

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**



**Facultad de Ingeniería**

**Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de  
Riesgos**

**EFECTO DE LA DESCARGA DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DOMÉSTICAS DE LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA  
SOBRE EL AGUA DEL RÍO CHONTA, 2021.**

**Autor:**

**Bach. Garay Acuña, Ulises**

**Bach. Quiliche Palacios, Segundo Baltazar**

**Asesor: Dr. Persi Vera Zelada**

**Cajamarca – Perú**

**Noviembre – 2021**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**



**Facultad de Ingeniería**

**Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención Riesgos**

**EFECTO DE LA DESCARGA DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DOMÉSTICAS DE LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA  
SOBRE EL AGUA DEL RÍO CHONTA, 2021.**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título

Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

**Bachiller:**

**Bach. Garay Acuña, Ulises**

**Bach. Quiliche Palacios, Segundo Baltazar**

**Asesor: Dr. Persi Vera Zelada**

**Cajamarca – Perú**

**Noviembre – 2021**

COPYRIGHT © 2021 by  
GARAY ACUÑA, ULISES  
QUILICHE PALACIOS, SEGUNDO BALTAZAR  
Todos los derechos reservados

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y**

**PREVENCIÓN DE RIESGOS**

**APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO  
PROFESIONAL**

**EFFECTO DE LA DESCARGA DE LAS AGUAS RESIDUALES**

**DOMÉSTICAS DE LA CIUDAD DE LOS BAÑOS DEL INCA**

**SOBRE EL AGUA DEL RÍO CHONTA, 2021.**

Presidente: \_\_\_\_\_

Secretario: \_\_\_\_\_

Vocal: \_\_\_\_\_

Asesor: \_\_\_\_\_

## DEDICATORIA

A Dios por estar siempre conmigo y ayudarme en todo el transcurso de mi Carrera profesional.

A mis padres por su amor, apoyo y confianza. Por ser un ejemplo para mí y enseñarme a superar cada adversidad que se me presente.

*Segundo Baltazar Quiliche Palacios.*

A Dios por ser el principal gestor de todos nuestros actos.

\_ A mis Padre Octavio Garay Gallardo, a mi madre Wilmar Acuña Tarrillo y hermanos por el incondicional apoyo durante el proceso de nuestra formación profesional.

\_A todos los docentes de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo por brindarnos conocimiento, que con ello han permitido la adquisición que nos ha motivado a crecer profesionalmente.

*Ulises Garay Acuña.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por la vida, por bendecirnos y ayudarnos en el transcurso de nuestras vidas, porque gracias a él hemos superado cada adversidad que se nos presentó.

Gracias a nuestros padres por su valentía, dedicación y el trabajo constante que tuvieron para que hoy nosotros seamos lo que somos.

Agradecemos de una forma muy especial al Ing. Fernando Camilo Joaquín Rodríguez por permitirnos hacer nuestro trabajo de investigación en el laboratorio INNODEVEL.

Agradecemos de una forma muy especial al Dr. Persi Vera Zelada por aceptar ser nuestro asesor de Tesis, por la orientación brindada y por compartir sus conocimientos con nosotros.

## RESUMEN

La presente investigación evaluará el efecto de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca sobre el agua del río Chonta, 2021. El impacto de los vertidos domésticos depende no sólo de sus características comunes, sino que además pueden ser evaluados por parámetros establecidos por la normativa vigente. Es una investigación analítico - descriptiva. El tipo de estudio es: Longitudinal. Los resultados muestran un aparente efecto negativo por la comparación de las medianas donde en las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) es menor las concentraciones que en la estación M – 2(A.B), excepto en el caso de DQO donde la estación M – 2(A.B) es mayor; sin embargo con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas se determinó un  $p > 0.05$  (Sig. = 0.144), valor que muestra la aceptación de la hipótesis nula. Por lo tanto, la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca no influye negativamente en la calidad del agua del río Chonta, 2021. Sin embargo, dichos resultados se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM.

**Palabras clave:** Agua residual doméstica, contaminación de ríos.

## ABSTRACT

This research will evaluate the effect of the discharge of domestic wastewater from the city of Los Baños del Inca on the water of the Chonta River, 2021. The impact of domestic discharge depends not only on their common characteristics, but they can also be evaluated by parameters established by current regulations. It is an analytical - descriptive investigation. The type of study is: Longitudinal. The results show an apparent negative effect by comparing the medians where in stations M - 1 (AR) (upstream) the concentrations are lower than in station M - 2 (AB), except in the case of COD where the station M-2 (AB) is greater; However, with the Wilcoxon signed rank test for related samples, a  $p > 0.05$  (Sig. = 0.144) was determined, a value that shows the acceptance of the null hypothesis. Therefore, the discharge of domestic wastewater from the city of Los Baños del Inca does not negatively influence the water quality of the Chonta River, 2021. However, these results are below the Environmental Quality Standards (ECA) for Water, Cat 3: Irrigation of vegetables and animal drink, established in DS 004 -2017 MINAM.

**Keywords:** Domestic wastewater, river pollution.

## ÍNDICE

Dedicatoria .....	v
Agradecimientos .....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÍNDICE .....	v
LISTA DE TABLAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	9
1. Planteamiento del problema.....	9
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema.....	10
1.3. Objetivos .....	10
1.3.1. Objetivo General.....	10
1.3.2. Objetivos específicos .....	10
1.4. Justificación del problema.....	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	12
2. Fundamentos Teóricos de la investigación .....	12
2.1. Antecedentes Teóricos .....	12
2.2. Marco teórico .....	19
2.3. Marco Conceptual .....	28
2.4. Hipótesis .....	32
CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	33

3. Metodología .....	33
3.1. Tipo de investigación .....	33
3.2. Diseño de investigación.....	33
3.3. Unidad de Análisis, Universo, Muestra.....	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	34
4.1. Instrumentos:.....	34
3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.....	37
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
4. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	38
4.1. Discusión .....	44
4.2. Proceso de prueba de hipótesis.....	46
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	55
5. Conclusiones y Recomendaciones .....	55
5.1. Conclusiones .....	55
5.2. Recomendaciones .....	56
6. REFERENCIAS .....	57

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resultado del Parámetro de Coliformes Termotolerantes en las campañas (estiaje – avenida) .....	38
Tabla 2 Resultado del Parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno en las campañas (estiaje – avenida).....	40
Tabla 3 Resultado del Parámetro de Demanda Química de Oxígeno en las campañas (estiaje – avenida) .....	42
Tabla 4 Resumen de procesamiento de casos para Coliformes Termotolerantes.....	46
Tabla 5 Resumen descriptivos para Coliformes Termotolerantes.....	47
Tabla 6. Prueba de normalidad para Coliformes Termotolerantes .....	48
Tabla 7 Resumen de procesamiento de casos para Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	48
Tabla 8 Resumen descriptivos para Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	49
Tabla 9 Prueba de normalidad para Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	50
Tabla 10 Resumen de procesamiento de casos para Demanda Química de Oxígeno .....	50
Tabla 11 Resumen descriptivos para Demanda Química de Oxígeno .....	51
Tabla 12 Prueba de normalidad para Demanda Química de Oxígeno .....	52
Tabla 13 rueba de contraste de hipótesis – Rangos con signo de Wilcoxon .....	52

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Resultado del Parámetro de Coliformes Termotolerantes en las campañas (estiaje – avenida) en comparación con el D S 004- 2017 MINAM. .... 39
- Figura 2. Resultado del Parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno en las campañas (estiaje – avenida) en comparación con el D S 004- 2017 MINAM. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3. Resultado del Parámetro de Demanda Química de Oxígeno en las campañas (estiaje – avenida) en comparación con el D S 004- 2017 MINAM. .... 43

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La población de América Latina se encuentra concentrada en ciudades en más de un 80%, lo que se traduce en una demanda alta de recursos naturales, sin embargo, la provisión de agua es insuficiente y producto de esta situación se genera grandes volúmenes de residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Los residuos líquidos forman las llamadas aguas residuales que se clasifican de acuerdo a su origen. Configurando una situación complicada como el 70% de las aguas residuales no tienen tratamiento, lo que dificulta completar el ciclo natural del agua, particularmente por el reúso del agua debido a su contaminación. En Perú, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015. La contaminación del agua ocurre a niveles primario, secundario y terciario de las fuentes de agua (Larios, 2015).

Las sustancias que contaminan el agua son de naturaleza orgánicas e inorgánicas. En todos los casos, la contaminación del agua representa un peligro para la salud ambiental y salud pública, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS). Situación que se vive en la ciudad de Los Baños del Inca, pues sus aguas residuales domésticas son descargadas directamente en las aguas del río Chonta, lo que genera la contaminación del agua superficial del río antes mencionado, y por la naturaleza de las aguas residuales domésticas tiene concentraciones altas de materia orgánica,

coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos totales, etc. Generando graves consecuencias, debido a que agua abajo, estas aguas se utilizan en riego de vegetales de tallo corto y bebida de animales.

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca sobre el agua del río Chonta, 2021?

## 1.3. Objetivos

### Objetivo General

Evaluar el efecto de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad Baños del Inca sobre el agua del río Chonta, 2021.

### Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub>, DQO del agua del río Chonta, 2021 antes de punto de descarga del agua residual doméstica.
- Determinar los parámetros de coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub>, DQO del agua del río Chonta, 2021 después del punto de descarga del agua residual doméstica.
- Comparar los parámetros de coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub>, DQO del agua del río Chonta, 2021, con los parámetros establecidos en el D. S. N° 004-2017-MINAM.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

El propósito del presente estudio de investigación es analizar el estado situacional y la problemática que representa la disposición inadecuada de las aguas residuales de Los Baños del Inca, sobre las aguas del río Chonta. La ciudad de Los Baños del Inca es reconocida como la primera maravilla natural del Perú, sin embargo, no cuenta con una gestión adecuada de sus aguas residuales, lo que se convierte en un peligro constante para la salud pública y salud ambiental, pues aguas abajo se usa el agua del río Chonta para actividades agrícolas, como la bebida de animales y riego de vegetales de tallo corto y largo.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.5. Antecedentes Teóricos

Araujo, W. (2020). La presente investigación tiene por objetivo la optimización del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de origen domésticas, propiedad de Aquafil. A lo largo de la investigación se desarrolló la evaluación, análisis y optimización del tratamiento de aguas residuales mediante el adicionamiento de Biocarriers a los dos tanques reactores biológicos existentes, lo cual posibilitará que el sistema de lodos activados actual se transforme en un sistema “Moving Bed Biofilm Reactor” -MBBRy que fundamentalmente consiste en el aumento de la biomasa en los tanques reactores lo cual permite una mayor degradación de la materia orgánica presente, con el cual se llegar a obtener un incremento del 40% de la capacidad total de tratamiento de la planta que es la meta. Culminado el proceso de optimización actualmente se cuenta con una planta capaz de tratar un caudal promedio de 280 m<sup>3</sup> /d, lo cual cubre los requerimientos de la población asentada en la ciudad de Caylloma y que comprende un total aproximado de 3200 habitantes.

Vásquez, J. (2018). La investigación se refiere a las aguas residuales domésticas y su impacto ambiental y social en el sector Juan Antonio, Moyobamba. Dicha investigación se realizó a través de estudios físicos, químicos y biológicos con

muestras de aguas residuales directamente del cuerpo receptor (rio mayo), para ello se tomaron 3 puntos (aguas arriba, punto de la descarga y aguas abajo), donde se analizaron los parámetros obtenidos, para luego ser comparados con los que establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP). Asimismo, se realizaron encuestas a la población adyacente y directamente afectada por estas aguas, utilizando la técnica de análisis para determinar los efectos ambientales y sociales causados por dichas aguas, mediante la matriz causa y efecto (método batalle).

Por lo antes mencionado y por el procedimiento de la investigación detallada en la presente tesis, se determinó que las aguas residuales domesticas generan un impacto ambiental y social en el sector Juan Antonio, ya que los resultados de las muestras de los parámetros físicos, químicos y biológicos, indican claramente un nivel superior establecidos por los ECAs y LMPs. Frente a ello el impacto negativo social es significativo, debido a los diversos escenarios; como el riesgo alto de afectación a la salud pública, menor oportunidad de desarrollo y crecimiento del sector en mención y afectación a sembríos aledaños al río. (Vásquez, 2018).

Arocutipa, J. (2013). El presente trabajo de investigación denominado evaluación y propuesta técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales, se realizó en la localidad de Massiapo distrito de Alto Inambari provincia de Sandia. El problema que actualmente presenta son las inadecuadas condiciones de salubridad de la población, ya que están propensos a sufrir enfermedades gastrointestinales y efecto

- contagiosas, generando a su vez problemas ambientales, ocasionados. Por el deficiente e inapropiado del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad, por lo que es necesario e importante realizar las soluciones a estos problemas. El objetivo planteado en la investigación es evaluar cómo influyen los parámetros físicos, químicos y biológicos en la calidad de aguas residuales de la laguna de estabilización y plantear mediante una propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de reducir la contaminación causada por efecto de las descargas de las aguas residuales, que son vertidos directamente al cuerpo receptor.

El proceso metodológico que se ha planteado es realizar evaluaciones, identificación y la obtención de datos y muestreo en diferentes puntos del sistema, y luego se procedido a nivel de laboratorios, para su análisis y se han obtenido resultados de las muestras de los Siguietes parámetros,  $DBO_5$  es de 429 mg/L. afluente y 276 mg/L. en el efluente, y la DQO, son de 904 mg/L. en el afluente y 620 mg/L. en el efluente, al comparar los valores determinados en el efluente con los LMP (límites máximos permisibles) establecidos en el D.S.003-2010-MINAM, se establece que el nivel de contaminación es alto ya que los contaminantes potenciales ( $DBO_5$ , DQO). Superan los LMP en más del doble, Contaminando y afectando de esta manera la vida acuática existente en el río Inambari, con lo cual el agua residual del efluente no cumple con los LMP para poder ser vertidos al cuerpo receptor. (Arocutipa, 2013).

Aycachi. (2012). En su trabajo de investigación tesis de post grado titulado “Evaluación de la calidad microbiológica del agua de las fuentes utilizadas para suministro de agua potable de la ciudad de Rioja – San Martín”. Universidad Nacional de Cajamarca, llego a la conclusión que el río Uquihua y la quebrada Cuchachi existen efluentes de aguas residuales y pluviales, con una cantidad considerable de desechos sólidos, y con altos índices de contaminación por coliformes totales en niveles superiores a los límites máximos permisibles (LMP), lo cual no es apto para consumo humano.

Rojas, N. & Peláez, F. (2012). En el propósito de su investigación es determinar la calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú), se evaluaron parámetros físico-químicos y biológicos (diatomeas) en cinco estaciones de muestreo, en dos temporadas, seca (mayo) y húmeda (noviembre). Los resultados de los parámetros físico químicos se vieron incrementadas aguas abajo, sin embargo, no excedieron los ECA - CAT. III: “Riego de Vegetales y Bebida de Animales” (D.S.002 – 2008 MINAM), a excepción de fosfatos, nitratos, nitritos y pH. Estos últimos parámetros, también se vieron incrementados en la temporada húmeda, demostrando ligera contaminación orgánica, debido posiblemente a la cercanía de los cultivos y a las escorrentías formadas por las lluvias propias de la época; situación que se vio reflejada en los resultados del análisis del índice de diversidad se Shannon & Wiener H para especies de diatomeas, el cual evidenció que el agua presentaba una Contaminación “Imperceptible” y “Leve”, con valores que varían de 2.423 y 3.300 bits.

Martínez, M. (2010). En el presente trabajo de investigación permitió el estudio de las variables ambientales, económicas, sociales, culturales de la cuenca baja del río Chillón y como estas han influenciado sobre la calidad de vida del poblador ribereño. Se analizó que uno de los mayores problemas sociales es la pobreza y donde se demuestra que la contaminación ambiental se agudiza más por la poca gestión e intervención del estado, débil participación de los gobiernos locales por no insertar estas zonas en sus planes de desarrollo local. En su trayecto se han establecido estaciones de monitoreo en las zonas más críticas desde el distrito de Carabayllo hasta la desembocadura al mar para evaluar la calidad del recurso hídrico y las actividades económicas que se benefician de este recurso.

Los resultados del análisis físico químico y microbiológico de las aguas superficiales del río Chillón en el año 2004 presentaban factores de riesgo alto por coliformes fecales o termotolerantes con niveles de concentración de  $4E+07$  NMP/100 mL (E06),  $3E+06$  NMP/100 mL (E07),  $3E+05$  NMP/100 mL (E08),  $3E+04$ (E09),  $4E+05$  NMP/100 mL (E10), así como en las estaciones E11, E12, E13, E14. La demanda bioquímica de oxígeno presentaba niveles altos de concentración con 356 ppm (E08), 170 ppm (E07), 190 ppm (E06), 48 ppm (E9), 45 ppm (E02). Los niveles de concentración del fierro con 0.64 ppm (E01), 1.03 ppm (E02), 0.53 ppm (E03), 0.5ppm (E04), 8.85 ppm (E05), así como E06, E07, E08, E09. El cobre también presentaba niveles altos de concentración con 1.84 ppm (E03), 0.71 ppm (E4), 0.72 ppm (E05), 0.69 ppm (E08), 1.81 ppm (E09), así como el arsénico 1.59 ppm (E01), 1.48 ppm (E02), 1.53 ppm (E03), 2.85 ppm (E04), 1.8 ppm (E05), 1.17

ppm (E06), 121 (E07), 1.37 ppm (E08), comparados con la Ley General de Aguas (Clase III). (Martinez, 2010).

Juarez, C. (2009). En su investigación sobre la cuenca del Arcediano está conformada por las cuencas hidrológicas del río Santiago y la del río Verde (principal afluente del Santiago). En la salida de la cuenca se ubicará la presa Arcediano, la cual tendrá como objetivo dotar de agua (previa potabilización) al segundo centro urbano más poblado de México, la Zona Conurbada de Guadalajara (ZCG). Sin embargo, las cuencas de los ríos Verde y Santiago reciben las descargas de contaminantes provenientes tanto de aguas residuales crudas como de los escurrimientos superficiales generadas en ellas. Entre estos contaminantes destacan la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nutrientes como el nitrógeno y el fósforo y el metal níquel (Ni).

Los resultados indican que en la cuenca del Arcediano se descargan anualmente 675 280 t de DBO, 132 317 t de NT, 56 309 t de PT y 0.5 t de Ni. El porcentaje de contribución de DBO, NT, PT y Ni por fuentes fue la siguiente: las fuentes puntuales contribuyen con el 16%, 8%, 4% y 70% respectivamente y las fuentes no puntuales con el 84%, 92%, 96% y 30% respectivamente. Con respecto a estas últimas las descargas pecuarias aportan el 83% de DBO, 91% de NT y 96% de PT presentándose con mayor peso en la cuenca del río Verde. El 70% total del Ni generado en la cuenca tiene como origen las descargas industriales, las cuales se encuentran asentadas en la cuenca del río Santiago. Para reducir la contaminación por excretas pecuarias se propone establecer un control en la dieta o alimento y reuso

controlado como abono en la agricultura. En cuanto a las descargas industriales es necesario reforzar el inventario del mismo e implementar el pretratamiento de las aguas residuales antes de su incorporación al sistema de alcantarillado municipal. (Juarez, 2009).

Gómez, G. (2008). En su trabajo de investigación tesis de pregrado titulado “Determinación de contaminantes orgánicos en aguas residuales y evaluación de su impacto ambiental”. Universidad de Almería. Almería – España, concluyo que las aguas residuales tienen un gran efecto en el medio físico, contaminando los recursos naturales y deteriorando el entorno paisajístico de los diferentes ecosistemas en las cuales se vierten estas aguas de sustancias orgánicas degradables, provocando que el agua cambie su color natural, tenga olor desagradable con presencia de gérmenes patógenos.

Medina, C. (2007). Menciona sobre el problema relevante en relación con el agua en la zona conurbana Tepic-Xalisco es la contaminación del río Mololoa, debido al tratamiento insuficiente e inadecuado de las descargas de aguas residuales municipales, lo que ha provocado cambios significativos en la calidad del agua de la corriente. A partir de datos oficiales se calculó el Índice de Calidad del Agua (ICA) del río, así como la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales. Para evaluar el impacto que genera la descarga de aguas residuales municipales se analizó y se midió el gasto de la corriente aguas arriba de la descarga, en la descarga misma y aguas abajo de la descarga.

Como resultado de la contaminación que recibe el río, se afecta el turismo, la agricultura y la pesca de la zona de influencia, limitando con esto el desarrollo económico de la región. Considerando el volumen actual descargado, las características de la corriente y el uso del cuerpo de agua, se requiere una planta de tratamiento de agua para depurar un volumen mínimo de 1300 L/s con una DBO<sub>5</sub> máxima en el efluente de 17.25 mg/L a fin de que no sufra más deterioro este cuerpo de agua. Se sugiere dividir por regiones el tratamiento de agua residual de la ciudad de Tepic; que se cumpla la normatividad en materia de descarga de aguas residuales; proyectar y desarrollar nuevos sistemas de distribución de drenaje y alcantarillado; así como implementar un programa integral de educación ambiental para mejorar la cultura del uso del agua y, finalmente, el desarrollo de un sistema de indicadores para la evaluación del desempeño de la toma de decisiones en materia de agua. (Medina, 2007).

## 1.6. Marco teórico

### **El recurso hídrico**

La escasez de agua de calidad es un desafío crítico mundial que surge de la interacción sistémica entre el humano y el ambiente, donde factores condicionantes como: actividades productivas y/o extractivas, densidad poblacional, asentamientos humanos aledaños a cuerpos de agua; en conjunto, generan efectos graves en la disponibilidad espacio – temporal de la oferta hídrica, deteriorando las condiciones fisicoquímicas y biológicas del agua. Diversos estudios señalan que aquellas zonas del territorio nacional sometidas a mayores presiones antrópicas, presentan cambios importantes en la cobertura vegetal y en el uso y manejo del suelo, viéndose

alterados elementos particulares del perfil de los ríos (longitud desde el nacimiento hasta desembocadura), ocasionando drásticas alteraciones en la parte media y baja de las cuencas hidrográficas, en relación a las cabeceras de las mismas. (Durán, 2016).

### **Clasificación de los cuerpos de agua**

Los cuerpos de agua presentan una estrecha interconexión, desde la atmósfera hasta los océanos mediante el ciclo hidrológico. Múltiples autores clasifican los cuerpos de agua en tres grupos:

- a. Ríos:** Son cuerpos de agua denominados corrientes que se caracterizan por presentar flujo unidireccional con velocidades que oscilan entre 0.1 y 1 m/s. Este flujo es altamente variable y está relacionado con las condiciones climáticas. Por esta razón, los ríos se consideran permanentemente mezclados y comúnmente, la calidad de agua se asocia al sentido del flujo. (Durán, 2016).
- b. Lagos:** Estos sistemas acuáticos presentan velocidades relativamente bajas que oscilan entre 0.01 y 0.001 m/s. Debido a esto, el agua permanece durante varios años en el sistema y la calidad del agua está determinada por el estado trófico y los períodos de estratificación. (Durán, 2016).
- c. Aguas subterráneas:** En este sistema el régimen de flujo es relativamente estable con respecto a la velocidad y dirección. El flujo presenta velocidades entre  $10^{-10}$  y  $10^{-3}$  m/s, estando regido por la porosidad y la permeabilidad del estrato. (Durán, 2016)

## **Contaminación de cuerpos de agua**

La calidad del agua puede ser alterada como consecuencia de las actividades humanas o naturales que producen efectos adversos que cambian su valor físico, químico y biológico. Entonces, cualquier alteración de estas, que provoque un efecto inaceptable de su utilidad o valor ecológico es considerada como contaminación del agua, y un contaminante es el factor o la sustancia que provoca esa alteración. El origen de la contaminación de cuerpos de agua se realiza por descargas puntuales y no puntuales o también llamadas difusas. Las primeras concentran en un sitio a los contaminantes, estas se encuentran bien definidas tales como los sistemas aguas residuales municipales e industriales. Mientras que la segunda es producida por las aguas de lluvia, identificándolas como escurrimientos superficiales que acarrear contaminantes naturales y los resultantes de la actividad humana, siendo los depósitos finales los lagos, ríos, costas, pantanos, humedales y aguas subterráneas. (Juarez, 2009).

## **Contaminación de las Aguas**

En relación a la contaminación de las aguas, Nemerow y Dasgupta (1998), plantean que la contaminación se origina desde el punto de vista económico en cuatro aspectos fundamentales:

- Contaminación originada por la elaboración de productos con materias primas, por la extracción y transporte de las materias no renovables y materiales reciclados, necesarios para la producción.

- Contaminación por el mismo proceso. Desintegración de los elementos causantes de la misma.
- Contaminación por el uso diario de un producto determinado.
- Contaminación residual que abarca el vertido final del producto cuando culmina su tiempo de utilización.

### **Aguas Residuales**

Cardena, J. (2015), considera que las aguas residuales o negras están constituidas en un 99.9% de agua; y el 0.1% por materiales sólidos en suspensión, formados por material mineral, orgánico e inorgánico. El material mineral procede de productos descartados y en ciertas ocasiones de la potabilización del agua, así como también de actividades mineras. Así mismo, Rojas, R. (2002), afirma que el material orgánico procede de las actividades humanas propiamente dicha, mayormente son proteínas, grasas y materia rica en carbono. Estas aguas incluyen una variedad de combinaciones inorgánicas de origen doméstico e industrial, que incluyen complementos peligrosos siendo estos: As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Zn, etc. Incluso si los compuestos tóxicos se encuentran en concentraciones que pueden afectar a los humanos y podrían estar en niveles fitotóxicos, lo que limitaría su uso agrícola.

Las aguas residuales, conocidas también como efluentes industriales, pueden diferir tanto en sus parámetros así como en sus concentraciones, dependiendo del enfoque o visión de la industria. El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, sino que además pueden ser evaluados por parámetros

de medición tales como demanda bioquímica de oxígeno (DBO)<sub>5</sub> y la demanda química de oxígeno (DQO), mismos que evalúan contenidos de sustancias orgánicas e inorgánicas. Algunos de los contaminantes que más problemas causan en el tratamiento de aguas residuales, son las grasas y aceites, la presencia de grasas y aceites en los efluentes industriales no sólo provocan problemas en el tratamiento de éstas, sino que también dan lugar a la contaminación del suelo y los cuerpos de agua donde éstas son descargadas. Las grasas y aceites que son altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades. (Olivo, 2010).

Es con la que nos encontramos en contacto continuo. Por lo que no medimos la cantidad necesaria de uso ya sea en centros de comerciales u otros. Sus concentraciones, combinaciones orgánicos y sólidos son mayores, así como la presencia de en gérmenes. Estas aguas son producto de actividades rutinarias. (Casani, 2019).

Es aquella agua que proviene de los procesos realizado por el ser humano, la cual por sus características ya no tiene valor o uso, y, por lo tanto, se convierten en un residuo o desecho. Está compuesta de sustancias de origen natural o artificial, que pueden ser potencialmente dañinas para la salud y el medio ambiente. (Guillermo, 2014).

## **Clasificación de los contaminantes de las aguas residuales**

Desde su origen, los suministros de agua se clasifican en tres categorías: aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas meteorológicas (Ramalho, 2003). Desde el punto de vista del tratamiento de las aguas residuales, éstas pueden ser las aguas utilizadas por el hombre para cubrir sus necesidades, o las aguas que se han emitido como residuos líquidos después de su utilización. El agua pura no se encuentra en forma natural. Cuando el agua entra en contacto con el aire, suelo, o el hombre, adquiere impurezas y se contamina; lo que ocasiona enfermedades y perjuicios al ser humano (Raffo Lecca, 2013). El agua que ha sido retirada y retornada, estará contaminada de un modo u otro. El agua de retorno agrícola contiene pesticidas, fertilizantes y sales; el retorno municipal arrastra desechos humanos, farmacéuticos y detergentes; las centrales eléctricas descargan agua que está a temperaturas elevadas. De todos ellos, el sector industrial contribuye con contaminantes químicos y de residuos orgánicos. (Raffo Lecca, 2014).

## **Medida de concentración en Aguas Residuales (AR)**

Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y del 40% de los sólidos filtrables de un agua residual de concentración media son de naturaleza orgánica (Metcalf & Eddy, 1985). Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Para poder evaluar el daño que pueden llegar a producir las aguas residuales, se emplean diversas técnicas. Según Ramalho (2003), los métodos analíticos para contaminantes orgánicos se clasifican en dos grupos:

- De evaluación de la demanda de oxígeno.
- De los parámetros de contenido en carbono

En el primer grupo, se encuentra la demanda teórica de oxígeno (DTe O), la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda total de oxígeno (DTO). Estas técnicas determinan la cantidad de materia orgánica putrescibles que se encuentran presentes en el agua contaminada. Para las aguas negras, que tienen una composición más o menos constante, se emplea la cantidad de carbono presente en las mismas, ya sea directamente, midiendo el carbono orgánico teórico (COTe) o el carbono orgánico total; éste último es conocido como COT. (Raffo Lecca, 2014).

### **Procesos de tratamiento de agua residual**

En el planteamiento y diseño de una planta de tratamiento, se pueden considerar objetivos diferentes, teniendo muy en cuenta la disponibilidad de los recursos técnicos y económicos, así como los criterios establecidos para la descarga del efluente. Al tomar en cuenta la gran cantidad de operaciones y procesos disponibles para el tratamiento de las aguas residuales, se pueden resumir o completar en tres grandes renglones. (Guillermo, 2014).

- Procesos físicos.
- Procesos químicos.
- Procesos biológicos.

Principalmente se caracteriza en los procesos de las sustancias físicamente separables de los líquidos o que no se encuentran disueltos. Básicamente, tienen por finalidad

separar sólidos en las aguas residuales; en este caso, incluye la remoción de. (Guillermo, 2014).

- Sólidos gruesos.
- Sólidos sedimentables.
- Sólidos flotantes.

### **Procesos químicos**

Son aquellos procesos en los que se utilizan productos químicos y son raramente adoptados en forma aislada. Se utiliza cuando el empleo de procesos físicos y biológicos no actúan eficientemente en los parámetros que se desean reducir o remover. En los procesos químicos comúnmente adoptados en el tratamiento de las aguas residuales tenemos (Guillermo, 2014).

- Floculación
- Precipitación química.
- Oxidación química.
- Cloración.
- Neutralización o corrección de pH.

### **Procesos biológicos**

Los procesos biológicos tienen su principal aplicación en la eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual en forma; tanto coloidal, como en dilución. Los tratamientos biológicos también se emplean para eliminar el nitrógeno contenido en el agua residual. (Guillermo, 2014)

### **Límites máximos permisibles**

Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Para el Ministerio nacional del ambiente mediante el decreto supremo N° 003- 2010-MINAM define como Límite Máximo Permissible (LMP) como la medida de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos, que definen una descarga.

### **Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias (DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM)**

El D. S. N° 004-2017-MINAM tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

## 1.7. Marco Conceptual

### **Contaminación.**

Es la incorporación de elementos contaminantes a un hábitat natural causando un cambio irreversible. El hábitat puede ser el ambiente o un organismo viviente. (Sanchez, 2019).

### **Contaminación Ambiental.**

Por este término se conoce a la presencia en el medio ambiente de cualquier factor, que puede ser físico, químico o biológico; o una mezcla de varios factores en diferentes lugares, nocivos para la salud bienestar de la población, de igual forma, que puedan ser nocivos para la vida, vegetales o animales, o imposibiliten el uso de las infraestructuras privadas y lugares de recreación. (Sanchez, 2019).

### **Contaminación de Ríos y Lagos.**

La contaminación de los ríos y lagos se establece cuando una o más sustancias se han acumulado en el agua a tal punto que causan problemas para los animales o las personas. Este menoscabo ambiental se da cuando los contaminantes son descargados directamente o indirectamente en algún cuerpo de agua. En estos cuerpos de agua, se pueden descontaminar para eliminar las sustancias o elementos dañinos. Cuenca Se entiende por cuenca a aquella depresión, compuesta por un área específica de gran tamaño donde las aguas que se recogen forman un medio acuático (un río, un lago o mar). (Sanchez, 2019).

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).**

El parámetro de contaminación orgánica más empleado, la DBO<sub>5</sub>. La determinación del mismo está relacionada con la medición de oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica, La cantidad de oxígeno usado en la estabilización materia orgánica y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20°C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable. (Arocutipa, 2013).

Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación; normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO<sub>5</sub>) y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/L). (Araujo, 2020).

### **Demanda Química de oxígeno (DQO).**

Este ensayo se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de aguas naturales como aguas residuales. En el ensayo se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de materia orgánica que puede oxidarse, la DQO de un agua residual suele ser mayor que la DBO, debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por la vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. (Arocutipa, 2013).

DQO (Demanda química de oxígeno): Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ). (Araujo, 2020).

### **Sólidos Suspendidos Totales.**

Estos parámetros no están regulados para el vertimiento de aguas residuales a los cuerpos receptores según su uso, no obstante, las características físicas del residual indican que puede tener importancia la determinación de los mismos. Los sólidos presentes en el residual provienen fundamentalmente de las operaciones de desengrase, zincado electrolítico y pasivación donde se emplea una gran cantidad de sales inorgánicas. (Cascaret Carmenaty, 2009).

### **Aceites y grasas.**

Las grasas son compuestos orgánicos que se forman de carbono, hidrógeno y oxígeno, siendo la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Pertenecen al grupo de las sustancias llamadas lípidos y vienen en forma líquida o sólida. Todas las grasas son combinaciones de los ácidos grasos saturados y no saturados. (olivo, 2010).

Las industrias se han ido incrementando día con día generando empleo y dan satisfacción a las necesidades del ser humano; sin embargo, han contribuido a su vez

a la contaminación y agotamiento del agua ya que la mayoría de las industrias requieren de este líquido para la realización de sus procesos. Una alternativa sugerida para la reducción del uso del agua por la industria es la reutilización de la misma. Sin embargo, la reutilización no es común ya que es necesario que las condiciones del líquido sean de calidad, o al menos que el contenido de sales en el agua de proceso sea mínimo, para que no se alteren sus procesos. Un aspecto importante es que en el transcurso del tratamiento se presentan problemas en la eliminación de algunos parámetros, sobre todo en la eliminación de las grasas, que son difíciles de metabolizar por las bacterias por lo que éstas flotan formando una película densa en el agua (Olivo, 2010).

### **Coliformes termotolerantes.**

Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos, algunos de estos son patógenos y otros no patógenos. Por patógenos se entienden aquellos organismos con la capacidad de causar enfermedades a los seres vivos mientras que los no patógenos no generan efectos en la salud humana o animal. Los microorganismos más importantes que se encuentran en el agua y que tienen potencial patógeno son las bacterias, virus, algas, hongos y algunos protozoos. Los coliformes totales se utilizan para identificar posibles cambios en la localidad biológica del agua, indicando que el cuerpo de agua ha sido contaminado con materia orgánica de origen fecal, tanto animal como humana, viéndose acelerada la productividad primaria de los cuerpos loticos. Los coliformes fecales son un grupo de bacterias representado por las familias de las enterobacterias que han sido utilizadas como indicador idóneo para el agua potable. Dentro de este grupo, se

destacan bacterias aeróbicas y anaeróbicas facultativas; aunque el mayor representante es la bacteria *Escherichia coli*, distinguiéndose por su facilidad de crecer a elevadas temperaturas y por la capacidad de producir la enzima glucoronidasa. (Durán, 2016).

### **pH.**

El pH es un indicativo del grado de acidez, basicidad y alcalinidad del agua. Además, este parámetro origina variación en la composición de la fauna y flora de los cuerpos de agua e influye en el grado de toxicidad de ciertos compuestos, como el amoníaco, metales pesados, hidrógeno sulfurado, entre otros. (Durán, 2016).

### **Temperatura.**

La temperatura es una de las variables más significativas en los cuerpos de agua, sirviendo de indicativo de la estabilidad ecológica del sistema. Además, las variaciones de este parámetro generan un cambio en el ambiente de desarrollo de la fauna y flora presentes en los cuerpos de agua; elevando el potencial tóxico de ciertas sustancias disueltas en el agua. (Durán, 2016).

## **1.8. Hipótesis**

**H<sub>1</sub>:** La descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca influye negativamente en la calidad del agua del río Chonta, 2021.

**H<sub>0</sub>:** La descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca no influye negativamente en la calidad del agua del río Chonta, 2021.

## **CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

### **METODOLOGÍA**

#### **1.1. Tipo de investigación**

La naturaleza de la presente investigación requiere un método analítico - cuantitativo, pues se analizará el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente; y cuantitativo por el manejo numérico de los valores de los diferentes parámetros a analizar.

#### **1.2. Diseño de investigación**

El diseño de estudio es longitudinal. Ya que, implica más de dos mediciones a lo largo de un seguimiento; deben ser más de dos oportunidades (Rodríguez, 2004). Además, el siguiente estudio de investigación se realizará en un lapso de tiempo de tres meses en temporada seca- Humeda.

#### **1.3. Unidad de Análisis, Universo, Muestra**

##### **a. Unidad de análisis:**

Agua del río Chonta, antes y después de la descarga de agua residual doméstica.

##### **b. Universo:**

Agua de río impactada por agua residual doméstica.

##### **c. Muestra:**

Volumen de agua del río Chonta, antes y después de la descarga de agua residual, que permitan analizar los parámetros indicados.

#### **1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Técnicas:** La observación y registro de datos.

#### **4.1. INSTRUMENTOS:**

- Guías de estudio
- DS. N° 003-2010-MINAM.

#### **Medios de transporte:**

- Vehículo para transporte terrestre (camioneta).

#### **Materiales de laboratorio:**

- Cooler grandes y pequeños.
- Frascos de plástico y vidrio.
- Baldes de plástico de primer uso y limpios (4L).
- Guantes descartables.
- Mascarillas.
- Pizetas.
- Refrigerantes.

#### **Equipos:**

- GPS.
- Multiparámetro.
- Cámara fotográfica.

**Soluciones y reactivos:**

- Agua destilada.
- Preservantes.

**Formatos:**

- Ficha de Campo.
- Cadena custodia.

**Material cartográfico:**

- Mapa hidrográfico.

**Indumentaria de protección:**

- Zapato de seguridad.
- Botas de jebe.
- Vestimenta de seguridad con cinta reflectiva (chaleco).
- Lentes.
- Casco.

**Otros:**

- Plumones indelebles.
- Lápices.
- Cinta adhesiva.
- Papel secante.

- Libreta de campo.
- Soga.
- Cinta métrica.
- Linterna de mano.
- Tablero.

Las actividades que nos permitan realizar lo antes indicado, son las siguientes:

- Toma de muestra del agua del río Chonta, antes y después de la descarga de agua residual doméstica de la ciudad de Los Baños del Inca.
- Transporte de las muestras al laboratorio Regional del Agua, para realizar los análisis respectivos.
- Comparar con el DS. 003 – 2010 MINAM
- Análisis estadístico de los datos obtenidos.

Todo lo antes indicado es con el propósito de evaluar el efecto de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca sobre el agua del río Chonta, 2021.

### **1.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos**

Después de obtener los datos para la investigación se desarrollará de forma manual, para luego ser calculados, analizados y comparados con el D.S. N° 003-2010-MINAM y con el D.S. N° 004-2017-MINAM, para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales y los estándares de calidad ambiental para agua respectivamente. Y el análisis estadístico de la presente investigación se desarrollará mediante el software estadístico SPSS, con la prueba de signos de Wilcoxon.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Presentación, análisis e interpretación de resultados

Los parámetros analizados en esta investigación son: Coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub> y DQO del agua del río Chonta, 2021. Tomando las estaciones de muestreo antes y después del punto de descarga del agua residual doméstica. Se realizó mediante la toma de muestras durante los meses de septiembre y octubre.

Realizando la toma de muestras mensualmente en época de (estiaje – húmeda) En las siguientes tablas y gráficos se muestran los valores de los parámetros de coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub> y DQO. Los resultados fueron comparados con el DS 004 -2017 MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

**Tabla 1.**

*Resultado del Parámetro de Coliformes Termotolerantes en las campañas (estiaje – avenida)*

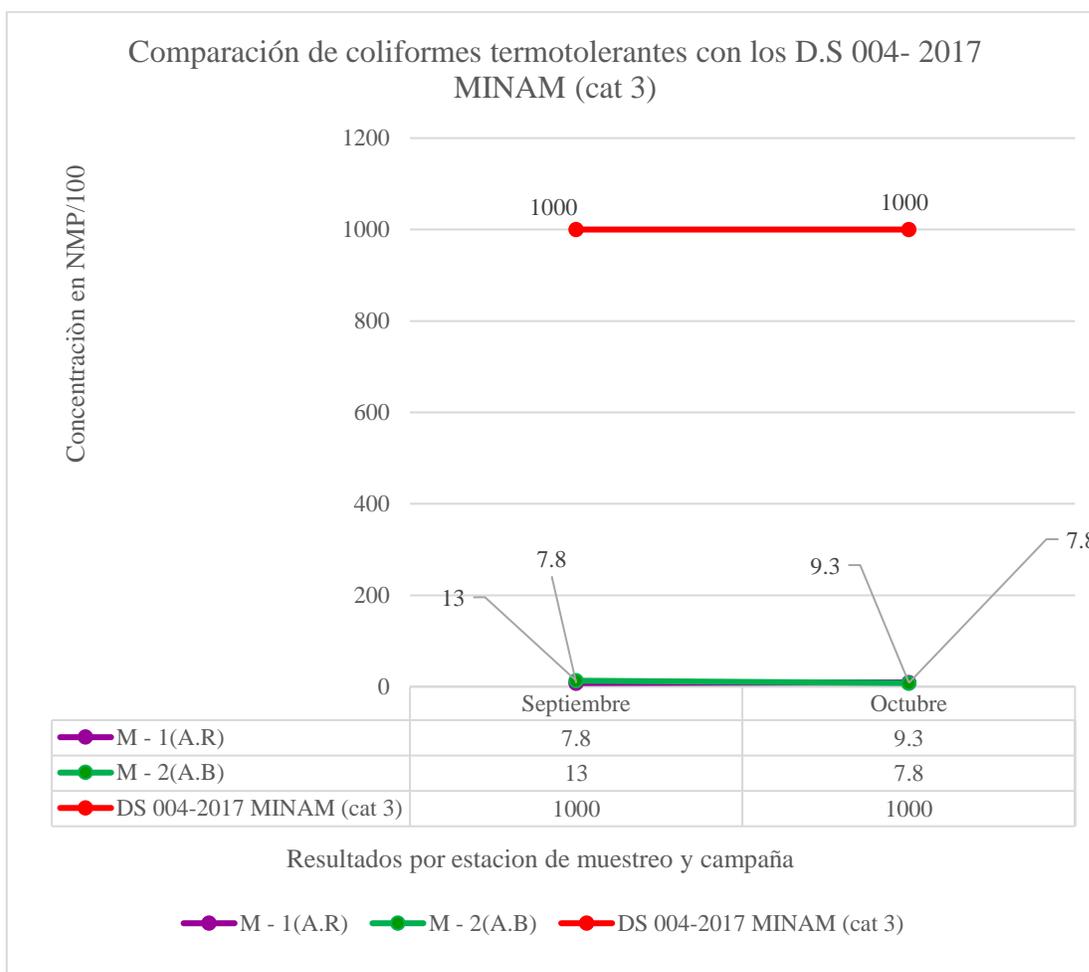
<b>Estaciones de Muestreo</b>			
<b>Campañas</b>	<b>M - 1(A.R)</b>	<b>M - 2(A.B)</b>	<b>DS 004-2017 MINAM(cat 3)</b>
<b>Septiembre</b>	7.8 NMP/100	13 NMP/100	1000 NMP/100
<b>Octubre</b>	9.3 NMP/100	7.8 NMP/100	1000 NMP/100

Para facilitar la interpretación de la concentración final del parámetro de coliformes termotolerantes, estación M – 1(A.R) (aguas arriba), y M – 2(A.B) (aguas abajo) del río Chonta – Baños del Inca en época (estiaje – avenida). Según la tabla 1, se determinó que

las concentraciones de dicho parámetro, arrojan cierta alteración en cuanto a la época de estiaje en la estación M – 2(A.B) en el mes de setiembre, con una diferencia de 5.2 NMP/100. Sin embargo en ambos meses, no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM.

**Figura 1.**

*Resultado del Parámetro de Coliformes Termotolerantes en las campañas (estiaje – avenida) en comparación con el DS 004- 2017 MINAM.*



La concentración del parámetro de coliformes termotolerantes del agua residual doméstica, río Chonta- Baños del Inca. Se detallan en la tabla 1 y figura 1, según los datos arrojados sobrepasan con una concentración mínima de 5.2 NMP/100 en época de estiaje. Sin embargo en ambos mese y en las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba), y M – 2(A.B) (aguas abajo), no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM.

**Tabla 2.**

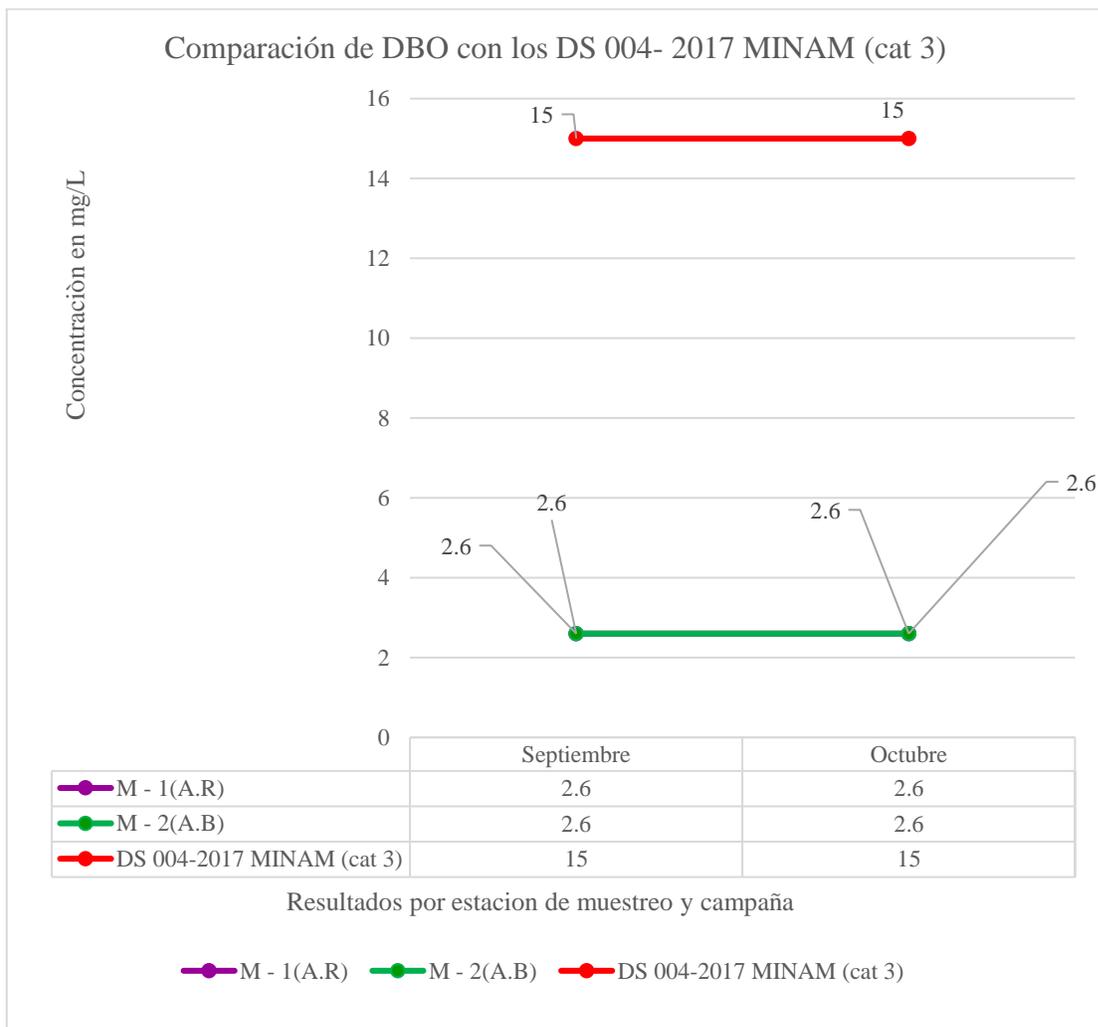
*Resultado del Parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno en las campañas (estiaje – avenida)*

<b>Estaciones de Muestreo</b>			
<b>Campañas</b>	<b>M - 1(A.R)</b>	<b>M - 2(A.B)</b>	<b>DS 004-2017 MINAM(cat 3)</b>
<b>Septiembre</b>	2.6 mg/L	2.6 mg/L	15 mg/L
<b>Octubre</b>	2.6 mg/L	2.6 mg/L	15 mg/L

Para facilitar la interpretación de la concentración final del parámetro de demanda bioquímica de oxígeno, en las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) y M – 2(A.B) (aguas abajo), del río Chonta – Baños del Inca en época (estiaje – avenida). Según la tabla 2, se determinó que las concentraciones de dicho parámetro, se mantienen en igualdad para las dos épocas de muestreo. Lo que se ubica por debajo de lo establecido (15 mg/L) de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM.

**Figura 2.**

**Resultado del Parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno en las campañas (estiaje – avenida) en comparación con el DS 004- 2017 MINAM.**



La concentración del parámetro de demanda bioquímica de oxígeno del agua antes y después de la descarga del agua residual en el río Chonta- Baños del Inca. Se detallan en la tabla 2 y figura 2, según los datos arrojados, las concentraciones de dicho parámetro, se mantienen en igualdad para las dos épocas de muestreo. Lo que indica estar por debajo de lo establecido (15 mg/L) en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua,

Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM.

**Tabla 3.**

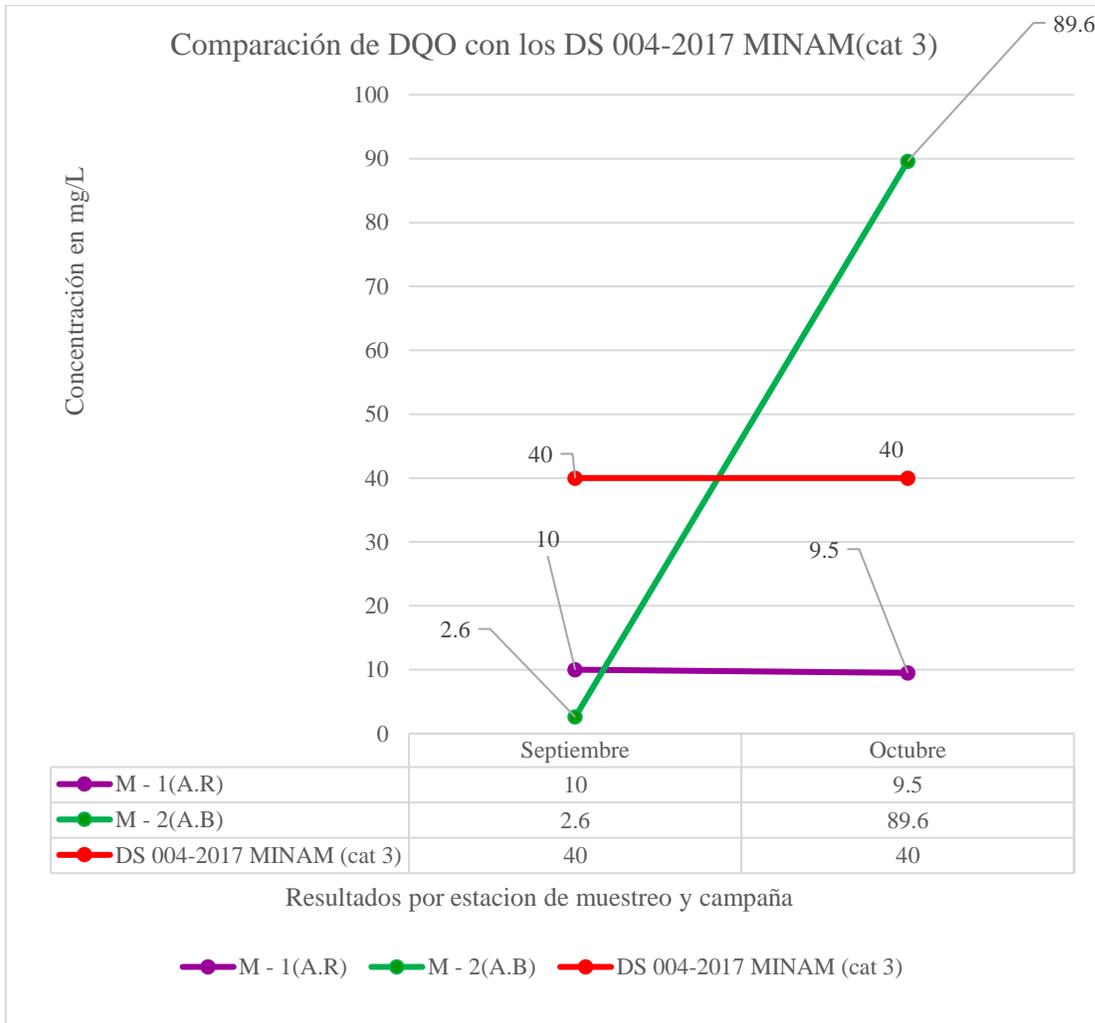
*Resultado del Parámetro de Demanda Química de Oxígeno en las campañas (estiaje – avenida)*

<b>Estaciones de Muestreo</b>			
<b>Campañas</b>	<b>M - 1(A.R)</b>	<b>M - 2(A.B)</b>	<b>DS 004-2017 MINAM(cat 3)</b>
<b>Septiembre</b>	10 mg/L	11.6 mg/L	40 mg/L
<b>Octubre</b>	9.5 mg/L	89.6 mg/L	40 mg/L

Para facilitar la interpretación de la concentración final del parámetro de demanda química de oxígeno, en las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) y M – 2(A.B) (aguas abajo), del río Chonta – Baños del Inca en época (estiaje – avenida). Según la tabla 3, se determinó que las concentraciones de dicho parámetro, arrojan cierta alteración en cuanto a la época de avenida en la estación M – 2(A.B), con una diferencia de 80.1 mg/L, debido al incremento de materia orgánica, arrastre de sedimentos por parte de las lluvias, logrando sobrepasar en 49.6 mg/L a establecido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM.

**Figura 3.**

**Resultado del Parámetro de Demanda Química de Oxígeno en las campañas (estiaje – avenida) en comparación con el DS 003- 2010 MINAM.**



La concentración del parámetro de demanda química de oxígeno del agua residual doméstica, en las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) y M – 2(A.B) (aguas abajo), río Chonta- Baños del Inca. Se detallan en la tabla 3 y figura 3, según los datos arrojados

sobrepasan con una concentración de 49.6 mg/ L, a lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM; esto debido al incremento de materia orgánica y arrastre de sedimentos orgánicos por parte de las lluvias.

## 1.6. **Discusión**

En referencia a los parámetros de: Coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub> y DQO; según los muestreos realizados en las épocas de (estiaje – avenida) durante los meses de septiembre y octubre, en dos estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) y M – 2(A.B) (aguas abajo) de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Baños del Inca en el río Chonta. Los resultados arrojados indican que hay impacto significativo sobre la calidad de agua en el parámetro DQO en el mes de octubre. Sin embargo los valores para los parámetros DBO y coliformes termotolerantes, se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el D. S. N° 004-2017-MINAM.

El alto porcentaje de contaminación orgánica de los cuerpos de agua natural encontrados en diversos estudios, coinciden con las bases de datos arrojados en el presente estudio, lo que se condice con Cárdenas, J. (2015) considera que las aguas residuales o negras están constituidas en un 99.9% de agua; y el 0.1% por materiales sólidos en suspensión, formados por material mineral, orgánico e inorgánico. El material mineral procede de productos descartados y en ciertas ocasiones de la potabilización del agua, así como también de actividades mineras. Así mismo, Rojas,

R. (2002), afirma que el material orgánico procede de las actividades humanas propiamente dicha, mayormente son proteínas, grasas y materia rica en carbono.

Asimismo los resultados encontrados en la presente investigación se condice con Olivos, A. (2010) quien menciona que las aguas residuales, pueden diferir tanto en sus parámetros, sus concentraciones, combinaciones orgánicos y sólidos son mayores, así como la presencia de en gérmenes. Estas aguas son producto de actividades rutinarias o doméstica y Casani (2019) indica que las concentraciones de los diversos parámetros depende de los procesos realizados por el ser humano, la cual por sus características ya no tiene valor o uso, y por lo tanto, se convierten en un residuo o desecho. De igual manera Vásquez, J. (2018) en su investigación menciona que las aguas residuales domésticas generan un impacto ambiental y social en la población, sea de manera directa e indirecta, lo que coincide con el agua objeto de investigación de la presente investigación, pues el agua del río Chonta se usa para riego. En dicha investigación se realizó análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos, indican claramente un nivel superior establecidos por los ECAs y LMPs. Frente a ello el impacto negativo social es significativo, debido a los diversos escenarios; como el riesgo alto de afectación a la salud pública, menor oportunidad de desarrollo y crecimiento del sector en mención y afectación a sembríos aledaños al río.

### 1.7. Proceso de prueba de hipótesis

Una vez recogido los datos útiles para la investigación, éstos fueron almacenados en las hojas de cálculo en la plataforma del software estadístico SPSS. El estudio estadístico ha consistido en el cálculo de media, desviación estándar, desviación error estándar, grado de significancia. Los resultados se analizaron estadísticamente por prueba de muestras relacionadas de  $t$  – Student, con un grado de significancia  $\alpha=0,05$ . El resultado para ( $t$ ) es menor al grado de significancia, lo cual permitió rechazar en el estudio de la hipótesis nula.

**Tabla 4**

*Resumen de procesamiento de casos para Coliformes Termotolerantes*

	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
M1	2	100.0%	0	0.0%	2	100.0%
M2	2	100.0%	0	0.0%	2	100.0%

La tabla 4 nos indica que los casos válidos son el 100% tanto para las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) y M – 2(A.B) (aguas abajo), río Chonta- Baños del Inca, de tal manera que no hubo datos perdidos.

**Tabla 5***Resumen descriptivos para Coliformes Termotolerantes*

<b>Descriptivos</b>		Estadístico	Error estándar	
M1	Media	8.5500	.75000	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-.9797	
		Límite superior	18.0797	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	8.5500		
	Varianza	1.125		
	Desv. estándar	1.06066		
	Mínimo	7.80		
	Máximo	9.30		
	Rango	1.50		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	.	.	
	Curtosis	.	.	
	M2	Media	10.4000	2.60000
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	-22.6361	
		Límite superior	43.4361	
Media recortada al 5%		.		
Mediana		10.4000		
Varianza		13.520		
Desv. estándar		3.67696		
Mínimo		7.80		
Máximo		13.00		
Rango		5.20		
Rango intercuartil		.		
Asimetría		.	.	
Curtosis		.	.	

La tabla 5 nos indica que la mediana en la estación M – 1(A.R) (aguas arriba) es menor que en la estación M – 2(A.B) (aguas abajo), del río Chonta- Baños del Inca, esto significa que la descarga de agua residual doméstica en el agua del río Chonta tiene efectos para el caso de

los coliformes termotolerantes, aunque se conoce que no superaron lo establecido en el D. S. N° 004 – 2017 – MINAM categoría 3.

**Tabla 6**

*Prueba de normalidad para Coliformes Termotolerantes*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
M1	.260	2	.
M2	.260	2	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La tabla 6 muestra que el grado de significancia (Sig.) es decir el p valor es menor que 0.05 ( $p < 0.05$ ), lo que indica que no siguen una distribución normal, por lo tanto se tiene que aplicar pruebas no paramétricas.

**Tabla 7**

*Resumen de procesamiento de casos para Demanda Bioquímica de Oxígeno*

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
M1	2	100.0%	0	0.0%	2	100.0%
M2	2	100.0%	0	0.0%	2	100.0%

La tabla 7 nos indica que los casos válidos son el 100% tanto para las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) y M – 2(A.B) (aguas abajo), río Chonta- Baños del Inca, de tal manera que no hubo datos perdidos.

**Tabla 8***Resumen descriptivos para Demanda Bioquímica de Oxígeno*

<b>Descriptivos</b>		Estadístico	Error estándar	
M1	Media	2.6000	.00000	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2.6000	
		Límite superior	2.6000	
	Media recortada al 5%	2.6000		
	Mediana	2.6000		
	Varianza	.000		
	Desv. estándar	.00000		
	Mínimo	2.60		
	Máximo	2.60		
	Rango	.00		
	Rango intercuartil	.00		
	Asimetría	.	.	
	Curtosis	.	.	
	M2	Media	2.6000	.00000
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	2.6000	
		Límite superior	2.6000	
Media recortada al 5%		2.6000		
Mediana		2.6000		
Varianza		.000		
Desv. estándar		.00000		
Mínimo		2.60		
Máximo		2.60		
Rango		.00		
Rango intercuartil		.00		
Asimetría		.	.	
Curtosis		.	.	

La tabla 8 nos indica que la mediana en la estación M – 1(A.R) (aguas arriba) es igual que en la estación M – 2(A.B) (aguas abajo), del río Chonta- Baños del Inca, esto significa que la descarga de agua residual doméstica en el agua del río Chonta no tiene efectos para el caso

de DBO, se conoce que no superaron lo establecido en el D. S. N° 004 – 2017 – MINAM categoría 3.

**Tabla 9**

*Prueba de normalidad para Demanda Bioquímica de Oxígeno*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
M1	.	2	.
M2	.	2	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La tabla 9 muestra que el grado de significancia (Sig.) es decir el p valor es menor que 0.05 ( $p < 0.05$ ), lo que indica que no siguen una distribución normal, por lo tanto se tiene que aplicar pruebas no paramétricas.

**Tabla 10**

*Resumen de procesamiento de casos para Demanda Química de Oxígeno*

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
M1	2	100.0%	0	0.0%	2	100.0%
M2	2	100.0%	0	0.0%	2	100.0%

La tabla 10 nos indica que los casos válidos son el 100% tanto para las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) y M – 2(A.B) (aguas abajo), río Chonta- Baños del Inca, de tal manera que no hubo datos perdidos.

**Tabla 11***Resumen descriptivos para Demanda Química de Oxígeno*

<b>Descriptivos</b>		Estadístico	Error estándar	
M1	Media	9.7500	.25000	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6.5734	
		Límite superior	12.9266	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	9.7500		
	Varianza	.125		
	Desv. estándar	.35355		
	Mínimo	9.50		
	Máximo	10.00		
	Rango	.50		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	.	.	
	Curtosis	.	.	
	M2	Media	50.6000	39.00000
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	-444.9420	
		Límite superior	546.1420	
Media recortada al 5%		.		
Mediana		50.6000		
Varianza		3042.000		
Desv. estándar		55.15433		
Mínimo		11.60		
Máximo		89.60		
Rango		78.00		
Rango intercuartil		.		
Asimetría		.	.	
Curtosis		.	.	

La tabla 11 nos indica que la mediana en la estación M – 1(A.R) (aguas arriba) es menor que en la estación M – 2(A.B) (aguas abajo), del río Chonta- Baños del Inca, esto significa que la descarga de agua residual doméstica en el agua del río Chonta tiene efectos para el caso de DQO, aunque se conoce que sobrepasan con una concentración de 49.6 mg/ L, a lo

establecido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM; esto debido al incremento y arrastre de sedimentos orgánicos por parte de las lluvias.

**Tabla 12**

*Prueba de normalidad para Demanda Química de Oxígeno*

Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			
	Estadístico	gl	Sig.
M1	.	2	.
M2	.	2	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La tabla 12 muestra que el grado de significancia (Sig.) es decir el p valor es menor que 0.05 ( $p < 0.05$ ), lo que indica que no siguen una distribución normal, por lo tanto se tiene que aplicar pruebas no paramétricas.

**Tabla 13**

*Prueba de contraste de hipótesis – Rangos con signo de Wilcoxon*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La mediana de diferencias entre M1 y M2 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.144	Conserve la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Comprobando:**

Estadísticos de prueba.

$$W = \min(W^+, W^-)$$

Donde:

$W^+$  = suma de rangos con signo positivo.

$W^-$  = suma de rangos con signo negativo.

$$n = 6$$

$$W^+ = 1$$

$$W^- = 9 \qquad W = 1$$

$$Z = \frac{W - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{12}}} \approx N(0, 1)$$

$$Z_{(\text{cal})} = -1.408 \qquad \alpha = 0.05$$

Valor crítico:  $Z_{1-\alpha/2} = 1.960$

p – valor = 0.080

**Decisión:** Existe evidencia estadística suficiente para conservar la hipótesis nula, es decir, que la mediana de las diferencias es igual a cero (0); lo que significa que entre los valores de los parámetros estudiados antes y después del punto de descarga no existe diferencia.

- **H<sub>0</sub>:** Sig. > 0,05. La descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca no influye negativamente en la calidad del agua del río Chonta, 2021
- **H<sub>1</sub>:** Sig. ≤ 0,05. La descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca influye negativamente en la calidad del agua del río Chonta, 2021.

La tabla 13 muestra la descripción de la prueba de hipótesis de la presente investigación se desarrolló con la prueba estadística *Rangos con signo de Wilcoxon*.

Después de aplicar la correspondiente prueba de hipótesis, en la significancia bilateral (*Sig.*) se obtuvo un valor de 0.144, valor que muestra la aceptación de la hipótesis nula. Por lo tanto, La descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca no influye negativamente en la calidad del agua del río Chonta, 2021.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- Se evaluó el efecto de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad Baños del Inca sobre el agua del río Chonta, 2021, donde existe un aparente efecto negativo por la comparación de las medianas en las estaciones M – 1(A.R) (aguas arriba) es menor que en la estación M – 2(A.B) except en el caso de DQO donde la estación M – 2(A.B) es mayor; sin embargo con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas se determinó un  $p > 0.05$  (Sig. = 0.144), valor que muestra la aceptación de la hipótesis nula. Por lo tanto, la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca no influye negativamente en la calidad del agua del río Chonta, 2021.
- Se determinó los valores de los parámetros de coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub>, DQO del agua del río Chonta, 2021 la estación M – 1(A.R), y según la base de datos no existe alguna situación especial.
- Se determinó los valores de los parámetros de coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub>, DQO del agua del río Chonta, 2021 la estación M – 2(A.R), y según la base de datos solamente para el caso de la DQO se muestra un incremento significativo en el mes de octubre.
- Se comparó los valores obtenidos de coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub>, DQO, con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de vegetales y bebida de animales, establecidos en el DS 004 -2017 MINAM, determinándose que solamente para el caso de DQO se supera el mencionado ECA.

## 1.8. Recomendaciones

Centrarse en mejorar la eficiencia de los recursos y en realizar una distribución más eficaz: el objetivo es lograr una administración sostenible del agua.

Impulsar un desarrollo sostenible y no solo de los países en vías de desarrollo, también de los que pertenecen al mundo occidental-, pasa por mejorar la gestión del agua en el mundo. En muchas regiones del planeta, el acceso al agua todavía supone un serio problema que afecta cada día a millones de personas.

Invertir eficientemente en aguas residuales y otras infraestructuras de saneamiento es crucial para lograr beneficios de salud pública, mejorar el medio ambiente y la calidad de vida. Los servicios de agua, saneamiento e higiene administrados de manera segura son una parte esencial para prevenir enfermedades y proteger la salud humana durante los brotes de enfermedades infecciosas, incluida la actual pandemia de COVID-19.

Desarrollar un enfoque de gestión integral del agua urbana para la planificación del desarrollo urbano en áreas de la ciudad en expansión que actualmente están menos consolidadas y requieren intervenciones en alcantarillado urbano y gestión de aguas residuales.

## REFERENCIAS

Araujo, W. (2020). *Optimización del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante la implementación del sistema MBBR en la provincia Caylloma - AQUAFIL*. Lima-Perú.

Arocutipa, J. (2013). *“EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MASSIAPO DEL DISTRITO DE ALTO INAMBARI - SANDIA”*. Puno - Perú.

Casani, S. S. (2019). *“Caracterización de las aguas residuales de los laboratorios de Química de la UTP - Arequipa 2019”*. Arequipa - Perú.

Cascaret Carmenaty, D. A. (2009). *CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA GALVÁNICA, EMPRESA CONFORMADORA “30 DE NOVIEMBRE”*. Santiago de Cuba, Cuba.

Durán, L. E. (2016). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE RÍOS DE COLOMBIA USANDO PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS*. Revista Dinámica Ambiental - Colombia.

Guillermo, R. H. (2014). *CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA DE GALVANIZADO DE LÁMINA POR INMERSIÓN EN CALIENTE*. Guatemala.

Juarez, C. (2009). *“CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA DEL ARCEDIANO Y PROPUESTA DE SANEAMIENTO”*. FACULTAD DE INGENIERÍA - CAMPUS MORELOS.

Larios, F. (2015). *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú*. Universidad San Ignacio de Loyola.

Martinez, M. (2010). “*SITUACIÓN AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA BAJA DEL RIO CHILLON Y SU FACTIBILIDAD DE RECUPERACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE*”. Lima - Perú.

Medina, C. (2007). *Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución* . Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas y Farmacéuticas. Universidad Autónoma de Nayarit.

Olivo, A. (2010). Extracción de Grasas y Aceites en los Efluentes de una Industria Automotriz. *Dialnet*.

Olivo, A. (2010). Extracción de Grasas y Aceites en los Efluentes de una Industria Automotriz . *Dialnet*, 6.

Raffo Lecca, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Redalyc*.

Rodríguez, M. D. (2004). ESTUDIOS LONGITUDINALES: CONCEPTO Y PARTICULARIDADES . *Scielo*, 8.

Sanchez, M. (2019). “*DESCONTAMINACIÓN DEL RIO RÍMAC*”. Lima - Perú.

