidos, se encontró en promedio 1405 ± 1225 mg/L antes del ingreso del agua residual a las pozas de tratamiento y después 480 ± 345 mg/L, sin embargo, no se halló diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el contenido de sólidos suspendidos totales antes y después del tratamiento del agua residual del camal, la disminución en el contenido podría deberse al proceso de sedimentación que se aplica en el tratamiento de las aguas residuales, cuyos sólidos provenientes del lavado en el faenamiento de los animales, heces y vísceras son separadas en forma física, sin embargo, se ha percibido un tratamiento inadecuado de los sólidos que son sedimentados en las pozas, que al retirarse para la limpieza que se realiza cada cierto tiempo, los sólidos igualmente son vaciados al lecho del río porque no se cuenta con un tratamiento adicional más que las pozas y los residuos del faenamiento no son reutilizados.

Por otro lado, los valores encontrados en sólidos totales suspendidos tanto antes como después del tratamiento se encuentran sobrepasando los límites que permiten las normas (2,5 mg/L), demostrando con esto que el tratamiento aplicado no es efectivo para la remoción de los sólidos suspendidos en el agua que sale de las pozas de tratamiento, por lo que sería necesaria la aplicación de otros tratamientos adicionales para asegurar que el agua que ingresa al alcantarillado cumple con las especificaciones prescritas en las normas.

Turbidez

Un espectrofotómetro se puede utilizar en todas las áreas del análisis de aguas y aguas residuales, siendo el aspecto principal en esta área la medición de la turbidez. En cuanto a las aguas residuales, estas aguas presentan un alto nivel de turbiedad debido a que contienen diversas sustancias (principalmente sustancias orgánicas) en suspensión.

La turbidez inicial en las muestras analizadas antes del ingreso a las pozas de tratamiento fue de 91,5 NTU y después del tratamiento se redujo a 73,9 NTU dándose una reducción de 43,5%, sin embargo, no es estadísticamente significativo el valor encontrado antes y después del tratamiento.

Medina-Valderrama et al. (2020) al aplicar el proceso Fento en el agua del camal de Chota, la turbidez se redujo de 327 a 7,4 NTU, con un porcentaje de reducción de 97,8%, con lo que podría decirse que el tratamiento recibido en las aguas residuales del camal e Tingo María no es el adecuado para reducir la turbidez y sería conveniente incluir un tratamiento químico o con microorganismos para incrementar el nivel de reducción de los contaminantes del agua residual. La Resolución Provincial 174/16 “Calidad del agua potable y normas de control en la provincia de Córdoba” establece un valor de 1 UNT como límite recomendado y un valor de 2 UNT como límite aceptable para las normas de calidad del agua potable de abastecimiento público.

DBO₅

Según los resultados no hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el nivel de DBO₅ en el agua residual del camal que resultó antes del tratamiento (1576 ± 811 mg/L) y después del tratamiento (786 ± 393 mg/L). La DBO indica cuanta contaminación orgánica se encuentra en los vertidos. El valor límite para este parámetro es de 2 mg/L, y se encontró que el resultado excede el límite permitido, con esto se estaría comprobando que el agua residual del camal con el tratamiento aplicado no asegura su vertido al alcantarillado porque presenta una carga microbiana elevada y la existencia de material orgánico biodegradable en la misma.

Tamani (2017) obtuvo 1024 y 1008 mg/L de DBO₅ en 2 muestras del camal de Tingo María antes de la implementación de las pozas de tratamiento y con un tratamiento de electrocoagulación de 2 A. logró una reducción del 86% de DBO₅

Espinoza (2017) obtuvo en muestras de la canaleta interna y en los desfuegos de vacunos y porcinos del camal de Tumán un valor promedio de DBO₅ de 2209,33, valor superior al obtenido en la presente investigación, además indica que, en los meses de mayor calor, se incrementa el valor de DBO₅.

Bocángel (2018) utilizó biorreactores anaeróbicos para optimizar el tratamiento de aguas residuales de un matadero en la ciudad de Calca-Cusco para

lograr una separación eficiente de la materia orgánica de valores muy altos de DBO₅, DQO y SST, indicando la necesidad de tratamientos adicionales para reducir los valores altos de DBO₅ en el camal.

Vásquez (2019) con un sistema de electrocoagulación a nivel de laboratorio utilizando electrodos de aluminio y hierro logró reducir el 97,2% de DBO₅, una reducción del 94,55% de SST y una reducción del 97% de DQO.

Según **Nolasco (2018)**, en el camal de Tingo María es posible recomendar que el matadero municipal implemente tecnologías apropiadas que reduzcan el consumo de agua basadas en los principios de ecoeficiencia y agreguen valor a los residuos generados por el matadero durante el sacrificio, porque si se eliminan sin tratamiento previo, perjudican el medio ambiente y afectan directamente la salud de los organismos, plantas y personas.

Aceites y grasas

Según los resultados mostrados no hay diferencia en el contenido de aceites y grasas del agua residual del camal antes y después del ingreso a las pozas de tratamiento, sin embargo en ambos casos se sobrepasa los límites permisibles que según el DS 021 – 2009 VIVIENDA es de 100 ppm (0,01%), esto podría ser un problema cuando se quiera implementar sistemas de tratamiento biológico por cuanto altas cantidades de aceites y grasas perjudican la transferencia del oxígeno por la generación de natas y espumas que se encuentran en flotación. Igualmente, **Becerra-Gutiérrez et al.** obtuvieron valores elevados de acetes y grasas, que podría ser por la alta concentración de materia orgánica presente en los efluentes que fueron estudiados.

Fosfatos

Se encontró 4,5 mg/L de fosfatos antes del tratamiento que se redujo a 4 mg/L después del tratamiento, no existiendo diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre los valores indicados, el valor encontrado fue menor al límite máximo permitido para

fosforo de 40 mg/L. Según **Torres (s/f)** valores altos de PO_4 produce algas y con esto el aumento de los SST en el efluente.

Nitratos

El valor de nitratos obtenido en el agua residual antes del tratamiento fue de 40 mg/L inferior a 50 mg/L indicado por el D.S. 015 -2015 – MINAM. Los nitratos son iones cargados negativamente (NO_3^-) formados a partir de tres átomos de oxígeno y un átomo de nitrógeno, son incoloros e insípidos y se disuelven naturalmente en agua. Cantidades excesivas de nitratos en el agua pueden provocar varios problemas para el medio ambiente y la biodiversidad en zonas afectadas por la contaminación. Además, inutilizan el agua contaminada para otros fines. A partir de 25 mg/l se considera incidente mayor y se ha emitido una alerta por posible contaminación.

Hualpara et al. (2017) encontraron que 10 muestras de manantiales excedieron el valor máximo permisible establecido en la NB 512 con niveles de hasta 105 mg/L. **Bolaños-Alfaro et al. (2017)** obtuvieron en dos cantones de Costa Rica valores superiores a lo establecido en la norma del decreto N.º 38924-S, de 25 mg/L, en los meses de abril $37,45 \pm 0,02$ mg/L y en diciembre del mismo año $28,46 \pm 0,02$ mg/l., en el acueducto ASADA de La Arena.

5.3.2. *Parámetros microbiológicos del agua residual del camal antes y después del tratamiento*

Coliformes termoestables

La NOM-001-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT, 2003) establece que en el efluente el LMP de CF debe contener entre 1000 y 2000 NMP/100 mL para su disposición mediante riego agrícola. Según la norma, los resultados de este estudio muestran que las aguas residuales utilizadas para regar los cultivos forrajeros representan un riesgo para la salud humana y deben ser tratadas previamente. Las

bacterias coliformes totales que fermentan la lactosa a 44-45 °C se les conoce como coliformes termo tolerantes. El género *Escherichia* es la que es dominante en la mayoría de las aguas, aunque los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* también se consideran termo tolerantes.

Los valores obtenidos del análisis de coliformes termo tolerantes en las aguas residuales fueron de 2260 NMP/100 mL y 2200 NMP/100 mL antes y después del ingreso a las pozas de tratamiento respectivamente, en ambos se encuentran sobrepasando los límites permitidos indicado en la NOM-001-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT, 2003), igualmente se encuentra fuera de los límites requeridos en el D. S. 2004-2017 - MINAM, D.S. 015 - 2015 - MINAM, Directrices de la OMS para la reutilización de aguas residuales (1000 NMP/100 mL) y no se encontró diferencia significativa en los valores antes y después del ingreso a las pozas de tratamiento.

Huallpara et al. (2017) encontraron una concentración de coliformes totales de hasta 2400 UFC/mL en aguas residuales de la Paz, valor menor a lo obtenido en la presente investigación (62000 y 23000 UFC/mL)

Espinoza (2017) en su estudio realizado en el camal de Tumán, llegó a obtener 450 NMP/100 mL de coliformes totales y 65 NMP/100mL de Coliformes Fecales, por lo que se podría afirmar que el tratamiento realizado en la ciudad de Tingo María no es efectivo para asegurar su descarga en la red de alcantarillado que finalmente llega al río Huallaga.

Becerra-Gutiérrez et al. (2014), estudiando 6 plantas de distribución en la región de La Libertad en 5 tipos de aguas residuales, encontraron $1,6 \times 10^3$ a $4,7 \times 10^6$ /100 mL de bacterias coliformes termo tolerantes, significativamente mayor que el valor máximo para el agua de riego, por lo que es necesarios reducir la carga microbiana para su uso. Los resultados de este estudio se encuentran dentro de los valores encontrados por los autores indicados sobrepasando los límites permisibles y no presentando diferencia significativa en los valores antes y después del ingreso a las pozas de tratamiento.

5.3.3. Índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación.

De los resultados se puede observar que la calidad ambiental del agua del río Huallaga en los años 2015-2018 considerados antes de la implementación de las pozas de tratamiento del camal municipal están calificados con un índice de calidad de $38,29 \pm 15,10$ que según la calificación ICARHS es considerado como “malo” (30-44) y en los años 2019-2021 considerado después de la implementación de las pozas de tratamiento del camal, $44,18 \pm 15,28$ que según la calificación ICARHS sería también “malo” y no habría diferencia significativa entre los años evaluados, quiere decir que no se habría mejorado la calidad ambiental del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de tratamiento a pesar de que hay mayor población en la ciudad, mayor cantidad de agua residual que desemboca en el río Huallaga, además según informe y de acuerdo con los análisis realizados, el río Huallaga y sus afluentes tienen una alta prevalencia de bacterias coliformes resistentes al calor que excede los estándares ambientales de calidad del agua. Todo esto está relacionado con la disposición de las aguas residuales domésticas.

La calificación del ICA del agua del río Huallaga no cumple con los objetivos de calidad y condiciones ideales que se ven comprometidas o alteradas y para muchos de los usos necesitan tratamiento.

La ANA adscrita al Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), todos los años, realiza el monitoreo de la calidad de las aguas de los ríos, entre estos el río Huallaga que recibe diversas fuentes contaminantes asociados a la actividad antropogénica.

Villareal (2016) encontró metales pesados que exceden los estándares de calidad ambiental en el agua del río San Juan, entre ellos encontró: arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc, los cuales pueden tener origen en la electroquímica. Industria, tratamiento superficial de materiales metálicos y procesos de extracción de minerales; para el área de estudio los elementos metálicos

provendrían de las actividades mineras de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Huarauca en estas áreas se realizan muchas actividades mineras.

5.3.4. Calidad ambiental del agua del río Huallaga según los puntos de muestreo.

De acuerdo con los resultados del monitoreo de las aguas del río Huallaga en el año 2015, en el punto de monitoreo RHual17 (50 m aguas abajo del puente Córpac), los parámetros que superan el ECAS fueron en mayor proporción: cantidad total de sustancias en suspensión, nitrógeno amoniacal, plomo total, coliformes termo tolerantes y en menor medida oxígeno disuelto, DBO₅, fosfatos y nitrógeno total.

En el 2016, los coliformes termo tolerantes en ambos puntos de muestreo superaron los valores determinados en el ECA agua.

En el 2017, el punto RHual17 mostró coliformes termo tolerantes superiores a los permitidos por el ECA agua. Asimismo, en los sitios de muestreo RHual 17 y RHual 18 en 2018 se detectaron bacterias coliformes termo tolerantes, las cuales superaron el valor determinado por el ECA de agua y en aluminio, hierro, manganeso y bacterias coliformes resistentes al calor en los dos lugares de muestreo,

Comparando los resultados en los sitios de muestreo se confirmó que el índice depende de la zona del área y los factores temporales y espaciales que afectan la calidad del agua. Aunque los valores encontrados para RHual 17 y RHual 18 no presentaron diferencia significativa; en el sitio de muestreo RHual 18 se obtuvo $39,41 \pm 18,6$ y en el punto RHual 17, un mayor índice de calidad ($43,91 \pm 11,16$), debido a que el punto RHual 18 reciben todas las emisiones del municipio de Tingo María, de la agroindustria y actividades del hogar, así como la presencia de sólidos municipales, residuos de construcción, tuberías de drenaje y residuos sólidos.

Cerna-Cueva (2022) encontró que los principales contaminantes en la cuenca del Huallaga fueron *Escherichia coli* y *E. coli termo tolerante* y superaron el ECA en 606 y 288 veces. La contaminación por pesticidas organoclorados excedió el ECA en mediciones de clordano del 100% en comparación con el 40% de endrín, aldrín y DDT. En el 25,6% de las mediciones, el pH del agua se encontró fuera del rango que

contribuye a la alcalinidad, mientras que el manganeso, el hierro y el aluminio excedieron el ECA en el 17,7%, 13,3% y 11,2% de las mediciones, respectivamente. Las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales agrícolas y domésticas y el punto crítico son los residuos sólidos.

5.3.5. Calidad ambiental del agua del río Huallaga por año en el periodo 2016-2021.

Según los resultados por año y semestre (Anexo 8) en el punto RHual 17, el ICA del agua en el río Huallaga varió de malo-pésimo-pésimo-pésimo-malo en los años que precedieron a la implementación de las pozas de tratamiento del camal y para los años posteriores a la implementación del tratamiento fue de malo-malo.

Para el caso del punto de muestreo RHual 18, con los años varió de Pésimo-pésimo-pésimo-malo-malo, para los años anteriores a la implementación de las pozas de tratamiento y de Pésimo-malo para los años posteriores, pero no hubo diferencia significativa en el valor del índice de calidad con los años, en esto intervienen muchos factores como podría ser el hecho de que el tratamiento que se está realizando en el camal no es el adecuado y se ve reflejado en los resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas que no han cambiado antes y después del tratamiento, a pesar del esfuerzo que hacen las autoridades como SENASA y la ANA que dan sugerencias que fueron escuchadas parcialmente al haber sido denunciadas las condiciones anteriores en las que se trabajaba en el camal municipal, pero aún falta optimizar la forma como se tratan las aguas residuales y los sólidos que se generan para no contaminar el recurso hídrico, igualmente el camal no cuenta con cámara de refrigeración y falta implementar las buenas prácticas de faenamiento, por lo que se sugeriría a las autoridades municipales que ponga más empeño y destinen recursos para la implementación de tratamientos fisicoquímicos a los residuos del camal, con esto se estaría confirmando que las principales fuentes de contaminación en el río Huallaga son las agropecuarias y las domésticas antropogénicas (vertederos de aguas servidas y residuos sólidos).

La liberación de aguas residuales sin tratar al medio ambiente afecta la calidad del agua y a su vez afecta directamente la cantidad de recursos hídricos. Como aspecto importante de la seguridad del agua en todo el mundo, la calidad del agua está recibiendo una atención cada vez mayor.

Chávez et al. (2016) encontraron que las aguas residuales de la ciudad de Chachapoya tuvieron un impacto negativo en la red hidrológica, principalmente a nivel microbiano, lo que generó niveles de contaminación más altos en el índice IOMI en algunos sitios de muestreo.

Según los resultados obtenidos en la investigación en el que se demuestra que no existe variación significativa en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal con las pozas implementadas, la autoridad competente debe desarrollar un sistema de tratamiento efectivo que asegure su disposición en el sistema de alcantarillado y no se vea afectado el ambiente hídrico del río Huallaga, asimismo debe implementar estrategias encaminadas a restaurar y proteger la calidad ambiental del río Huallaga y generar soluciones alternativas para mejorar su gestión ambiental.

5.4. Aporte científico de la investigación

Los estudios realizados demuestran que las aguas residuales del camal de Tingo María no son suficientemente depuradas para asegurar su vertido al alcantarillado municipal y acaban en las aguas del río Huallaga, poniendo en peligro el medio ambiente y la salud humana.

La calidad del agua del río Huallaga no se ha visto mejorada en los últimos 7 años y comparada con los años en los que no se contaba con las pozas de sedimentación (años 2015-2018) no ha variado su calidad respecto a los años en los que ya se cuenta con las pozas.

Los datos generados a través de este estudio pueden influir en la formulación de políticas y regulaciones ambientales relacionadas con la gestión de las aguas residuales, lo que puede mejorar la protección del medio ambiente y la salud pública. Igualmente pueden servir como punto de partida para investigaciones posteriores para el estudio de tecnologías más avanzadas para tratar las aguas residuales, así como a tender a la optimización de los procesos que se requieren en el camal.

CONCLUSIONES

- Los parámetros fisicoquímicos del agua residual del camal municipal de la ciudad de Tingo María (temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, aceites y grasas, sólidos totales suspendidos, DBO5, fosfatos y nitratos) no variaron significativamente con las pozas de sedimentación, sobrepasando los límites permitidos por las normas, para el vertido al sistema de alcantarillado, excepto para el pH y la conductividad. Los parámetros microbiológicos del agua residual del camal municipal de la ciudad de Tingo María (Coliformes termo tolerantes, NMAV, hongos y levaduras), no variaron significativamente con las pozas de sedimentación, manteniéndose por encima de los límites permitidos.
- El nivel de calidad ambiental del agua del río Huallaga no varió significativamente en los años 2015-2018, considerado antes y 2019-2021, después de la implementación de las pozas de sedimentación en el camal municipal de la ciudad de Tingo María. Las pozas de sedimentación implementadas en el camal municipal de Tingo María no son 100% eficientes según los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales; el índice de calidad ambiental del cuerpo de agua del río Huallaga en los años 2015-2021 es "pésima", y no existe diferencia significativa en la calidad ambiental antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación en el matadero municipal.

SUGERENCIAS

- Implementar las buenas prácticas de faenado en el camal municipal para que los parámetros fisicoquímicos del efluente no superen los límites máximos permisibles, lo que finalmente contamina el agua del río Huallaga.
- Incluir en la determinación de los parámetros microbiológicos, la presencia de salmonella en las aguas residuales del camal y su influencia en el contenido microbiológico en las aguas del río Huallaga.
- Complementar el estudio con la determinación de las características sensoriales de color, olor, aspecto general de las aguas residuales del camal.
- Realizar un estudio para implementar la electrocoagulación como alternativa para el tratamiento de aguas residuales del camal de Tingo María por ser una tecnología limpia con resultados exitosos.
- Formular políticas y regulaciones ambientales a fin de que se promueva el cuidado del medio ambiente.
- Cambiar el paradigma de la gestión de aguas residuales de “tratamiento y eliminación” a “reutilización, reciclado y recuperación del recurso”, permitiendo que las aguas residuales cobren importancia como fuente de agua alternativa y fiable.

REFERENCIAS

- Aguas residuales. (2019, julio 4). *EcuRed*, recuperado junio 25, 2020 en https://www.ecured.cu/index.php?title=Aguas_residuales&oldid=3438561.
- Alarcón, B., Ñique, M. (2014). Índice de calidad del agua según NSF del humedal laguna Los Milagros (Tingo María, Perú). *Rev. Indes* 2(2): 98-107. file:///C:/Users/YOLANDA%20RAMIREZ/Downloads/pcordova,+10_Los+milagros%20(1).pdf
- Ander-Egg, H. (2011). *Aprender a investigar. Nociones básicas para la investigación social*. Brujas. 137 p
- Apaza, B. (2022) Electrocoagulación para la remoción de concentración de carga orgánica y patógena en el efluente del matadero “el corralito” San Román – 2021. Tesis Ingeniero Sanitario y Ambiental. Universidad de Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2015a). Evaluación de recursos hídricos en la cuenca de la cuenca Huallaga - Parte 1. En Autoridad Nacional del Agua.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2015b). *Evaluación de recursos hídricos en la cuenca de la cuenca Huallaga - Parte 2*. En Autoridad Nacional del Agua.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad del Agua de los Recursos Hídricos Superficiales*. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf

- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2018). Metodología para la determinación del índice de calidad de agua (ICA-PE) aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales (p. 55). Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2018a). Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga (junio - julio de 2018). Autoridad Nacional del Agua. Perú.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2018b). Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga (noviembre - diciembre de 2019). Autoridad Nacional del Agua. Perú.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2019). Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga (febrero - marzo de 2019). Autoridad Nacional del Agua. Perú.
- Bauer JL, Castro JC, y Chung B. (s.f.). *Capítulo 4. Calidad del agua*. Consultado el 26 de junio 2020) <https://ciga.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/09/4.-CAP%C3%8DTULO-4.pdf>
- Becerra-Gutiérrez, L., Horna-Acevedo, M., Barrionuevo-Albúja, K. (2014). Nivel de contaminación en los efluentes provenientes de camales de la región la libertad. *Rev. cuerpo méd. HNAAA* 7(3). https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/03/1052078/rcm-v7-n3-2014_pag23-26.pdf
- Bocángel, L. (2018), Evaluación de parámetros fisicoquímicos en un reactor biológico anaerobio para optimizar el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de calca – Cusco, 2017-2018. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad César Vallejo. Lima. 149 p. https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/7660/Tesis_evaluaci%C3%B3n_par%C3%A1metros_fisicoqu%C3%ADmicos_reactor_biolo%C3%B3gico_anaerobio_para_optimizar_tratamiento_de_aguas_residuales_Cusco.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Bolaños-Alfaro, J., Cordero-Castro, G., Segura-Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*, 30(4). DOI: 10.18845/tm.v30i4.3408. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf>
- Cadenas, C., Santos, B. (2020). Ozono y cavitación hidrodinámica para disminución de la carga orgánica y nitrogenada en aguas residuales de camal. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad César Vallejo. 116 p
- Cajas, M. (2019). *Determinación del índice de calidad del agua del manantial del centro poblado de Cochatama - Huánuco – 2019*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad de Huánuco. <http://200.37.135.58/bitstream/handle/123456789/2344/CAJAS%20CONDEZO%2c%20Miguel%20%20c3%81ngel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campaña, A., Gualoto, E., Chiluisa, V. (2017). Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito. *Bionatura* 2(2). <http://www.revistabionatura.com>
- Cárdenas, G., Sánchez, I. (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. *Universidad y salud*.15(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072013000100007
- Carrasco Díaz, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima: San Marcos.

- Castillo-Borges, E., Bolio-Rojas, A., Méndez-Novelo, R., Osorio-Rodríguez, J., Pat-Canul, R. (2012). Remoción de materia orgánica en aguas residuales de rastro por el proceso de Contactor Biológico Rotacional. *Ingeniería*, 16(2) 83-91 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, México. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46725067001.pdf>
- Cevallos, G. (2018). *Propuesta de mitigación de la contaminación en el Río Toachi por efectos de las aguas residuales del Camal Municipal*. Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniera ambiental y manejo de riesgos naturales. Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20406/1/9831_1.pdf
- Cerna-Cueva, A., Aguirre-Escalante, C., Wong-Figueroa, L., Tello-Cornejo, J., (2022). Calidad de agua para riego en la cuenca Huallaga, Perú. *Scientia Agropecuaria*. 13(3). <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.022>
- Chávez, J., Leiva, D. y Corroto, F. (2016). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas. *Ciencia Amazónica* (Iquitos) 6 (1), 16–27.
- Ciencia y Tecnología para el desarrollo (CYTED), (s.f.). *Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf
- Cresci, P. (2018). Medio Ambiente antropocéntrico y ecocéntrico y su impacto sobre la biodiversidad. *Microjuris.com. Inteligencia jurídica*. <https://aldiaargentina.microjuris.com/2018/03/22/medio-ambiente-antropocentrico-y-ecocentrico-y-su-impacto-sobre-la-biodiversidad/>
- Curipallo, M. (2017). Análisis del bagazo de caña como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del camal municipal de la ciudad del Puyo,

provincia de Pastaza. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Técnica de Ambato. 67 p.
file:///C:/Users/yorat/Downloads/Tesis%201187%20-%20Curipallo%20Quispe%20Mar%C3%ADa%20Bel%C3%A9n.pdf

Custodio, M. y Chanamé, F. (2016). Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú. *Scientia Agropecuaria*. 7(1).
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172016000100004&script=sci_arttext

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. El Peruano. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Decreto Supremo N.° 021-2009-VIVIENDA. Aprueban Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Normas legales. Diario Oficial El Peruano

Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Normas legales. Diario Oficial El Peruano (17 de marzo 2010).
https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf

Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Normas legales. Diario Oficial El Peruano (19 de diciembre de 2015). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/12/Decreto-Supremo-N%C2%B0-015-2015-MINAM.pdf>.

- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), (s.f.). *Gesta Agua*.
http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
- Echarri, L. (2007). *Asignatura: Población, ecología y ambiente*. Universidad de Navarra. <https://docplayer.es/13296515-Autor-luis-echarri-asignatura-poblacion-ecologia-y-ambiente-2007.html>
- Espinoza, S. (2017). *Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales del Camal Municipal del Distrito de Tumán*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Lambayeque. <https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/111/3/TESIS%202017%20SALLY.pdf>.
- Garzón-Pascagaza, E. 2017. ¿Filosofía ambiental? Una propuesta para formar el pensamiento en la relación con el medio ambiente. *Foro por la Vida*. Universidad Católica. Colombia. 10 p
- Gudynas, E. (2011). Los derechos de la Naturaleza en serio: Respuestas y aportes desde la ecología política. En *La Naturaleza con Derechos. De la filosofía a la política. Eco política*. <https://ecopolitica.org/los-derechos-de-la-naturaleza-en-serio-respuestas-y-aportes-desde-la-ecologia-politica/>
- Gutiérrez, H., De la Vara, R. (2003). *Análisis y diseño de experimentos*. 2 ed. Mc Graw Hill. México.
- Huallpara, L., Ormachea, M. y García, M. (2017). Evaluación de la calidad de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas residuales de la ciudad de la Paz, Bolivia, *Rev. boliv. Quim* 34(4) 104-111.
- Hernández, Fernández y Baptista (2003). *Metodología de la investigación*. (2003) Mc Graw Hill.

Instituto de Higiene Ambiental. (2018). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas residuales industriales y aguas residuales domésticas. Refinería Cartagena S. A.

<https://www.reficar.com.co/Repositorio/EIA%20VERSI%C3%93N%20FINAL%205%20ABRIL%202020/Anexos/Anexo%2003.%20Caracterizaci%C3%B3n%20Ambiental/3.1%20Aspectos%20Abioticos/Cap.%203.2.5%20Calidad%20del%20agua/Inf%20Mon%20ARI%20y%20ARD/Inf%20Mon%20ARI%20y%20Dom%20do%20sem.pdf>

Ley de Recursos Hídricos. LEY N° 29338. Normas legales. Diario Oficial El Peruano (31 de marzo 2009).

<https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29338.pdf>

Ley general del Ambiente - Ley N° 28611. Publicada el 15 de octubre de 2005.

López, J. (2011). Evaluación de la Eficiencia de un reactor Anaerobio de Flujo Ascendente y Manto de Lodos UASB para el Tratamiento de Aguas Residuales- Escaa. Tesis ingeniero Químico. Universidad San Francisco de Quito. Quito – Ecuador

Medina-Valderrama, C., Uriarte-Tirado, W., Cárdenas-Vásquez, E., Orrego-Zapo, S. (2020). Tratamiento de aguas residuales de camales mediante tecnologías avanzadas de oxidación: proceso Fenton. *Revista Ingeniería UC*, 27(2), 165-174. <https://www.redalyc.org/journal/707/70764230005/html/>

Ministerio de Agricultura- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338*. Lima. Perú. 81 p

Ministerio de Agricultura y Riego – Autoridad Nacional del agua. (s.f.). Índice de Calidad Ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS).

https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4479/ANA0002895_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Energía y Minas, Dirección general de asuntos ambientales. (1997) Evaluación ambiental territorial de la cuenca del río alto Huallaga. ADI International Inc.

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/publicaciones/evats/huallaga/huallaga.pdf>

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2009). *Aprueba límites máximos permisibles (LMP) para efluentes de actividades agroindustriales tales como planta de Camales y plantas de beneficio.*

Muestreo no probabilístico (2019). Recuperado de Enciclopedia Económica (<https://enciclopediaeconomica.com/muestreo-no-probabilistico/>).

Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis.* Pearson education. 2da. Edición. México

Murillo, W. (2008). La investigación científica. <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/investcientifica.shtm>

Musa, M.A.; Idrus, S. Physical and Biological Treatment Technologies of Slaughterhouse Wastewater: A Review. *Sustainability* 13(9). <https://doi.org/10.3390/su13094656>

Ng, M. Dalhatou, S., Wilson, J., Kamdem, B. P., Temitope, M. B., Paumo, H. K., ... & Kane, A. (2022). Characterization of slaughterhouse wastewater and development of treatment techniques: a review. *Processes*, 10(7).

Nolasco, C. (2018). *Influencia del vertido del efluente líquido del camal municipal de Nueva Cajamarca en el ecosistema acuático del canal Galindona.* Tesis

Ingeniero Ambiental Universidad Católica Sedes Sapientiae. Nueva Cajamarca. Perú. 110 p. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/20406>

Ore, A. *Influencia del sulfato de aluminio y pH en la remoción de la materia orgánica para el tratamiento del agua residual del camal municipal de Chupaca*, Tesis Ing. qco. UNCP

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. <https://centroderecursos.cultura.pe/sites/default/files/rb/pdf/Brochure%20Aguas%20Residuales%20CS5%20AM%20final%20individual.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Aguas residuales el Recurso desaprovechado*. <https://www.agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/04/Informe-Mundial-de-las-Naciones-Unidas-sobre-el-Desarrollo-de-los-Recursos-Hidricos-2017.pdf>

Posada E., Mojica D., Pino N., Bustamante C. y Monzón A. (2013). Establecimiento de Índices de Calidad Ambiental de Ríos con bases en el comportamiento del oxígeno disuelto y de la temperatura. Aplicación al caso del río Medellín, en el valle de Aburrá en Colombia. *Dyna*. 80(181), 192-200. [consultado el 28 de junio 2020] disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49628728021>

Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat) y Organización Mundial de la Salud (OMS), 2021. Progreso en el tratamiento de las aguas residuales. Estado mundial y necesidades de aceleración del indicador 6.3.1. de los ODS.

https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/10/sdg6_indicator_report_631_progress-on-wastewater-treatment_2021_es.pdf

Raffo, E. y Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1), 71-80. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>

Ramírez, A., Quispe, E. (2017). *Tratamiento mediante la tecnología de lodos activados del agua residual del camal de Carhuaz*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico. Universidad Nacional del Callao. 137 p.

Romero, J. (2002). *Calidad del Agua.*, 1a. Ed., Bogotá-Colombia., Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Santamarina, B. 2008. Antropología y medio ambiente. revisión de una tradición y nuevas perspectivas de análisis en la problemática ecológica AIBR. *Revista de Antropología Iberoamericana*, 3 (2) p 144-184.

Seoánez, M. (2000). *Tratado de Gestión del Medio Ambiente Urbano*. Ed. Mundi - Prensa. Madrid-España

Suárez, J., Oré, L., Loarte, W., Oré J. (2021). Calidad de agua y nivel de satisfacción en la comunidad universitaria de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2019. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkazun*. .2(1). <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i1.27>.

Tamani, Y, (2017). *Electrocoagulación para la remoción de carga contaminante del efluente del matadero municipal de Tingo María*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 123 p.

UNESCO (2009). Water in a changing world.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000181993.page=29>

UNESCO (2017) Día Mundial del agua. [En línea]:
(<http://www.unesco.org/new/es/unesco/events/prizes-andcelebrations/celebrations/international-days/world-water-day-2017/>). 20 de julio 2021.

Vásquez, B. (2019). Aplicación del sistema de electrocoagulación a nivel de laboratorio con electrodos de aluminio y fierro para la reducción de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales del camal S.A.G.E.I.S.A. en el año 2018. Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental. Universidad Privada del Norte. Lima.
File:///C:/Users/yorat/Downloads/Vasquez%20Acu%C3%B1a,%20Brendy%20Lizet%20%20.pdf

Villareal, M. (2016). Calidad de agua del río San Juan, en el departamento de Pasco. Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Federico Villareal.
file:///C:/Users/yorat/Downloads/Villarreal_Huacachi_Meredith_Pat_Titulo_Profesional_2016.pdf.

ANEXOS

ANEXO 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA RESIDUAL DEL CAMAL Y CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DEL RÍO HUALLAGA EN TINGO MARÍA 2021.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal municipal y la calidad ambiental del agua del río Huallaga en Tingo María?	Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal y la calidad ambiental del agua del río Huallaga en Tingo María	Existe diferencia significativa en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal y en la calidad ambiental del agua del río Huallaga.	Parámetros fisicoquímicos del agua residual del camal antes y después del tratamiento Calidad ambiental del agua del río Huallaga	LP Buena Mala
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Sub variables	Sub indicadores
¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal municipal de Tingo María, al ingreso y a la salida de las pozas de tratamiento?	Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal municipal de la ciudad de Tingo María, al ingreso y a la salida de las pozas de tratamiento.	Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal municipal de Tingo María presentan diferencia significativa al ingreso y a la salida de las pozas de tratamiento.	a) pH b) Temperatura c) Turbidez d) Conductividad e) DBO5 f) Aceites y grasas g) Sólidos totales suspendidos h) Coliformes termotolerantes	a) pH: 0-14 b) °C: 0 a más c) Unidades nefelométricas de turbidez (NTU): 0 a más d) S/m e) mg/L f) mg/L g) mg/L h) NMAV

<p>¿Cuál es el índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga, antes y después de la implementación de las pozas de tratamiento de aguas residuales en el camal municipal de la ciudad de Tingo María?</p>	<p>Determinar la calidad ambiental del agua del río Huallaga antes y después de la implementación de las pozas de tratamiento del agua residual del camal municipal.</p>	<p>El índice de calidad ambiental del agua del río Huallaga presenta diferencia significativa antes y después de la implementación de las pozas de tratamiento de aguas residuales del camal.</p>	<p>Índice de calidad ambiental</p>	<p>ICARHS= $100 - \frac{[(\sqrt{F12+F22+F32/1}, 732)]}{100}$</p>
---	--	---	------------------------------------	---

IVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN, MUESTRA	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<p>1. Nivel de investigación: Fue analítica explicativa por cuanto se buscó comprobar que el tratamiento que reciben las aguas residuales del camal no aseguran el cumplimiento de la normativa para el ingreso al sistema de alcantarillado, así como demostrar que la calidad ambiental del agua del río Huallaga entre los años 2015 y 2021, condiciones de antes y después de la implementación del tratamiento de las aguas residuales del camal municipal no han variado efectivamente. Esto es apoyado por Carrasco Díaz (2006) quien sostiene que a través de este tipo de investigaciones podemos aprender por qué los hechos o fenómenos de nuestra realidad tienen ciertas características, propiedades o características. En esta clasificación, el propósito de la investigación es analizar un fenómeno particular, interpretarlo en el contexto en el que se presenta, interpretarlo y luego reportarlo (Muñoz, 2011).</p> <p>2. Tipo de investigación Fue aplicada porque se utilizaron los conocimientos de la ciencias físicas y química para la verificación de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos antes y después del tratamiento en las pozas de sedimentación, cuyos resultados servirán para realizar las respectivas correcciones para su optimización. Según Ander-Egg (2011), la investigación aplicada está estrechamente relacionada con la investigación básica, ya que depende del descubrimiento y el progreso de ésta, son investigaciones preocupadas en las soluciones de problemas su interés es la aplicación y uso del conocimiento.</p>	<p>1) Población Aguas residuales generadas por el Camal Municipal de la ciudad de Tingo María en días de mayor actividad constituido por 1000 L antes y después de su ingreso a las pozas de tratamiento implementadas en el año 2019. Datos de los parámetros medidos entre los años 2015 AL 2021 como resultado del monitoreo de las Aguas del río Huallaga realizados por la ANA, comprendida entre el puente Córpac y la localidad de Mapresa</p> <p>2) Muestra 15 muestras de agua residual de 250 mL y 6 muestras de 1000 mL en el punto de ingreso a las pozas de tratamiento de aguas residuales y a la salida en 3 días de mayor actividad del camal</p> <p>Tipo de muestreo El muestreo utilizado fue el no probabilístico Para los análisis de SST se tomaron muestras de 250 mL en envases de PVC, realizándose un previo enjuague del envase. Para los análisis de DBO5 se tomaron muestras de 1 L, en envases de PVC enrazándose al borde del recipiente para evitar la entrada de aire.. Para los análisis de aceites y grasas se tomaron muestras de 1 L en envases de vidrio oscuro, teniendo cuidado de hacerlo en la parte superficial de la corriente de agua residual., añadiéndose 20 gotas de H₂SO₄ para su conservación, según especificación de muestreo para este tipo de análisis.</p>	<p>La investigación fue pre-experimental. Según Hernández Sampieri et al. (2013), un pre-experimento se da cuando se aplica un tratamiento a un grupo y después se mide para ver cuál es el nivel de influencia en el grupo y no es experimental por cuanto no se manipulan las variables y dependían del estímulo que fueron sometidas las aguas residuales del camal con el tratamiento aplicado Y es de cohorte longitudinal y prospectiva por cuanto se evaluaron los cambios en la calidad ambiental del agua del río Huallaga a través del tiempo considerando antes de la implementación de las pozas de sedimentación (años 2015-2018) y después de implementadas (2019-2021).</p> <p>Las muestras de agua residual del camal tomadas en dos puntos (antes del ingreso a las pozas de sedimentación y a la salida de las pozas fueron colocadas en cajas térmicas y trasladadas con hielo en gel a los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para analizar los parámetros fisicoquímicos (pH, turbidez, conductividad) y microbiológicos (coliformes, NMV, hongos y levaduras) según los protocolos respectivos utilizados en los laboratorios de la UNAS. Igualmente, las muestras de agua residual tomada en dos puntos (antes y después del ingreso a las pozas) fueron realizadas según los protocolos recomendados por los Laboratorios Segesa, para la toma y conservación de estos, luego fueron colocados en coolers y con hielo en gel fueron trasladados a la ciudad de Lima donde se realizaron los análisis de SST, aceites y Grasas, DBO5 y coliformes termoestables. se seleccionaron aquellos parámetros que se requieren para la evaluación del ICARHS, considerando que el Río Huallaga está considerado como categoría 4, según lo indicado por la ANA.</p>	<p>1) Técnicas bibliográficas Fichaje Permitió elaborar las referencias bibliográficas respecto al tema</p> <p>2) Técnicas de campo Análisis de laboratorio. La evaluación de los parámetros físicos químicos y microbiológicos del agua residual del camal antes y después de su tratamiento según: - Potenciometría, determinación pH - Termometría para la temperatura - Conductimetría para la conductividad - Espectrofotometría para la turbidez - Incubación para el análisis DBO5 y numeración de microorganismos). :• Determinación de Aceites y Grasas: ▪ DBO5: ▪ SST •Determinación de coliformes termoestables</p> <p>3) Técnicas estadísticas Estadística descriptiva, para determinar las medidas de tendencia central (media) y coeficiente de variación de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos y la determinación de la calidad ambiental del agua del río HUallaga. Estadística inferencial con la prueba t de student. Los resultados se ordenaron en fichas de laboratorio para ser tabulados y analizados estadísticamente.</p>	<p>1) Instrumentos bibliográficos: Fichas de localización (Autor, año, título, subtítulo si lo hubiera, edición, lugar de ejecución, editorial, paginación)</p> <p>Fichas de contenido o de investigación Resumen Textuales o de transcripción Comentario</p> <p>2) Instrumentos de campo Protocolos Guías de laboratorio Normas técnicas</p> <p>3) Instrumentos estadísticos Para el procesamiento de los resultados se utilizó el software Excel, debidamente autorizado por la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en el que se utilizó la prueba t de student para determinar si hay diferencia significativa entre las medias de dos resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y de la calidad ambiental del agua antes y después de la implementación de las pozas de sedimentación en el camal.</p>



ANEXO 02 CONSENTIMIENTO INFORMADO



ID:

FECHA: 21 /12/23

TÍTULO: PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA RESIDUAL DEL CAMAL Y CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA EN TINGO MARÍA 2021

OBJETIVO:

Evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal y la calidad ambiental del agua del rio Huallaga en Tingo María.

INVESTIGADOR: YOLANDA JESÚS RAMÍREZ TRUJILLO

Consentimiento / Participación voluntaria

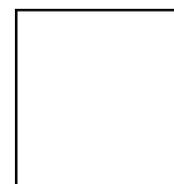
Acepto participar en el estudio: He leído la información proporcionada, o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar dudas sobre ello y se me ha respondido satisfactoriamente. Consiento voluntariamente participar en este estudio y entiendo que tengo el derecho de retirarme en cualquier momento de la intervención (tratamiento) sin que me afecte de ninguna manera.

- **Firmas del participante o responsable legal**

Huella digital si el caso lo amerita

Firma del participante: _____

Firma del investigador responsable: _____



ANEXO 03

MÉTODOS ANALÍTICOS DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ISICOQUÍICOS Y MICROBIOLÓGICOS

PH

El término pH representa la concentración de iones de hidrógeno en una solución. En el agua, este factor es de excepcional importancia, principalmente en los procesos de tratamiento. En la rutina de los laboratorios de las estaciones de tratamiento él es medido y ajustado siempre que necesario para mejorar el proceso de coagulación/floculación del agua y también el control de la desinfección.

El valor del pH varía de 0 a 14. Bajo 7 el agua es considerada ácida y sobre 7, alcalina. Agua con pH 7 es neutra. La Portaria n° 2.914/2011 del Ministerio de Salud recomienda que se mantenga el pH del agua entre 6,0 y 9,5 en el sistema de distribución.

Existen en el mercado varios equipos para determinación del pH. Se denominan potenciómetros o colorímetros.

Material necesario:

- a) potenciómetro;
- b) cubetas;
- c) frasco lavador;
- d) papel absorbente;
- e) solución tampón de pH conocido;

Técnica a) conectar el equipo y esperar su estabilización;

b) lavar los electrodos con agua destilada y secarlos con papel absorbente;

c) calibrar el equipo con las soluciones estándares (pH 4 – 7 o 10);

d) lavar otra vez los electrodos con agua destilada y secarlos;

e) introducir los electrodos en la muestra a ser probada y hacer la lectura;

f) lavar una vez más y dejarlos inmersos en agua destilada;

g) desconectar el equipo.

TURBIDEZ

Método Nefelométrico

Material necesario:

- a) turbidímetro con nefelómetro;
- b) células de muestras de vidrio incoloro (cuarzo),
- c) balón volumétrico de 100 ml;
- d) pipeta volumétrica de 5 ml;

Procedimiento:

- a) calibrar el turbidímetro de acuerdo a las instrucciones del fabricante;
- b) medida de turbidez inferior a 40 uT: agitar la muestra suavemente y esperar hasta que las burbujas de aire desaparezcan y ponerla en la célula de muestra del turbidímetro; hacer la lectura de la turbidez directamente en la escala del instrumento o en la curva de calibración apropiada.
- c) medida de turbidez sobre 40 uT: diluir la muestra con uno o más volúmenes de agua libre de turbidez hasta que la turbidez de la muestra diluida esté entre 30 y 40 UT. Hacer la lectura y multiplicar el resultado por el factor de dilución.

Cálculo: $uT = A \times (B + C) C$

Dónde: UT = UTN = Unidad de Turbidez Nefelométrica;

A = Turbidez de la muestra diluida;

B = Volumen de la dilución (ml);

C = Volumen de la muestra tomado para la dilución.

TEMPERATURA

La temperatura tiene que ver con el aumento del consumo de agua, con la fluoruración, con la solubilidad e ionización de las sustancias coagulantes, con el cambio del pH, con la desinfección, etc.

Procedimiento para determinación en el agua

Material necesario:

- a) termómetro;
- b) becker de 250 ml.

Técnica

- a) recolectar un poco de agua en un becker de 250 ml;
- b) sumergir el termómetro en el agua;
- c) esperar hasta que el material dilatante (mercurio) se estabilice;
- d) hacer la lectura con el bulbo del termómetro aun dentro del agua.

CONDUCTIVIDAD

La conductividad eléctrica de una solución es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica y permite conocer la concentración de especies iónicas presentes en el agua. Como la contribución de cada especie iónica a la conductividad es diferente, su medida da un valor que no está relacionado de manera sencilla con el número total de iones en solución. Depende también de la temperatura.

Está relacionada con el residuo fijo por la expresión

conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) $\times f =$ residuo fijo (mg/L)

El valor de f varía entre 0.55 y 0.9.

SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN

Para su determinación se filtra la muestra de agua bien homogeneizada a través de un papel de filtro de $0.45 \mu\text{m}$ que se seca a peso constante a temperatura de 105°C .

El incremento de peso del filtro antes y después de filtrar la muestra indicará el contenido en materias en suspensión de la muestra problema.

Gravimetría. Filtración, secado a $105\text{-}110^\circ\text{C}$ y pesada. Unidades: mg/L .

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

DBO5 Se determina el contenido de oxígeno en una muestra y lo que queda después de 5 días de incubación en una muestra semejante. La diferencia es la DBO5.

Uno de los métodos más utilizados es el método respirométrico.

Consiste en una botella de digestión que se encuentra unida a un manómetro. El volumen de muestra utilizado está en función de la DBO5 prevista. Durante la determinación los microorganismos respiran el oxígeno disuelto en el agua de la muestra y a medida que éste se va consumiendo el oxígeno contenido en el aire de la botella va pasando a la muestra. En el transcurso de la oxidación de la materia orgánica se genera CO₂ que pasa al volumen de aire. En el digestor de goma hay NaOH que retiene el CO₂ y lo elimina del volumen de aire, creándose una depresión en la botella de digestión que es indicada en el manómetro. Muestras muy polucionadas precisan más oxígeno en los 5 días que el que contiene la muestra, por lo que se usa el método de dilución. Se añade oxígeno disuelto a la muestra, se inocula, si es preciso, con microorganismos apropiados y se incuba durante 5 días, determinándose la diferencia entre el oxígeno inicialmente presente y el que resta a los 5 días.

Unidades: mg O₂/L.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

MÉTODO DE TUBOS MÚLTIPLES DE FERMENTACIÓN PARA COLIFORMES TERMOESTABLES

Materiales y Equipos:

- Muestras de agua residual
- Recipientes estériles para muestras
- Pipetas automáticas y puntas desechables
- Tubos de dilución seriada
- Matraz Erlenmeyer o tubos de fermentación

- Caldo lauril sulfato triptosa (LST)
- Tubos de Durham o botellas de fermentación
- Incubadora a $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$
- Termómetro
- Tabla de MPN (número más probable) específica para coliformes termoestables

Procedimiento:**Preparación de Muestras:**

- Recolecta las muestras de agua residual en recipientes estériles.
- Almacena las muestras a baja temperatura antes del análisis si es necesario.

Diluciones Seriadas:

- Prepara diluciones seriadas de las muestras utilizando tubos de dilución seriada y caldo LST.
- Mezcla cada dilución de manera uniforme.

Inoculación en Tubos de Fermentación:

- Inocula cada dilución en tubos de fermentación con agar selectivo para coliformes termoestables.
- Añade un tubo de Durham en cada tubo para capturar el gas producido.

Incubación:

- Incuba los tubos a $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ durante 24-48 horas.
- Verifica la presencia de gas en los tubos de Durham.

Conteo de Tubos Positivos:

- Cuenta los tubos positivos (presencia de gas) para cada dilución y registra los resultados.

Consulta de la Tabla de MPN:

- Utiliza la tabla de MPN específica para coliformes termoestables para determinar el número más probable de coliformes por cada 100 ml de muestra.

Registro de Resultados:

- Registra los resultados y expresa los valores en NMP/100 ml.

Informe Final:

- Prepara un informe final que incluya los resultados, las conclusiones y cualquier acción recomendada.

Es importante seguir cuidadosamente las instrucciones detalladas en la normativa específica (SMEWW Part 9221 F.2) para garantizar la precisión y la validez de los resultados. Este protocolo proporciona una estimación del número más probable de coliformes termoestables en la muestra de agua residual.

PROTOCOLO PARA DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL NMAV EN AGUA RESIDUAL

Materiales y Equipos:

- Muestras de agua residual
- Recipientes estériles para muestras
- Pipetas automáticas y puntas desechables
- Placas de agar nutritivo o medio de cultivo general
- Incubadora a 35-37°C
- Material de vidrio y plástico estéril (tubos de ensayo, matraces, etc.)

Procedimiento:**Preparación de Muestras:**

- Recolecta las muestras de agua residual en recipientes estériles.
- Almacena las muestras a baja temperatura antes del análisis si es necesario.

Diluciones Seriadas:

- Realiza diluciones seriadas de las muestras para obtener concentraciones manejables.

Inoculación en Placas:

- Inocula las diluciones en placas de agar nutritivo o medio de cultivo general.
- Extiende uniformemente el inóculo sobre la superficie del agar.

Incubación:

- Incuba las placas a 35-37°C durante 24-48 horas.

Conteo de Colonias:

- Realiza el conteo de colonias después de la incubación.
- Registra los resultados y expresa los valores en UFC/100 ml.

Registro de Resultados:

- Registra todos los resultados de manera precisa y completa.

Interpretación de Resultados:

- Compara los resultados con los estándares locales y normativas ambientales para determinar si el agua cumple con los requisitos establecidos.

Informe Final:

- Prepara un informe final que incluya los resultados, las conclusiones y cualquier acción recomendada.

Este protocolo proporciona una estimación del número de microorganismos aerobios mesófilos viables en la muestra de agua residual. Asegúrate de seguir prácticas de seguridad y cumplir con las normativas locales durante todo el proceso. Además, ten en cuenta que las condiciones específicas pueden variar según la región, por lo que es importante consultar las directrices locales aplicables.

ANEXO 04

PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD DE LABORATORIO

1. **Análisis Realizados:** Aceites y Grasas, DBO5, Solidos Suspendidos.
2. **Matriz de Agua:** Agua Residual.
3. **Muestreo:** Muestras tomadas por el cliente.

4. Métodos utilizados para el análisis:

- Determinación de Aceites y Grasas: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 D, 23rd Ed. Oil and Grease. Soxhlet Extraction Method.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
- Determinación de Solidos Suspendidos totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D.

5. Aseguramiento de Calidad:

CONTROLES DE CALIDAD											
1. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SM 2540 D)				2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (SM5210 B)				3. ACEITES Y GRASAS (SM 5520 D)			
CONTROLES DEL MÉTODO				CONTROLES DEL MÉTODO				CONTROLES DEL MÉTODO			
BM (ppm)	QCS (ppm) CELITE	QCS Valor CELITE	QCS % Recuperación (+/- 15%)	BM (ppm)	QCS (ppm)	QCS Valor	QCS % Recuperación (+/- 15%)	BM (ppm)	QCS (ppm)	QCS Valor	QCS % Recuperación (+/- 15%)
2.5	100	91	91,00	< 2	198	194	97,98	< 10	400	377	94,25

Análisis de la muestra

RESULTADOS					
CÓDIGO CLIENTE	CÓDIGO SEGESA	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SM 2540 D)	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (SM5210 B)	ACEITES Y GRASAS (SM 5520 D)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (SM 9221D Y E1)
P1-1	ENV-23-0018-1-01	560mg/L	2020mg/L	700mg/L	2X10 ³ NMP/100mL
P1-1	ENV-23-0018-1-01DUP	596mg/L	1830mg/L		
P2-1	ENV-23-0018-1-02	308mg/L	800mg/L	334 mg/L	2,1X10 ³ NMP/100mL
P2-1	ENV-23-0018-1-02 DUP	320,6mg/L	680mg/L		
P1-2	ENV-23-0018-1-03	845mg/L	640mg/L	486,4 mg/L	2,3X10 ³ NMP/100mL
P1-2	ENV-23-0018-1-03 DUP	799mg/L	560mg/L		
P2-2	ENV-23-0018-1-04	255mg/L	386,4mg/L	90 mg/L	2,3X10 ³ NMP/100mL
P2-2	ENV-23-0018-1-04 DUP	263,84mg/L	381,60mg/L		
P1-3	ENV-23-0018-1-05	2810mg/L	2067mg/L	1500 mg/L	2,4X10 ³ NMP/100mL
P1-3	ENV-23-0018-1-05 DUP	2942,3mg/L	2070mg/L	mg/L	
P2-3	ENV-23-0018-1-06	878mg/L	1173mg/L	828 mg/L	2,2X10 ³ NMP/100mL

P2-3	ENV-23-0018-1-06 DUP	940,16mg/ L	1056mg/L		
------	-------------------------	----------------	----------	--	--

Nota. - Los controles realizados son los que indica el método estándar. BM: Blanco de Método, DUP: Duplicado de muestra, QCS Soluciones de control de Calidad.

6. Control de Calidad de Reactivos y Soluciones utilizadas:

REACTIVOS	MARCA	LOTE	VENCIMIENTO
Acido L-Glutámico	Merck	K53581391	31/07/2025
Dextrosa Anhidra	J.T. Baker	276453	05/11/2025
Acido esteárico	Sigma Aldrich	S8188373	31/10/2026
n-Hexadecano	Merck	S8122033	31/05/2026
Celite 545	Macherey-Nagel	455214106	14/07/2026

7. Trazabilidad de los Equipos utilizados en las determinaciones.

EQUIPO	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Baño Termostático	LT-0957-2022
Balanza analítica	LM-0519-2022
Estufa	LT-0051-2023
Incubadora	LT-0955-2022

REPORTE DE ANÁLISIS ENSAYO DE COLIFORMES TOTALES

Norma: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli. 2017

ENSAYO DE COLIFORMES FECALES O TERMOTOLERANTES

Norma: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli. 2017

PROCEDIMIENTO

El procedimiento comprende tanto pruebas presuntivas como confirmativas de coliformes totales y de confirmación de coliformes fecales.

PRUEBA PRESUNTIVA

Consiste en un procedimiento de criba en el que una reacción negativa excluye la presencia del grupo coliforme y una reacción positiva indica su posible presencia. Dispondremos de un matraz con 50 ml y dos series de tubos conteniendo 10 y 1 ml respectivamente de caldo

MacConkey, y provistos de una campana de recogida de gases (campana Durham). Mediante pipetas estériles, se siembran el matraz y las dos series de tubos con un volumen igual de agua ya homogeneizada debido a ello el medio deberá prepararse a doble concentración. Después de la siembra, será necesario una buena homogenización de los tubos que se llevaran a incubar durante 24 h a 37°C. Lectura e interpretación de los resultados. Se consideran tubos positivos aquellos en los que se observe viraje del indicador debido a la acidificación del medio, y aparición de gas en la campana Durham.

PRUEBA DE CONFIRMACION DE COLIFORMES TOTALES

Es un procedimiento mediante el cual, una reacción negativa excluye la presencia del grupo coliforme, mientras que una reacción positiva indica su presencia inequívoca. Deben someterse a esta prueba todos los tubos que hayan resultado positivos en la prueba presuntiva. A partir de ellos y tras homogenizar su contenido, se procederá a sembrarlos mediante asa en estría, sobre la superficie de placas Petri conteniendo medio de agar-lactosa-eosina-azul de metileno (medio de Teague Levine ó EMB). A continuación, se incubarán las placas a 37°C durante 24h. Las bacterias fermentadoras de lactosa crecen sobre este medio dando colonias opacas y pigmentadas en rosa, azul violeta oscuro con ó sin brillo metálico, mientras que las colonias que aparezcan distintas a las descritas pertenecerán a bacterias no fermentadoras de lactosa. Posteriormente, de cada placa, seleccionaremos una colonia de cada uno de los diferentes aspectos descritos como característicos y se resiembrará mediante hilo ó asa sobre agar nutritivo inclinado y a continuación y sin recargar se resiembrará un tubo de caldo MacConkey, con campana Durham, incubándose a 37°C durante 24 h. Al término de la incubación, se comprueba la producción de gas en el tubo lactosado y en el caso de que sea positiva, se toma mediante asa ó pipeta Pasteur una porción del cultivo desarrollado sobre el agar inclinado y se le practica la prueba de la oxidasa. O bien se siembra la bacteria en agua de peptona y se le realiza la prueba del indol. Esta prueba sirve para medir la producción de indol a partir de triptofano debido a la acción de la enzima Triptofanasa. Esta enzima degrada el triptofano hasta indol y pirúvico, el cual es utilizado como fuente de energía. El indol por el contrario se acumula en el medio y puede ser puesto de manifiesto con el reactivo de Kovacs el cual va a extraer el indol que va a reaccionar con el paradimetilaminobenzaldehído dando lugar en medio ácido a un complejo de color rojo denominado Rosindol el cual queda concentrado en forma de un anillo en la parte superior del tubo, ya que el alcohol amílico no se mezcla con el agua y al ser menos denso que esta, se queda por encima.

Lectura e interpretación de los resultados.

Si en la placa de medio EMB no se desarrollan colonias ó bien las aparecidas no son fermentadoras de lactosa con producción de gas la prueba de confirmación es negativa. En el caso de que la colonia aislada sea fermentadora de la lactosa con producción de gas y oxidasa negativa ó indol positiva, la presencia de coliformes totales se considera confirmada. Si la reacción de la oxidasa es positiva, ó la del indol es negativa, la presencia de coliformes totales se considerará negativa aunque la colonia aislada haya fermentado la lactosa con producción de gas. Para el cálculo del NMP de coliformes totales se contabilizarán como positivos aquellos tubos de la serie que hayan dado una prueba de confirmación positiva.

PRUEBA DE CONFIRMACION DE COLIFORMES FECALES

Es un procedimiento por el cual una reacción negativa excluye la presencia de coliformes fecales, mientras que una reacción positiva indica su presencia inequívocamente. Deben

someterse a esta prueba, todos los tubos que hayan resultado positivos en la prueba presuntiva. A partir de los tubos positivos obtenidos se resiembra mediante asa ó bien con dos gotas de cultivo tomadas con pipeta Pasteur tantos tubos de caldo MacConkey como tubos positivos presuntivos haya, incubándose inmediatamente a 44°C durante 24 horas. Lectura e interpretación de los resultados. Cuando se observe crecimiento bacteriano con producción de gas a las 24 h ó antes, la presencia de bacterias coliformes fecales quedara confirmada y para el cálculo del NMP de coliformes fecales, se contabilizarán como positivos aquellos tubos de la serie que hayan dado prueba de confirmación positiva. Las aguas aptas para consumo humano deben tener ausencia de coliformes tanto totales como fecales en un mínimo de 100 ml de agua analizada. 17

COMPOSICION DE MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS EMPLEADO AGUA DE PEPTONA

Peptona 1% NaCl 0.5% pH 7.2 CALDO DE MacConkey Bilis de buey 5g/l Peptona 20g/l Lactosa 10g/l Púrpura de bromocresol 0.01g/l Agua destilada 1000ml pH 7.3 AGAR CON EOSINA Y AZUL DE METILENO (Teague-Levine) EMB Peptona 10g/l Lactosa 5g/l Sacarosa 5g/l Fosfato di potásico 2g/l Agar 14g/l Eosina amarilla 0.4g/l Azul de metileno 0.065g/l Agua destilada 1000ml pH 7.2 REACTIVO DE KOVACS Alcohol amílico 150ml p-dimetil aminobenzaldehido 10g HCL concentrado 50ml.

Comentario: Análisis llevado a cabo correctamente.

ANEXO 05



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-178



INFORME DE ENSAYOS N° IE-
015-2023

Ciente	: Ing. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo	Plan de muestreo	: NO APLICA
		Método de muestreo	: Muestreo no probabilístico, 2019
		Lugar de muestreo	: Camal Municipal de la ciudad de Tingo María
		P1: Punto de muestreo agua residual después del beneficio antes del ingreso a las pozas de tratamiento	
		P2: Punto de muestreo agua residual después del tratamiento, antes del ingreso al alcantarillado municipal	
		Muestreado por	: Cliente
		Fecha de muestreo	: 16/02/2023
Dirección	: Av. Raymondi 341-A Tingo María	Estado de muestra	: Conservada
		Cantidad de muestras	: 24 x 1 L
Orden de servicio	2023-LS-0018-1	Fecha de recepción	: 17/02/2023
		Emisión de informe	: 28/02/2023

RESULTADOS DE ENSAYOS

DETERMINACIONES EN LABORATORIO

PARÁMETRO	MÉTODO	LC	FECHA DE ANÁLISIS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS
				COD. Lab: ENV-23-0018-1-1	ENV-23-0018-1-2	ENV-23-0018-1-3
				AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
				COD. Muestra P1-1	COD. Muestra P2-1	COD. Muestra P1-2
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 2540 D	2.50 mg/L	18/02/2023	560.00 mg/L	308.00 mg/L	845.00 mg/L
*DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 5210 B	2.00 mg/L	17/02/2023	2,020.00 mg/L	800.00 mg/L	640.00 mg/L
*COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 9221 D Y E1	1,8NMP/100 mL	17/02/2023	2X10 ⁶ NMP/100 mL	2,1X10 ⁶ NMP/100 mL	2,3X10 ⁶ NMP/100 mL
*ACEITES Y GRASAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 5520 D	10 mg/L	27/02/2023	700.00 mg/L	334.00 mg/L	486.40 mg/L

PARÁMETRO	MÉTODO	LC	FECHA DE ANÁLISIS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS
				COD. Lab: ENV-23-0018-1-4	ENV-23-0018-1-5	ENV-23-0018-1-6
				AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
				COD. Muestra P2-2	COD. Muestra P1-3	COD. Muestra P2-3
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 2540 D	2.50 mg/L	18/02/2023	255.00 mg/L	2,810.00 mg/L	878.00 mg/L
*DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 5210 B	2.00 mg/L	17/02/2023	386.40 mg/L	2,067.00 mg/L	1,173.00 mg/L
*COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 9221 D Y E1	1,8NMP/100 mL	17/02/2023	2,3X10 ⁶ NMP/100 mL	2,4X10 ⁶ NMP/100 mL	2,2X10 ⁶ NMP/100 mL
*ACEITES Y GRASAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 5520 D	10 mg/L	27/02/2023	90.00 mg/L	1,500.00 mg/L	828.00 mg/L

*Métodos no acreditados

AUYCH= Agua de uso y consumo humano; ANT= Agua natural; AR= Agua residual

LC: Límite de Cuantificación

REFERENCIA DE MÉTODOS ANÁLITICOS: Estándar Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017




ing. Johnny Morales Gamboa
SEGESA PERU S.A.C
JEFE DE LABORATORIO

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI SERVICIOS DE ENSAYO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestras o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. SERVICIOS DE ENSAYO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de SERVICIOS DE ENSAYO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL PERÚ S.A.C.

SEGESA PERU S.A.C Jr. LOS PELITRES MZ – B. LT 20 SJL. LIMA 36. PERU TLFNO: 017747286 WWW. SEGESALAB.COM

Códig

ANEXO 06

Estándares de Calidad Ambiental(ECA) para Agua D.S. 004-2017-MINAM

Categoría 4: Conservación del ambiente Acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
NITRATOS (NO ₃) (C)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						

Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
<u>Organofosforados</u>						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
<u>Organoclorados</u>						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087	0,000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

ANEXO 07

BASE DE DATOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA DEL RÍO HUALLAGA EN DOS PUNTOS DE MUESTREO AÑOS 2015 AL 2021 (Datos proporcionados por la ANA)

AÑO	PTO. MUESTREO	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	OD (mg/L)	Coliformes termoeslab NMP/100 mL	pH	As (mg/L)	Al (mg/L)	Mn (mg/L)	He (mg/L)	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)	Cu (mg/L)
2015	RHual17	6	28	6,94	33000	7,88	<0,007	1,725	0,169	0,08	<0,007	<0,001	<0,002
	RHual18	3	8	6,75	3300	7,81	<0,007	1,023	0,111	2,133	<0,007	<0,001	<0,002
2016	RHual17	<2	32	7,58	1800	8,17	<0,007	0,258	0,034	0,519	<0,007	0,003	<0,002
	RHual18	6	32	7,81	79000	8,54	<0,007	0,268	0,231	0,521	<0,007	<0,001	<0,002
2017	RHual17	<2	<2	7,56	1300	8,01	0,00127	0,142	0,00053	0,0053	<0,00001	0,00053	0,00107
	RHual18	<2	<2	7,80	700	8,30	0,00144	0,124	0,00051	0,0076	<0,00001	1,01	0,00107
2018	RHual17	<2	<2	8,56	2400	8,30	0,00165	0,614	0,04444	0,9908	<0,00001	0,0011	0,00204
	RHual18	<2	<2	8,06	11000	8,15	0,00188	0,745	0,04746	1,302	<0,00001	0,0009	0,00167
2019	RHual17	8	15	8,93	1100	8,60	0,462	0,132	0,0409	0,939	<0,00001	<0,002	0,00105
	RHual18	5	15	8,41	40000	8,30	0,469	3,954	0,0406	0,79	<0,00001	0,0041	0,00003
2020	RHual17	<2	7	6,6	31000	6,7	0,0112	0,0112	6,273	16,73	<0,00001	0,0008	0,0201
	RHual18	<2	<2	6,6		7,5	0,0033	2,713	4,499	4,648	<0,00001	0,0053	0,0061
2021	RHual17	<2	14	6,83	5400	6,83	0,0028	2,925	0,1352	4,428	<0,00001	0,0026	0,0075
	RHual18	<2	19	6,5	1700	8	0,0016	3,142	0,1486	4,881	<0,00001	0,0023	0,0076

RHual17: Río Huallaga, 50 m aguas abajo del puente Corpac. **RHual18:** Río Huallaga, 100 m aguas abajo del botadero de residuos sólidos "La Muyuna"

ANEXO 08

Determinación de la calidad ambiental del agua del río Huallaga 2016-2021

Año/sem	Punto de muestreo	CCME WQI	Calificación
2016	RHual 17	65,25	Regular
	RHual 18	26,32	Pésimo
2017-I	RHual 17	36,44	Pésimo
	RHual 18	23,73	Pésimo
2017-II	RHual 17	44,18	Pésimo
	RHual 18	33,82	Pésimo
2018-I	RHual 17	44,20	Pésimo
	RHual 18	59,04	Malo
2018-II	RHual 17	49,16	Malo
	RHual 18	46,50	Malo
2019	RHual 17	31,43	Pésimo
	RHual 18	19,10	Pésimo
2021	RHual 17	36,70	Pésimo
	RHual 18	67,34	Regular

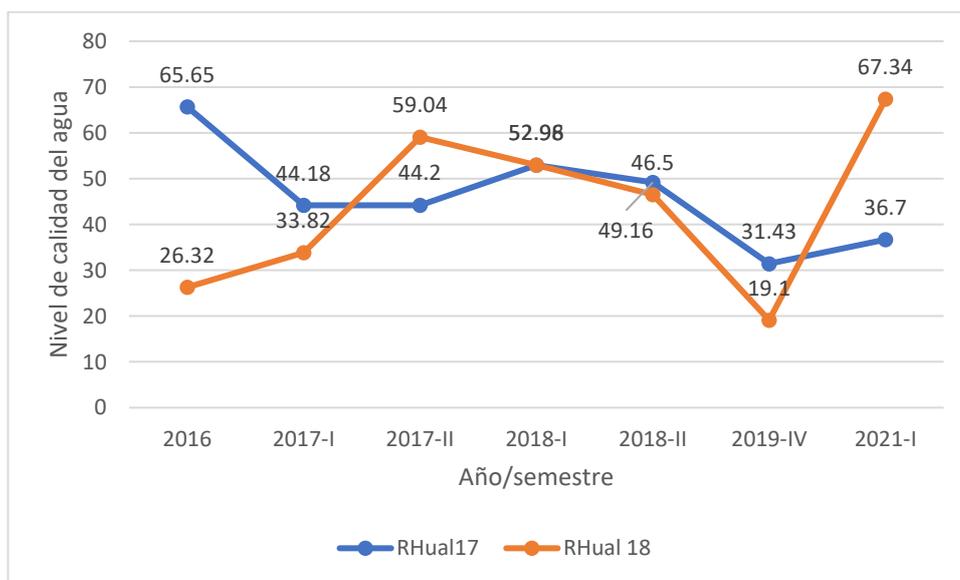
RHual17 = Punto de muestreo Río Huallaga, 50 m aguas abajo del puente Corpac

RHual18 = Punto de muestreo Río Huallaga, 100 m aguas abajo del botadero de residuos sólidos
La Muyuna

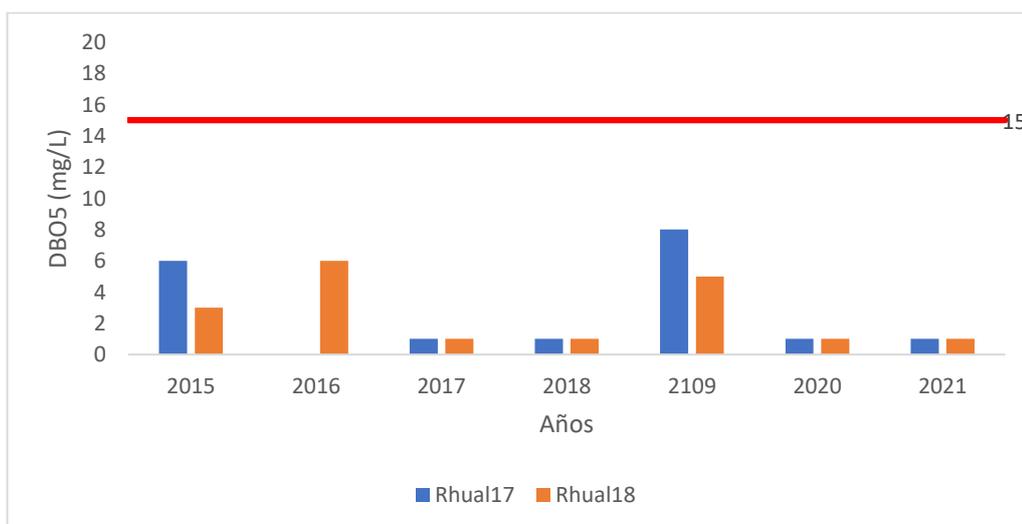
ANEXO 09

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA

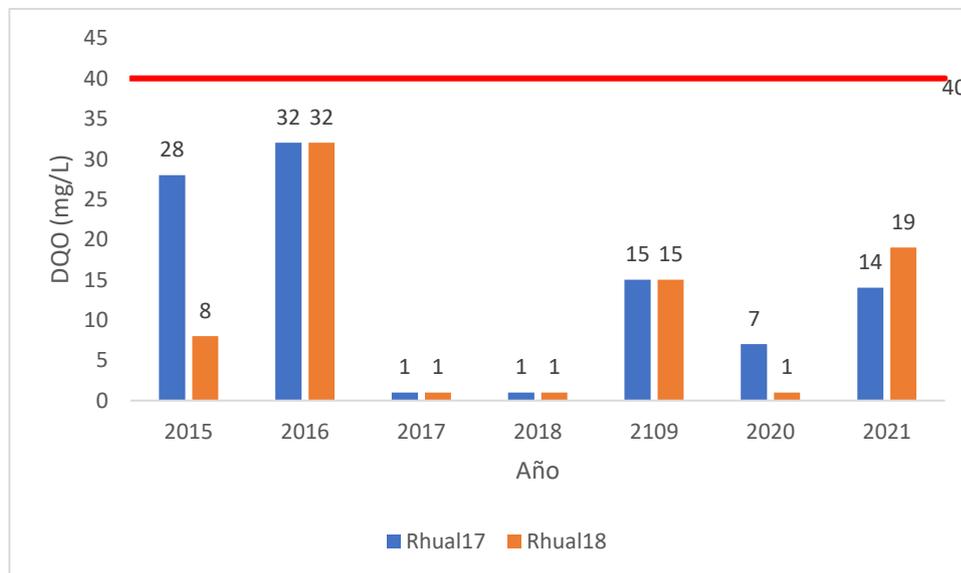
Evaluación del nivel de calidad del agua en dos puntos de muestreo



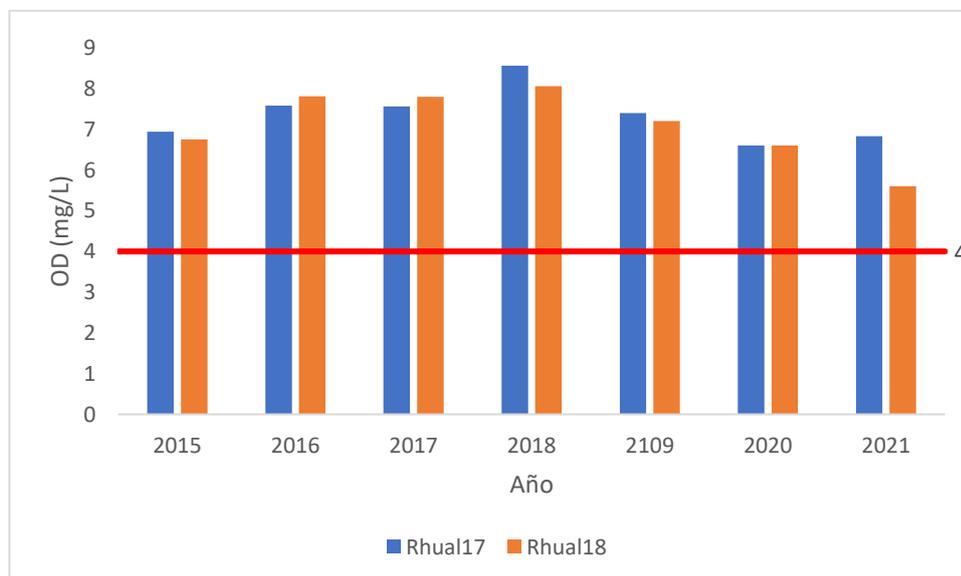
Concentración de DBO₅ en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021 (LMP= 15 mg/L)



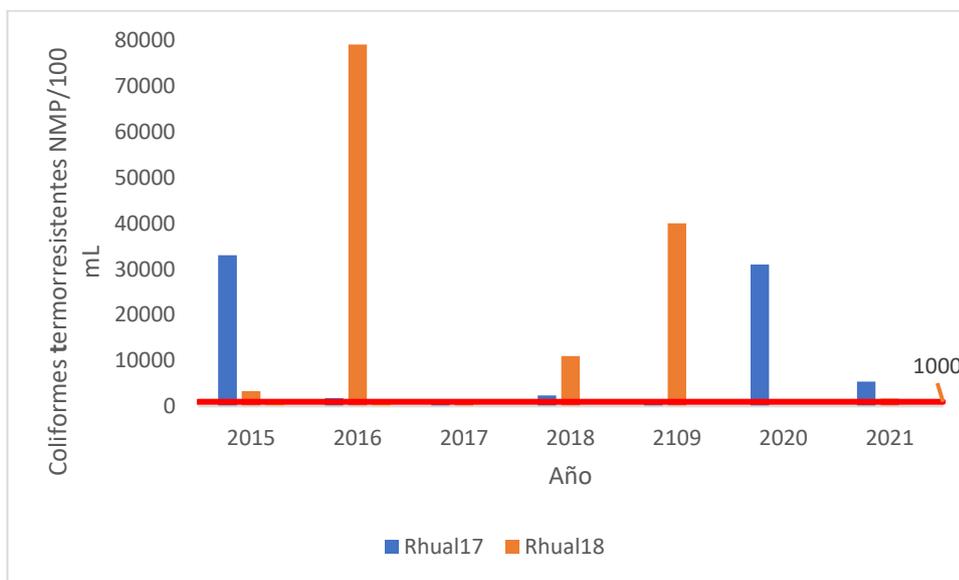
Concentración de DQO en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021 (LMP= 40 mg/L)



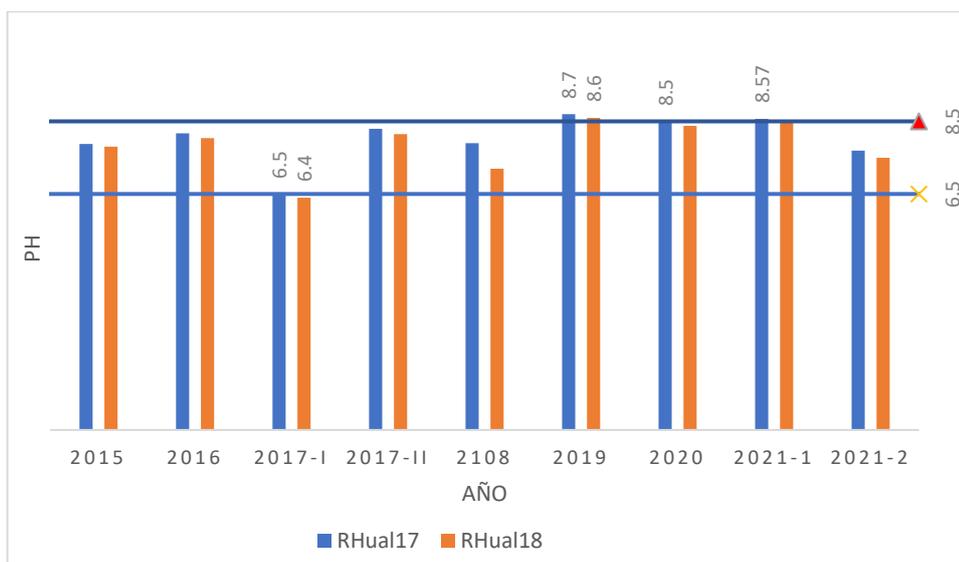
Concentración de DO en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021 (>4 mg/L)



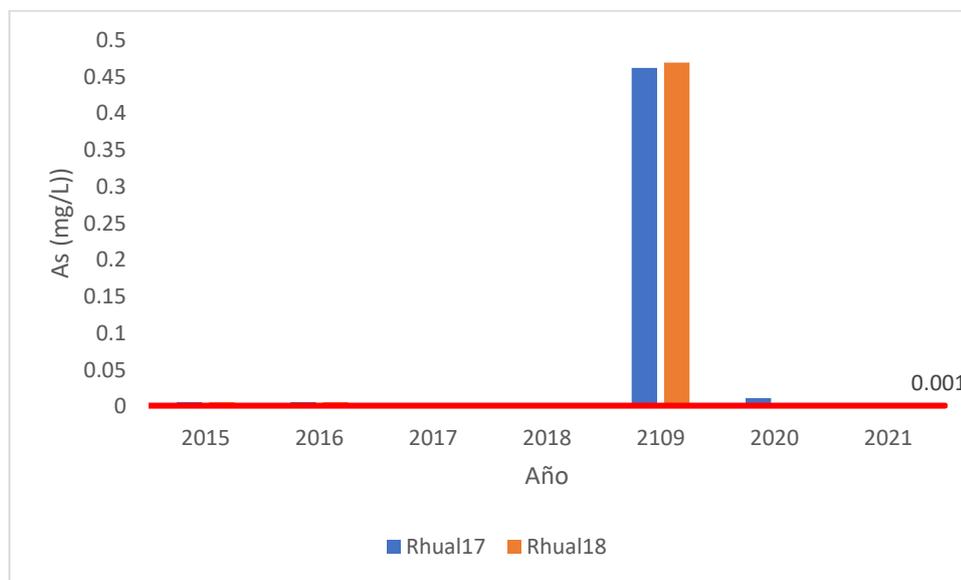
Concentración de Coliformes termorresistentes en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021 (LMP= 1000 mg/L)



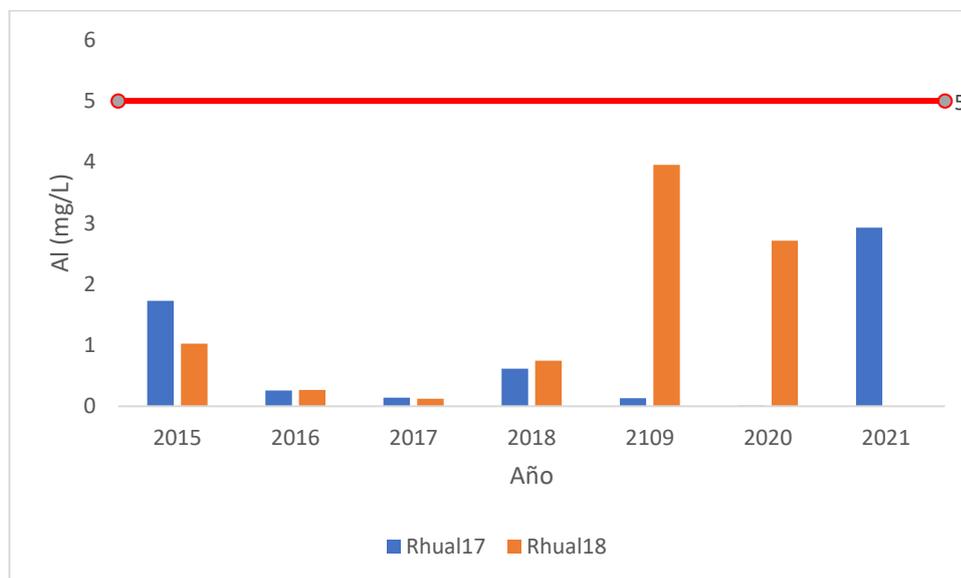
Concentración de pH en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021



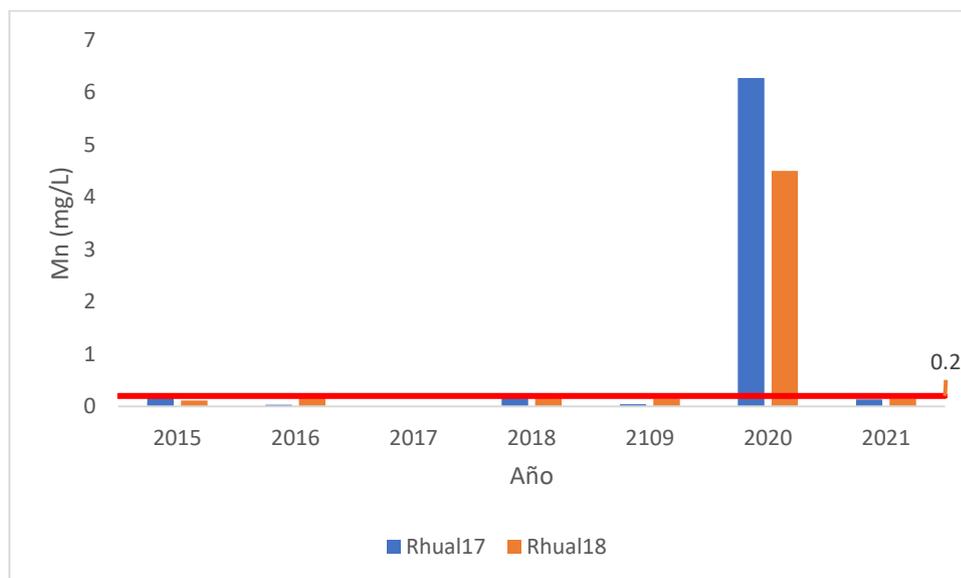
Concentración de As en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021



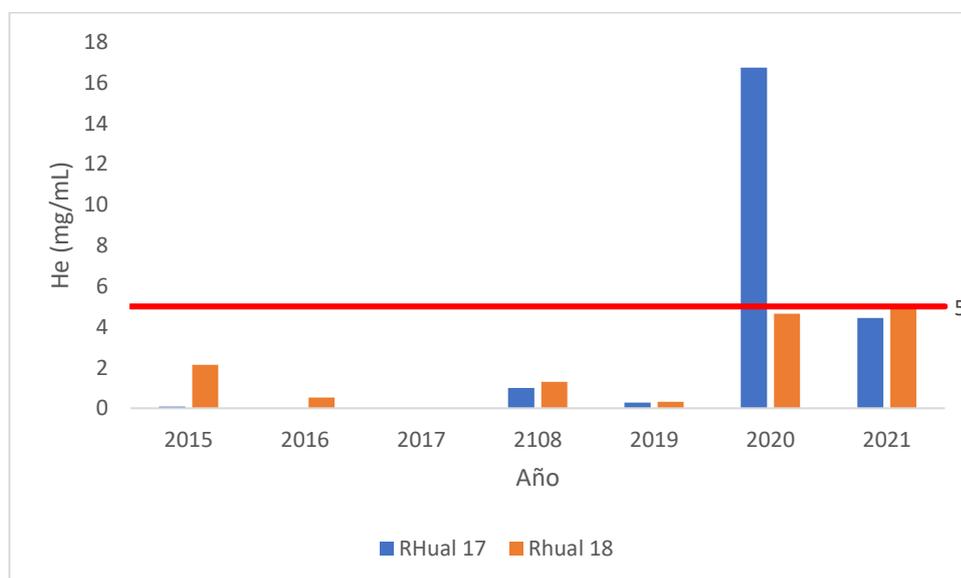
Concentración de Al en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021.



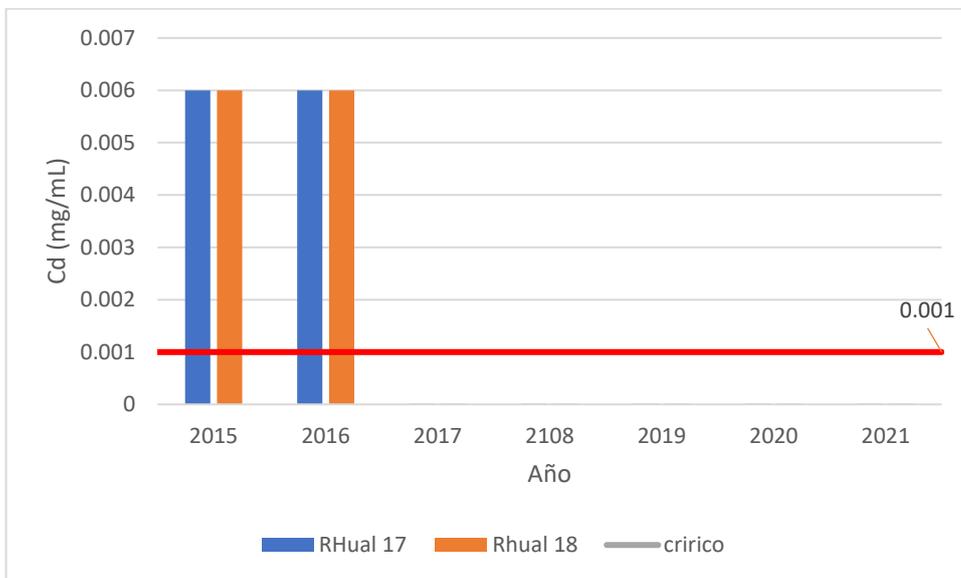
Concentración de Mn en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021



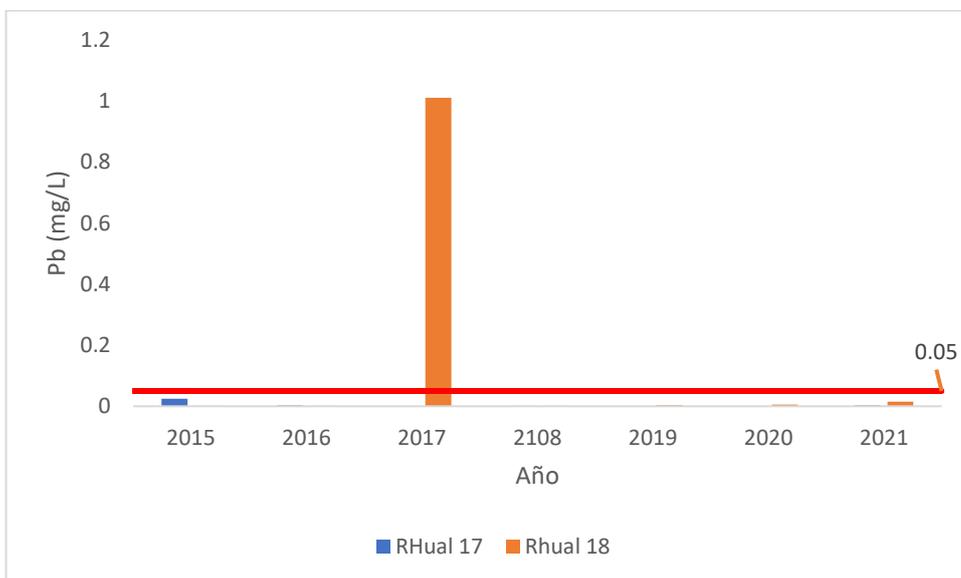
Concentración de He en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021



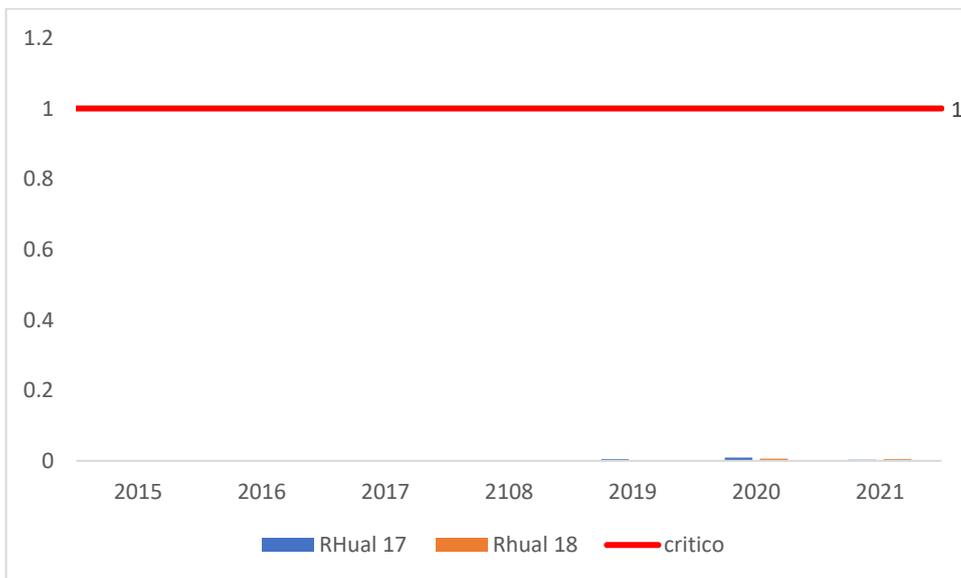
Concentración de Cd en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021 (LMP=0,001 mg/L)



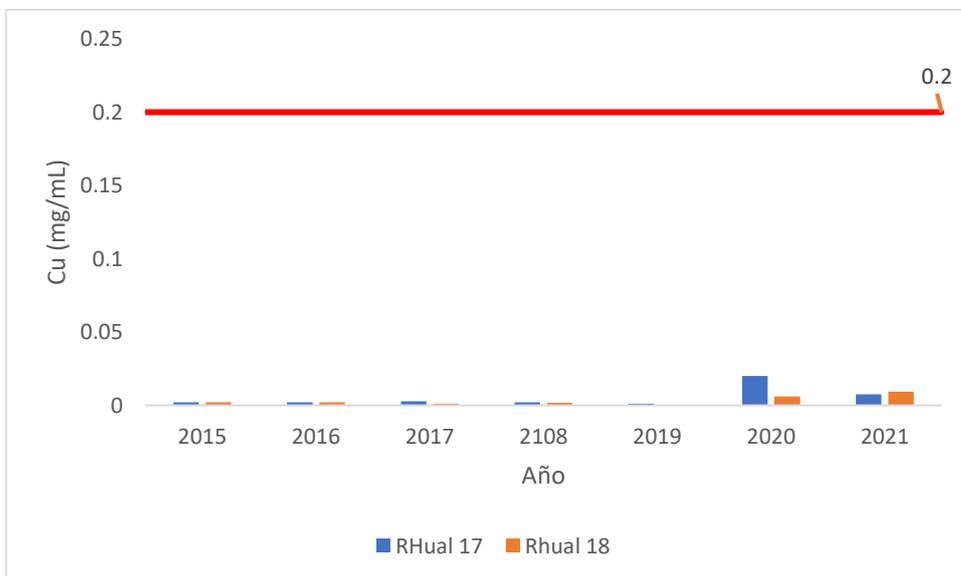
Concentración de Pb en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021



Concentración de B en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021



Concentración de Cu en los puntos de monitoreo RHual17 y RHual18 durante los años 2015 al 2021 (LMP= 2mg/L)



ANEXO 10

Evaluación estadística

Estadísticas de grupo					
Parámetro	Tiempo de evaluación	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Ph	Pre test	3	7,7367	,06658	,03844
	Post test	3	7,4400	,01732	,01000
Temperatura (°C)	Pre test	3	27,3333	,57735	,33333
	Post test	3	27,0000	,00000	,00000
OD (mg/L)	Pre test	3	6,3800	,38039	,21962
	Post test	3	6,6167	,42454	,24511
Conductividad (uS)	Pre test	3	12,0800	,09165	,05292
	Post test	3	3,2360	,00100	,00058
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Pre test	3	1405,0000	1225,08163	707,30121
	Post test	3	480,3333	345,40749	199,42111
Turbidez (NTU)	Pre test	3	107,8333	16,25064	9,38231
	Post test	3	60,9000	49,91623	28,81915
DBO5 (mg/L)	Pre test	3	1575,6667	810,65180	468,03003
	Post test	3	786,4667	393,47459	227,17266
Aceites y grasas (mg/L)	Pre test	3	895,4667	534,32355	308,49184
	Post test	3	417,3333	375,99113	217,07858
Coliformes termotolerantes x 10,000 (NMP/100mL)	Pre test	3	2,2667	,15275	,08819
	Post test	3	2,2000	,10000	,05774
Fosfatos (mg/L)	Pre test	3	4,3333	,57735	,33333
	Post test	3	3,6667	1,15470	,66667
Nitratos (mg/L)	Pre test	3	35,0000	5,00000	2,88675
	Post test	3	30,0000	10,00000	5,77350
NMAV (Ufc/mL)	Pre test	3	62000,0000	23065,12519	13316,65624
	Post test	3	23000,0000	15132,74595	8736,89495
Hongos y levaduras (Ufc/mL)	Pre test	3	49000,0000	45133,13639	26057,62844
	Post test	3	6000,0000	2000,00000	1154,70054

Estadística inferencial de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del camal municipal de Tingo María

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			Prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Ph	Se asumen varianzas iguales	7,811	,049	7,469	4	,002	,29667	,03972	18638	40695
	No se asumen varianzas iguales			7,469	2,269	,012	,29667	,03972	14381	44953
Temperatura (°C)	Se asumen varianzas iguales	16,000	,016	1,000	4	,374	,33333	,33333	,59215	,25882
	No se asumen varianzas iguales			1,000	2,000	,423	,33333	,33333	1,10088	,76755
OD (mg/L)	Se asumen varianzas iguales	,100	,768	-,719	4	,512	-,23667	,32911	1,15041	67708
	No se asumen varianzas iguales			-,719	3,953	,512	-,23667	,32911	1,15474	68141
Conductividad (uS)	Se asumen varianzas iguales	7,538	,052	167,126	4	,000	8,84400	,05292	,69708	,99092
	No se asumen varianzas iguales			167,126	2,000	,000	8,84400	,05292	,61636	,07164
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	Se asumen varianzas iguales	6,809	,059	1,258	4	,277	924,66667	734,87671	1115,67818	965,01151
	No se asumen varianzas iguales			1,258	2,316	,320	924,66667	734,87671	1857,79125	707,12458
Turbidez (NTU)	Se asumen varianzas iguales	2,220	,210	1,549	4	,196	46,93333	30,30794	37,21499	31,08166

	No se asumen varianzas iguales			1,549	2,419	,240	46,93333	30,30794	64,03890	57,90557
DBO5 (mg/L)	Se asumen varianzas iguales	3,145	,151	1,517	4	,204	789,20000	520,24949	655,24414	233,64414
	No se asumen varianzas iguales			1,517	2,893	,230	789,20000	520,24949	901,71549	480,11549
Aceites y grasas (mg/L)	Se asumen varianzas iguales	,708	,448	1,268	4	,274	478,13333	377,21390	569,18036	525,44703
	No se asumen varianzas iguales			1,268	3,591	,281	478,13333	377,21390	617,99272	574,25938
Coliformes termotolerantes x 10,000 (NMP/100mL)	Se asumen varianzas iguales	,727	,442	,632	4	,561	,06667	,10541	,22600	35933
	No se asumen varianzas iguales			,632	3,448	,567	,06667	,10541	,24542	37876
Fosfatos (mg/L)	Se asumen varianzas iguales	3,200	,148	,894	4	,422	,66667	,74536	1,40277	,73611
	No se asumen varianzas iguales			,894	2,941	,438	,66667	,74536	1,73245	,06579
Nitratos (mg/L)	Se asumen varianzas iguales	,800	,422	,775	4	,482	5,00000	6,45497	12,92188	2,92188
	No se asumen varianzas iguales			,775	2,941	,496	5,00000	6,45497	15,77700	5,77700
NMAV (Ufc/mL)	Se asumen varianzas iguales	,354	,584	2,449	4	,071	39000,00000	15926,91642	5220,20914	3220,20914
	No se asumen varianzas iguales			2,449	3,453	,081	39000,00000	15926,91642	8127,00811	6127,00811
Hongos y levaduras (Ufc/mL)	Se asumen varianzas iguales	4,773	,094	1,649	4	,175	43000,00000	26083,20021	29418,57356	15418,57360
	No se asumen varianzas iguales			1,649	2,008	,241	43000,00000	26083,20021	68807,28393	54807,28390

Estadística descriptiva del índice de calidad ambiental del río Huallaga, según la etapa de evaluación, año y punto de muestreo durante el periodo 2015-2021.

Estadísticas de grupo

Índice de calidad	Etapa de evaluación	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
	Pre test	8,29	15,101	6,165
	Post test	4,18	15,283	5,403

Estadísticas de grupo

Índice de calidad	Punto de muestreo	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
	Rhual 17 (50 mt)	3,91	11,155	4,216
	RHual 18 (100mt)	9,41	18,604	7,032

Descriptivos

Índice de calidad		95% del intervalo de confianza para la media							
Año	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo	
2016	2	45,79	27,528	19,465	-201,54	293,11	26	65	
2017	4	34,54	8,444	4,222	21,11	47,98	24	44	
2018	4	49,73	6,532	3,266	39,33	60,12	44	59	
2019	2	25,27	8,719	6,165	-53,07	103,60	19	31	
2021	2	52,02	21,666	15,320	-142,64	246,68	37	67	
Total	14	41,66	14,921	3,988	33,04	50,27	19	67	

Estadística Inferencial del índice de calidad ambiental del río Huallaga, según la etapa de evaluación, año y punto de muestreo durante el periodo 2015-2021.

Prueba de muestras independientes Índice de calidad * Etapa de evaluación.

Prueba de Levene de igualdad de varianzas

prueba t para la igualdad de medias

		F	Sig.	T	GI	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferenci a de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Índice de calidad	Se asumen varianzas iguales	006	,941	,718	12	487	-5,894	,213	-23,788	2,001
	No se asumen varianzas iguales			,719	10,997	487	-5,894	,198	-23,937	2,150

Prueba de muestras independientes Índice de calidad * Punto de muestreo

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	T	GI	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superio
Índice de calidad	Se asumen varianzas iguales	3,733	,077	,549	12	,593	4,501	8,199	-13,362	22,365
	No se asumen varianzas iguales			,549	9,821	,595	4,501	8,199	-13,812	22,815

ANOVA Índice de calidad * Año de evaluación

	Suma de cuadrados	l	Media cuadrática	ig.
Entre grupos	1249,095		312,274	,708
Dentro de grupos	1645,120		182,791	232
Total	2894,215	3		

NOTA BIOGRÁFICA

YOLANDA JESÚS RAMÍREZ TRUJILLO

Nacida en la ciudad de Tingo María, Huánuco – Perú el 31 de diciembre de 1956, realizó estudios de secundaria en el Colegio Gómez Arias Dávila y en el colegio la Sagrada Familia de la ciudad de Tingo María, estudios superiores en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, obteniendo el grado de Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias y el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, realizó estudios de Maestría en Tecnología de Alimentos en la Universidad Nacional Agraria La Molina, obtuvo el grado de maestro en Investigación y docencia superior en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán y el grado de doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

Trabaja como docente adscrita a la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, nombrada desde el año 1994, actualmente como docente Asociada a D/E, perteneciente al área de Ingeniería de Alimentos, dicta cursos de Ingeniería de Alimentos II, Buenas Prácticas de manufactura en la Industria Alimentaria y Seminario de Investigación II.

Realizó trabajos de investigación relacionados al estudio de los parámetros cinéticos en los cambios de color de pulpa de cocona durante el tratamiento térmico, deshidratación osmótica de cocona, conductividad eléctrica de leche, coeficiente efectivo de transferencia de masa en alimentos, metales pesados y otros elementos traza en miel cosechados en la Provincia de Leoncio prado, Cinética de ganancia de humedad de cúrcuma secado por atomización.



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
 HUÁNUCO - PERÚ
 LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 099-2019-SUNEDU/CD
 ESCUELA DE POSGRADO



ACTA DE DEFENSA DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR

En la Plataforma Microsoft Teams de la Escuela de Posgrado; siendo las **13:00h.** del día martes **14 DE NOVIEMBRE DE 2023**; la aspirante al **Grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible**, Doña **Yolanda Jesus RAMIREZ TRUJILLO**, procedió al acto de Defensa de su Tesis titulado: **"PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA RESIDUAL DEL CAMAL Y CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA EN TINGO MARÍA 2021"** ante los miembros del Jurado de Tesis señores:

Dra. Digna Amabilia MANRIQUE DE LARA SUÁREZ	Presidenta
Dr. Jose Francisco GOICOCHEA VARGAS	Secretario
Dr. Christian Michael ESCOBEDO BAILON	Vocal
Dr. Zocimo Pedro JACHA AYALA	Vocal
Dra. María Betzabe GUTIERREZ SOLORZANO	Vocal

Asesor (a) de tesis: Dr. Jose Kalion GUERRA LU (Resolución N° 0595-2021-UNHEVAL/EPG-D)

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación de la aspirante a Doctor, teniendo presente los criterios siguientes:

- a) Presentación personal.
- b) Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y solución a un problema social y recomendaciones.
- c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- d) Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado planteó a la tesis **las observaciones** siguientes:

Obteniendo en consecuencia la Doctorando la Nota de DIECISEIS (16)
 Equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO
 (Aprobado o desaprobado)

Los miembros del Jurado firman la presente **ACTA** en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 14:50 horas del 14 de noviembre de 2023.


 PRESIDENTE
 DNI N° 66714967


 SECRETARIO
 DNI N° 702802710


 VOCAL
 DNI N° 22527375


 VOCAL
 DNI N° 22407184


 VOCAL
 DNI N° 22462243

Leyenda:
 19 a 20: Excelente
 17 a 18: Muy Bueno
 14 a 16: Bueno

(Resolución N° 51014-2023-UNHEVAL/ EPG-D)



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN



ESCUELA DE POSGRADO

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 007-2023-SOFTWARE
ANTIPLAGIO TURNITIN-UNHEVAL-EPG**

La que suscribe, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el software TURNITIN, la cual reporta un **4%** de originalidad, correspondiente a **Yolanda Jesus RAMIREZ TRUJILLO**, del Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, de la tesis titulada: **PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA RESIDUAL DEL CAMAL Y CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DEL RÍO HUALLAGA EN TINGO MARÍA**, considerado como asesor al Dr. Jose Kalion GUERRA LU.

DECLARANDO (APTO)

Se expide la presente, para los trámites pertinentes.

Pillco Marca, 23 de octubre de 2023.



DMR

Dra. Digna Amabilia Manrique de Lara Suarez
DIRECTORA DE LA ESCUELA DE POSGRADO
UNHEVAL

NOMBRE DEL TRABAJO

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA RESIDUAL DEL CAMAL Y CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA EN TINGO MARÍA

AUTOR

YOLANDA JESUS RAMIREZ TRUJILLO

RECUENTO DE PALABRAS

15450 Words

RECUENTO DE CARACTERES

81979 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

60 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

163.5KB

FECHA DE ENTREGA

Oct 21, 2023 10:07 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 21, 2023 10:08 AM GMT-5

● 4% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 4% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



IAUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado		Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	X
-----------------	--	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------	---

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	
Escuela Profesional	
Carrera Profesional	
Grado que otorga	
Título que otorga	

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	
Nombre del programa	
Título que Otorga	

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
Grado que otorga	DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	RAMIREZ TRUJILLO YOLANDA JESUS							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	912475772
Nro. de Documento:	22963239					Correo Electrónico:	Yolanda.ramirez@unas.esu.pe	

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

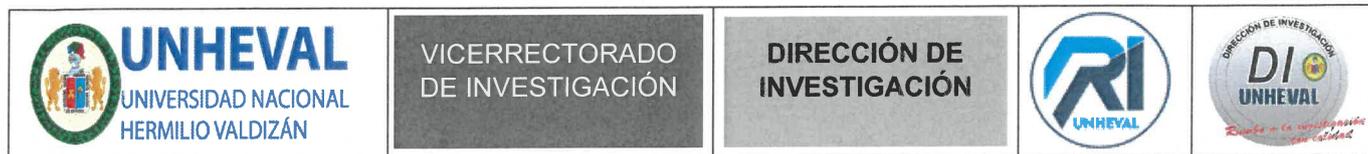
Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO					
Apellidos y Nombres:	GUERRA LU JOSE KALION			ORCID ID:	0000-0002-6441-120X			
Tipo de Documento:	DNI	x	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	23008463

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	MANRIQUE DE LARA SUAREZ DIGNA AMABILIA
Secretario:	GOICOCHEA VARGAS JOSE FRANCISCO
Vocal:	ESCOBEDO BAILON CHRISTIAN MICHAEL
Vocal:	JACHA AYALA ZOSIMO PEDRO
Vocal:	GUTIERREZ SOLORZANO MARIA BETZABE
Accesitario	

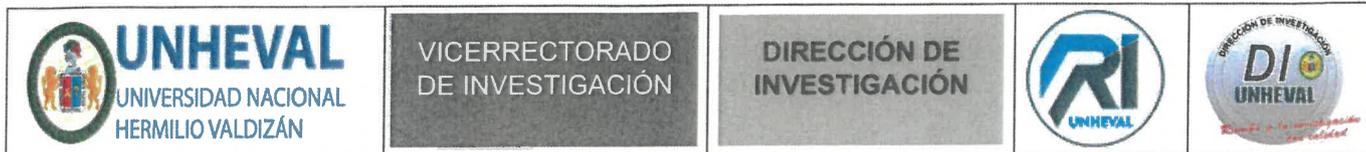

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA RESIDUAL DEL CAMAL Y CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA EN TINGO MARÍA 2021
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023		
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo		Tesis Formato Patente de Invención
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional		Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)		
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	CALIDAD AMBIENTAL	AGUA RESIDUAL DE CAMAL	RIO HUALLAGA		
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	X	Condición Cerrada (*)		
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:		
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI		NO	X	
Información de la Agencia Patrocinadora:					

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Apellidos y Nombres:	RAMIREZ TRUJILLO YOLANDA JESUS	Huella Digital
DNI:	22963239	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 19/01/2024		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.