UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley Nº 25265)

ESCUELA DE POSGRADO

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
UNIDAD DE POSGRADO

TESIS

"Influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ichu de Huancavelica, 2023"

Línea de investigación: Gestión integral de residuos sólidos, líquidos (sensibilización y contaminación de fuentes de agua)

PRESENTADO POR:

Bach. Eycol Antonio Palomino Morales

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE INGENIERÍA
MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

HUANCAVELICA –PERU

2024

Acta de sustentación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creado por Ley N° 25265)
ESCUELA DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
UNIDAD DE POSGRADO
(APROBADO CON RESOLUCIÓN N° 736-2005-ANR)

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los veinte días del mes de agosto, a horas 17:00 pm, del año dos mil veinticuatro se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados con Resolución N° 311-2024-EPG-R/UNH, de fecha 29 de febrero del 2024, conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : ***Dr. Víctor Guillermo, SÁNCHEZ ARAUJO***
https://orcid.org/0000-0002-7702-0881
DNI N°: 40446828

SECRETARIO : ***Mg. Freddy Alfredo, MATAMOROS HUAYLLANI***
https://orcid.org/0000-0002-6689-5033
DNI N°: 42188460

VOCAL : ***M.Sc. Mabel Yesica ESCOBAR SOLDEVILLA***
https://orcid.org/0000-0001-9253-5974
DNI N°: 41063829

Con la finalidad de llevar a cabo el acto académico de sustentación de tesis titulada ***"Influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del rio Ichu de Huancavelica, 2023"*** *Aprobado mediante resolución N° 1154 – 2024 – EPG-R/UNH, donde fija la hora y fecha para el mencionado acto.*

Sustentante:
Bach. Eycol Antonio, PALOMINO MORALES
DNI N°: 42394310

Asesor:
Dr. SAEZ HUAMAN Wilfredo
https://orcid.org/0000-0002-1485-8273
DNI N°: 23274838

Luego de haber absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los Miembros del Jurado se procede con la deliberación con el resultado de:

APROBADO [X] *DESAPROBADO* [ ] *POR:* UNANIMIDAD

Para constancia se extiende la presente ACTA, en la ciudad de Huancavelica, a los veinte días del mes de agosto del año 2024.

.....
Dr. Víctor Guillermo, SÁNCHEZ ARAUJO
Presidente del Jurado.

.....
Mg. Freddy Alfredo, MATAMOROS HUAYLLANI
Secretario del Jurado

.....
M.Sc. Mabel Yesica ESCOBAR SOLDEVILLA
Vocal del Jurado

Certificado de similitud

UNH | Vicerrectorado de Investigación | Dirección de Innovación y Transferencia tecnológica | Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio

turnitin

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación, titulado:
  "INFLUENCIA DEL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO ICHU DE HUANCAVELICA, 2023"
- Presentado por:
  PALOMINO MORALES, EYCOL ANTONIO
- Docente asesor (a):
  SAEZ HUAMAN, WILFREDO
- Para obtener:
  El GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO: **MAESTRO EN CIENCIAS DE INGENIERÍA; MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, **certifica que es un trabajo de investigación original,** se encuentra dentro del porcentaje permitido de coincidencia por la Universidad Nacional de Huancavelica.
Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio **TURNITIN** (realizado por el docente Asesor), se expide el presente.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
82%	18%

El Certificado se expide el 23 de junio de 2024.

Verificar la autenticidad del presente documento en el siguiente QR.

GAM: 00004 - 2024

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mis seres queridos, por ello empiezo agradeciendo de todo corazón al apoyo de mis padres que en todo momento están pendientes de nosotros, de igual manera a mi pareja e hijo que son el motor y motivo de todo, de igual forma agradecer a mis hermanas y familiares que siempre están a nuestro lado. Finalmente, y no por ello menos importa a todas las personas que hicieron posible llegar a realizar este trabajo.

Asesor

Dr. Wilfredo Sáez Huamán
Orcid: 0000 – 0002 – 1485 – 8273
DNI. 23274838

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la calidad del agua del río Ichu e identificar las posibles fuentes de contaminación. Se establecieron 6 puntos de recolección de muestras de agua del rio Ichu con respecto a los distintos usos que se le da durante su recorrido con 2 repeticiones. Se determinó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos dentro de estos, se obtuvo los siguientes resultados: para color se encontró un valor de 0.93 ± 0.36, respecto a Turbidez un valor de 3.90 ± 1.13, para temperatura un valor de 1.25 ± 0.30, para el caso de oxígeno disuelto un valor de 8.40 ± 1.10, con respecto a pH un valor de 7.45 ± 0.33, para el DBO5 un valor 6.50 ± 0.80, solidos suspendidos totales un valor de 51.6 ± 3.10, para fosfatos un valor de 0.49 ± 0.03, nitratos un valor de 10.4 ± 1.30 y para coliformes totales y termotolerantes un valor de 11.25 ± 3.75 y 9.25 ± 2.89 respectivamente. Concluyendo que al comparar los resultados con los límites permitidos ECA-Agua, categoría 4, muestra que cumplen con la normativa peruana a acepción del parámetro fosfatos que supera el LMP de (0.05 mg/L).

Palabras clave: calidad del agua; aguas residuales; estándares de calidad ambiental; río.

Abstract

The objective of this research work was to determine the quality of the water of the Ichu River and identify possible sources of contamination. 6 points for collecting water samples from the Ichu River were established with respect to the different uses it is given during its journey with 2 repetitions. The physicochemical and microbiological parameters within these were determined, the following results were obtained: for color a value of 0.93 ± 0.36 was found, with respect to Turbidity a value of 3.90 ± 1.13, for temperature a value of 1.25 ± 0.30, for the case for dissolved oxygen a value of 8.40 ± 1.10, with respect to pH a value of 7.45 ± 0.33, for BOD5 a value of 6.50 ± 0.80, total suspended solids a value of 51.6 ± 3.10, for phosphates a value of 0.49 ± 0.03, nitrates a value of 10.4 ± 1.30 and for total and thermotolerant coliforms a value of 11.25 ± 3.75 and 9.25 ± 2.89 respectively. Concluding that when comparing the results with the permitted limits ECA-Water, category 4, it shows that they comply with the Peruvian regulations with the exception of the phosphates parameter that exceeds the LMP of (0.05 mg/L).

Keywords: *water quality; sewage water; environmental quality standards; river.*

Índice

Acta de sustentación ..... **ii**
Certificado de similitud ..... **iii**
Dedicatoria ..... **iv**
Asesor ..... **v**
Resumen ..... **vi**
Abstract ..... **vii**
Índice ..... **viii**
Índice de tablas ..... **x**
Índice de figuras ..... **xii**
Introducción ..... **xiv**
CAPÍTULO I **15**
EL PROBLEMA **15**
1.1. Planteamiento del problema 15
1.2. Formulación del problema 17
1.2.1. Problema General 17
1.2.2. Problemas Específicos 17
1.3. Objetivos 18
1.3.1. Objetivo General 18
1.3.2. Objetivos Específicos 18
1.4. Justificación 18
CAPÍTULO II **20**
MARCO TEÓRICO **20**
2.1. Antecedentes de la investigación 20
2.1.1. Antecedente internacional 20
2.1.2. Antecedente nacional 30
2.1.3. Antecedente regional 47
2.2. Bases teóricas 48
2.3 Formulación de las hipótesis 57
2.4 Definición de términos 57
2.5 Identificación de variables 60
2.6 Operacionalización de variables 61

CAPÍTULO III **63**
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN **63**
3.1. Tipo de la investigación 63
3.2. Nivel de investigación 64
3.3. Métodos de investigación 64
3.4. Diseño de investigación 65
3.5. Población, muestra y muestreo 66
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 68
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 70
3.8. Descripción de la prueba de hipótesis 71
CAPÍTULO IV **73**
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS **73**
4.1. Presentación e interpretación de resultados 73
4.2. Proceso de prueba de hipótesis 89
4.3. Discusión de resultados 118
Conclusiones **122**
Recomendaciones **123**
Referencias bibliográficas **124**
Anexos **132**

Índice de tablas

Tabla 1. Estándares de Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Categoría 4. Conservación del medio ambiente acuático 54
Tabla 2. Operacionalización de variables 61
Tabla 3. Determinación de los Puntos de Muestreo 67
Tabla 4. Concentración de los parámetros fisicoquímico en los puntos de monitoreo para aguas del rio Ichu. 73
Tabla 5. Concentración de los parámetros microbiológicos en los puntos de monitoreo para aguas del rio Ichu. 79
Tabla 6. Frecuencia del número de muestras para coliformes totales 80
Tabla 7. Frecuencia del número de muestras para coliformes termotolerantes 80
Tabla 8. Comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con la ECA-Agua, Categoría 4. 81
Tabla 9. Test de normalidad para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. 89
Tabla 10. Prueba de T de Student para color 91
Tabla 11. Datos para la prueba de T Student respecto a color 91
Tabla 12. Prueba de T de Student para turbidez 94
Tabla 13. Datos para la prueba de T Student respecto a turbidez 94
Tabla 14. Prueba de T de Student para temperatura 96
Tabla 15. Datos para la prueba de T Student respecto a temperatura 97
Tabla 16. Prueba de T de Student para oxígeno disuelto 99
Tabla 17. Datos para la prueba de T Student respecto a oxígeno disuelto 99
Tabla 18. Prueba de T de Student para pH 101
Tabla 19. Datos para la prueba de T Student respecto a pH 102
Tabla 20. Prueba de T de Student para DBO_5 104
Tabla 21. Datos para la prueba de T Student respecto a DBO_5 104
Tabla 22. Prueba de T de Student para SST 106
Tabla 23. Datos para la prueba de T Student respecto a SST 107
Tabla 24. Prueba de T de Student para fosfatos 109
Tabla 25. Datos para la prueba de T Student respecto a fosfatos 109

Tabla 26. Prueba de T de Student para nitratos..... 111
Tabla 27. Datos para la prueba de T Student respecto a nitratos 112
Tabla 28. Prueba de T de Student para coliformes totales..... 114
Tabla 29. Datos para la prueba de T Student respecto a coliformes totales..... 114
Tabla 30. Prueba de T de Student para coliformes termotolerantes..... 116
Tabla 31. Datos para la prueba de T Student respecto a coliformes termotolerantes 117

Índice de figuras

Figura 1. Puntos de muestreo del trabajo de investigación..... 68
Figura 2. Concentración de color en aguas del río Ichu..... 74
Figura 3. Concentración de turbidez en aguas del río Ichu..... 74
Figura 4. Concentración de temperatura en aguas del río Ichu..... 75
Figura 5. Concentración de oxígeno disuelto en aguas del río Ichu. 75
Figura 6. Concentración de pH en aguas del río Ichu..... 76
Figura 7. Concentración de DBO_5 en aguas del río Ichu..... 77
Figura 8. Concentración de solidos suspendidos totales en aguas del río Ichu. 78
Figura 9. Concentración de fosfatos en aguas del río Ichu. 78
Figura 10. Concentración de nitratos en aguas del río Ichu..... 79
Figura 11. Frecuencia en porcentaje de presencia de coliformes totales en aguas del rio Ichu 80
Figura 12. Frecuencia en porcentaje de presencia de coliformes termotolerantes en aguas del rio Ichu 81
Figura 13. Comparación del color con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4..... 82
Figura 14. Comparación de la turbidez con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4. 83
Figura 15. Comparación de la temperatura con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4..... 83
Figura 16. Comparación del oxígeno disuelto con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4. 84
Figura 17. Comparación del pH con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4..... 85
Figura 18. Comparación de la DBO con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4... 85
Figura 19. Comparación de solidos suspendidos totales con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4..... 86
Figura 20. Comparación de fosfatos con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4. . 86
Figura 21. Comparación de nitratos con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4... 87
Figura 22. Comparación del recuento promedio de coliformes totales con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4. 88

Figura 23. Comparación del recuento promedio de coliformes termotolerantes con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4. 88
Figura 24. Campana de Gauss de la prueba de T para color..... 92
Figura 25. Campana de Gauss de la prueba de T para turbidez..... 95
Figura 26. Campana de Gauss de la prueba de T para temperatura..... 97
Figura 27. Campana de Gauss de la prueba de T para oxígeno disuelto 100
Figura 28. Campana de Gauss de la prueba de T para pH 102
Figura 29. Campana de Gauss de la prueba de T para DBO_5 105
Figura 30. Campana de Gauss de la prueba de T para SST 107
Figura 31. Campana de Gauss de la prueba de T para fosfatos 110
Figura 32. Campana de Gauss de la prueba de T para nitratos..... 113
Figura 33. Campana de Gauss de la prueba de T para coliformes totales 115
Figura 34. Campana de Gauss de la prueba de T para coliformes termotolerantes 118

Introducción

En los últimos años se ha notado en nuestro país y el mundo la preocupación por resolver los problemas relacionados con los efluentes líquidos originados del uso doméstico. La contaminación del agua es otro tema de suma importancia en este trabajo, ya que este mismo es un problema a escala mundial, por tal motivo es tarea de toda la población contribuir a cuidar este gran recurso necesario e indispensable para la vida de cualquier ser vivo (Guadarrama, et al., 2016).

El desarrollo industrial ha provocado la presencia de ciertos componentes difíciles de eliminar que son peligrosos para el medio ambiente y para los organismos vivos. La liberación de compuestos químicos en concentraciones elevadas, ha originado su progresiva acumulación en la atmósfera, aguas superficiales, subterráneas y en sistemas de difícil recuperación como son los suelos. Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos. Normalmente, en los países desarrollados muchas industrias poseen eficaces sistemas de depuración del agua, sobre todo las que producen contaminantes peligrosos como metales (Valles, 2017).

La falta de soluciones para el tratamiento de las aguas residuales en las ciudades y en las industrias, ocasiona grandes desechos de aguas contaminadas que hacen mucho daño al medio ambiente. Estas aguas en su mayoría son descargadas en los ríos, lagos, mares, en los suelos a cielo abierto o en el subsuelo, por medio delos conocidos pozos sépticos y rellenos sanitarios. (Rodríguez, 2017).

Las aguas residuales originadas en los hogares son las que presentan mayores contaminantes a comparación de otras; realizar un correcto tratamiento antes de su llegada a los afluentes naturales se ha convertido en uno de los puntos más importantes en la mitigación del daño ambiental provocado por el ser humano.

Por lo expuesto, el presente trabajo de investigación tiene por objetivo Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ichu de Huancavelica, 2023.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La contaminación ambiental es un problema que se manifiesta desde antes de la Revolución Industrial y hasta ahora no se ha podido controlar, ya que involucra a todos los países. Según el cuerpo receptor, la contaminación ambiental se puede presentar en tres tipos: La contaminación atmosférica o del aire, la contaminación hídrica o del agua y la contaminación del suelo. Por separado o interactuando entre ellos, estos suponen un grave riesgo para la salud de los seres vivos y para la conservación de la biodiversidad y ecosistemas; por ello, uno de los recursos vitales que se debe de preservar ante tal amenaza de contaminación, es el agua (Guerrero, 2015).

El agua, a pesar de que es el líquido más preciado que se tiene sobre la tierra por tener una molécula que interviene en los procesos vitales de todo organismo viviente, siempre ha quedado rezagada dentro de las prioridades de atención. Es así que en los últimos años la contaminación del río Ichu es preocupante, debido que es contaminado por las aguas residuales de diferentes fuentes, además la acumulación de residuos sólidos, que en las diferentes épocas de año aumentan en concentración. En tal sentido en la actualidad, es

importante conocer la calidad del agua tanto para el consumo humano como también para el riego de cultivos y bebida de animales.

El agua es un elemento natural que hace posible la vida en la Tierra, ya que forma parte indispensable del desarrollo de los procesos biológicos, por lo que resulta ser un recurso básico e imprescindible. Desde el firmamento, la apariencia que se percibe de la Tierra es un planeta de color azul; ya que el 70% de su superficie está cubierta por agua y el 30% de tierra. Sin embargo, la disponibilidad de agua promedio que se tiene es de aproximadamente 1.386 millones de km^3, de los cuales el 97,5% es agua salada y el 2,5% es agua dulce. De esa cantidad, sólo una mínima parte es accesible para el consumo humano (Carrión, 2020).

El agua es uno de los compuestos más abundantes de la naturaleza y cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie de la tierra. Sin embargo, en contra de lo que pudiera parecer, diversos factores limitan la disponibilidad de agua para uso humano. Más del 97% del agua total del planeta se encuentra en los océanos y otras masas salinas, y no están disponibles para casi ningún propósito. Del 3% restante, por encima del 2% se encuentra en estado sólido, hielo, resultando prácticamente inaccesible. Por tanto, podemos terminar diciendo que, para el hombre y sus actividades industriales y agrícolas, sólo resta un 0,62 % que se encuentra en lagos, ríos y agua subterránea. La cantidad de agua disponible es ciertamente escasa, aunque mayor problema es aún su distribución irregular en el planeta (Rodriguez, 2017).

El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos más claros: un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales. Si se entiende por desarrollo sostenible aquel que permita compatibilizar el uso de los recursos con la conservación de los ecosistemas.

En el 2025, el consumo de agua destinada a uso industrial alcanzará los 1.170 km3 /año, cifra que en 1995 se situaba en 752 km3 /año. El sector productor no sólo es el que más gasta, también es el que más contamina. Más

de un 80% de los desechos peligrosos del mundo se producen en los países industrializados, mientras que en las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten al agua sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos disponibles (Rodriguez, 2017).

Las aguas residuales constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios los sistemas de depuración antes de evacuarlas, como medida importante para la conservación de dichos sistemas.

Teniendo en consideración lo planteado líneas arriba se realiza la formulación del problema de investigación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ichu de Huancavelica, 2023?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros físicos (color, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto) del río Ichu de Huancavelica, 2023?
- ¿Cuál es la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros químicos (pH, DBO, sólidos en suspensión, fosfatos, nitratos) del río Ichu de Huancavelica, 2023?
- ¿Cuál es la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes) del río Ichu de Huancavelica, 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ichu de Huancavelica, 2023

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros físicos (color, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto) del río Ichu de Huancavelica, 2023.
- Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros químicos (pH, DBO, sólidos en suspensión, fosfatos, nitratos) del río Ichu de Huancavelica, 2023
- Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes) del río Ichu de Huancavelica, 2023.

1.4. Justificación

La investigación propuesta, busca identificar y analizar mediante los análisis físicos, químicos y microbiológico la calidad de agua del río Ichu y comprobar si es están dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA)-Agua, Categoría 4. La calidad de este recurso es aún de mayor importancia que la disponibilidad existente, es por ello que la ejecución de esta investigación juega un papel muy importante debido a que dicha calidad es necesaria para el equilibrio existente entre la flora y fauna acuática, además para los diferentes usos que se le dan a este recurso.

Así mismo, el trabajo de investigación pretende determinar el valor de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que indique la calidad del agua del río Ichu - Huancavelica, empleando técnicas adecuadas de muestro, análisis de muestras, tratamiento estadístico de datos, de la misma manera con la obtención de los resultados de la investigación se pretende evaluar la calidad de las aguas que discurren en el río Ichu, para luego generar conciencia en la

población sobre el cuidado del recurso hídrico mediante buenas prácticas ambientales, reduciendo significativamente la contaminación del recurso hídrico y mitigar sus efectos medioambientales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedente internacional

Galvis y Plata (2023), en el artículo titulado "Evaluación de los impactos ambientales generados por la descarga de las aguas residuales del río Moniquirá sobre el sector Pinares del Río del Municipio Moniquirá, Boyacá, 2023", el trabajo tuvo como objetivo identificar y evaluar el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas vertidas al río Moniquirá, formulando opciones para prevenir, corregir, mitigar y compensar los impactos negativos en el ecosistema, con especial énfasis en la sostenibilidad, desarrollo y mejora de la calidad ambiental. Para llevar a cabo este trabajo se desarrolló de acuerdo al método descrito, a través del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) bajo el método Arboleda, con base en una matriz causal, a partir de un diagnóstico ambiental representativo del área afectada; posteriormente, se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos al recurso hídrico afectado y recolección de información primaria en la comunidad del sector para determinar los componentes socioeconómicos culturales. El producto final de este proyecto determino los entornos bióticos, abióticos, socioeconómico y cultural, que constituyo la línea base medioambiental del río Moniquirá. Durante la caracterización hidrológica se monitoreo el río Moniquirá en tres puntos, el punto de vertimiento de las aguas residuales domésticas, un punto aguas arriba del vertimiento previamente mencionado y un punto aguas abajo del

vertimiento para la misma fuente aguas arriba de la descarga y el segundo será aguas abajo de los siguientes parámetros: temperatura, pH, oxígeno disuelto, caudal, DQO, DBO5, Solidos sedimentables totales, solidos suspendidos, grasas y aceites.

Uribe, et al (2023), en su trabajo de investigación titulada "Calidad del agua en ríos urbanos: caso del río Fucha, Bogotá, Colombia", cuyo objetivo estuvo enfocado en la metodología para conocer la calidad hídrica del tramo 3 del río Fucha con base en el Índice de Calidad General para Aguas Superficiales (ICACOSU), en relación con el cumplimiento de los objetivos de calidad hídrica establecidos en la Resolución 5731 de 2008 para los ríos de la ciudad. Para dar cumplimiento al objeto de investigación, se realizó una revisión bibliográfica de la zona de estudio; se determinaron seis puntos de medición hídrica de los parámetros: OD, SST, DQO, CE, pH, CT, DBO y Q, teniendo en cuenta representatividad y accesibilidad. Obtenidos los resultados del laboratorio se hicieron los cálculos y el análisis para establecer el ICACOSU de 5 y 7 variables, y comparar los resultados de los parámetros con los objetivos de calidad hídrica establecidos para el río Fucha. Se deduce que la calidad del río Fucha para el ICACOSU de siete variables es muy malo para los puntos de monitoreo 5 y 6, por la disminución en la concentración de OD (0.35 y 0.17 mg/l O_2, respectivamente) y el aumento de la concentración de DBO_5 en el punto de monitoreo 6 (112 mg/l O_2); sólo los puntos de monitoreo 2 y 3 cumplen con un valor superior al 50 % en el cumplimiento de los objetivos de calidad hídrica.

Según Peñaranda, et al (2023), en su tesis titulada "Aplicación del índice de calidad del agua (ICA) caso de estudio: río jubones, Ecuador", donde menciona que la calidad de los recursos hídricos es un tema de gran importancia debido a su impacto en el ecosistema, la salud humana y el desarrollo sostenible. En esta investigación se determinó la calidad del agua superficial del río Jubones, en la sección geográfica

correspondiente a su paso por el cantón El Guabo, mediante la aplicación del índice de calidad de agua (ICA) de la National Sanitation Foundation (NSF). Para el desarrollo del estudio se delimitaron 4 puntos de muestreo y se aplicó la expresión matemática en base a resultados obtenidos del análisis de 9 parámetros fisicoquímicos establecidos en la metodología ICA-NSF (temperatura, oxígeno disuelto, pH, sólidos totales disueltos, turbidez, nitratos, fosfatos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes fecales). Los resultados mostraron que en los cuatro puntos de muestreo el valor del ICA-NSF varió entre 51 y 70 por lo que, en esta sección geográfica de estudio, el agua del río Jubones tiene una escala de clasificación media. Los parámetros críticos en la disminución del ICA-NSF en el área estudiada son coliformes fecales y DBO; lo cual genera una importante base de información para la elaboración de planes para el manejo sustentable del río Jubones.

Gallo, et al (2023), en su tesis titulada “Impactos ambientales asociados al vertido de aguas residuales sobre corrientes hídricas.: Caso de estudio Santander Colombia”, los impactos ambientales son una de las grandes problemáticas que afectan a todos los países, por cuanto contribuyen al deterioro de los recursos naturales, principalmente el agua, y alteran tanto el medio biótico como abiótico, además de causar problemas de salud por el incremento de residuos sólidos, la generación de olores ofensivos y la proliferación de vectores y roedores. Con esta investigación se busca crear conciencia mediante la adquisición de hábitos ambientales que contribuyen a disminuir las alteraciones ocasionadas al medio ambiente. El estudio identifica y evalúa las principales actividades antrópicas generadoras de aguas residuales de un municipio de Colombia, que concibe una afectación directa al cuerpo hídrico ciénaga Yarirí. Se identificaron y evaluaron los impactos y se determinó que el vertido está generando alteraciones severas al cuerpo hídrico, al no cumplir con los valores máximos permisibles para aguas

residuales. El aumento de la carga de contaminantes y el consiguiente deterioro del ecosistema preocupan a los habitantes de la zona que se abastecen de este cuerpo hídrico, y son una señal de alarma para las autoridades ambientales y municipales.

Bolívar y Morera (2022), en su trabajo de investigación "Determinación Del Índice De La Calidad Del Agua De La Cuenca Baja Del Río Tuluá, Municipio De Tuluá, Departamento Del Valle Del Cauca, Mediante Análisis Fisicoquímicos Y Microbiológicos Con Base En Las Actividades Antrópicas Llevadas A Cabo Durante El Periodo Abril-Junio De 2021", que tuvo como objetivo general determinar el índice de la calidad del agua de la cuenca baja de la cuenca hidrográfica del río Tuluá, mediante el estudio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, teniendo en cuenta las actividades antrópicas que se generan en los recorridos de la cuenca, las cuales repercuten de manera negativa en las propiedades de la fuente. La caracterización de las actividades evidenció que la mayor demanda del recurso se encuentra en la zona plana del rio Tuluá es decir la cuenca baja, zona en la cual la agricultura y los usos de químicos para esta, infraestructura industrial, comercial y residencial, vertimientos directos al río, entre otras actividades, son las practicas que más afectan la calidad de agua de esta fuente hídrica. La determinación del Índice de Calidad de agua ICA, para la fuente hídrica del río Tuluá arrojó resultados regulares para los meses de abril y mayo, sin embargo en el mes de junio su resultado fue aceptable teniendo en cuenta los valores establecidos por el IDEAM para este índice, lo anterior puede deberse a la influencia de los valores de los parámetros de OD, DQO y conductividad y su variabilidad en cada uno de los meses; los análisis microbiológicos realizados de coliformes totales y coliformes fecales repercutieron de gran manera en el ICA pues presentaron valores entre 5.700 a 32.000 U.F.C/100 cm3 para los coliformes Totales y 600 a 3200 U.F.C/100 cm3 para el parámetro de coliformes fecales. Finalmente considerando la

importancia que posee la cuenca hidrográfica del río Tuluá, que además es fuente abastecedora del acueducto de la zona urbana del municipio de Tuluá, se formularon programas ambientales tales como el programa para el manejo de residuos sólidos, programa para el manejo de aguas residuales y programa de educación ambiental, los cuales permiten el control y mitigación de las afectaciones de la calidad de agua de la cuenca baja del río Tuluá y por ende su preservación teniendo en cuenta la participación de la comunidad, los sectores productivos de las áreas de influencia, entes territoriales y demás, que logren incidir de manera positiva dicha cuenca.

Según Guerrero y Palma (2022), en su trabajo de investigación titulada "Análisis de calidad del agua del río Vinces para la preservación de vida acuática en la parroquia General Vernaza", cuyo objetivo de este estudio fue analizar la calidad del agua del rio Vinces, parroquia General Vernaza del cantón Salitre; y sus efectos en la vida acuática, la metodología aplicada es de tipo descriptiva, de campo, con un enfoque cuantitativo. Se escogieron dos estaciones de muestreo: V1 y V2, donde se obtuvieron muestras de agua durante los días 14 y 18 de febrero de 2022. Se realizó el análisis de ciertos parámetros físico-químicos in situ mediante el equipo multiparámetros ISOLAB GMBH, mientras que otros analitos de carácter químico y microbiológico fueron realizados en los laboratorios WSS, los resultados promedio fueron: Temperatura: 27.25°C, pH: 6.94UpH, conductividad eléctrica: 69.33µS, potencial óxido-redox: 23.3mV, TDS: 50.33ppm, salinidad: 37.68ppm, turbidez: 5%, metal pesado: cadmio: ND y tensoactivos: ND, oxígeno disuelto: 7.37 mg/L; y, coliformes fecales: 7.47UFC/ml; a nivel microbiológico el agua presenta contaminación fecal, no obstante esta no representa un potencial riesgo para las especies acuáticas puesto que se encuentra por debajo del límite máximo permitido. En conclusión, se determinó que el agua del río Vinces, es apta para el desarrollo de la vida acuática, ya que cumple con la mayoría

de los parámetros de calidad físico químicos estudiados, a pesar de presentar contaminación microbiológica, 7.47UFC/ml no representan un efecto nocivo. Se recomienda al Municipio de Salitre, realizar otros ensayos sugeridos por la norma TUSLMA, que complementen los presentados en este trabajo, y certifiquen este tramo de río como seguro para la vida acuática.

Sandoval, et al (2021), en el artículo científico "Estudio preliminar de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para el tratamiento de aguas superficiales del río Magdalena-Cuenca Alta y efectos del tratamiento combinado de filtro de arena y lámpara UV", este trabajo evaluó las características físico-químicas y microbiológicas de las aguas provenientes del río Magdalena y su posible tratamiento a partir de un dispositivo portátil. Se tomaron 3 muestras de agua superficial (60 L) en tres puntos localizados en la provincia del Alto Magdalena, sometiéndolas a procesos de filtración y desinfección con luz UV en un dispositivo autosostenible. Luego se realizó la caracterización total de las muestras en tiempos que oscilaban en los 0, 45, 90 y 135 minutos. El tratamiento mostró una reducción en parámetros físicos como color, turbiedad y solidos totales. No se obtuvo una diferencia significativa en las concentraciones iniciales y finales de elementos como manganeso, zinc, cobre, cromo total y níquel una vez ingresadas y recirculadas en el dispositivo. La desinfección mostró porcentajes de remoción que variaron entre el 15 y el 56% para CF y 20 y 36% para CT. Los resultados indicaron que las muestras analizadas presentan un buen potencial postratamiento y utilización en actividades agrícolas y pecuarias. Se requieren estrategias para mitigar la contaminación del agua, conservación del recurso o incluso mejorar el acceso para consumo humano o agropecuario.

Cedeño, L & Ayón, C. (2020), en el artículo titulado "Reducción de color y turbidez en aguas residuales del camal municipal de Manta, mediante biofiltración con cáscara de coco (cocos nucifera) y cascarilla

de arroz (oryza sativa)” realizaron la investigación enfocada en Una alternativa para el manejo de las aguas residuales es la aplicación de filtros biológicos, los que se valen de procesos naturales para la purificación de las aguas; para resolver los problemas de saneamiento se deben de buscar tecnologías alternativas e innovadoras, los biofiltros permiten dar una solución para el tratamiento de las aguas residuales de una manera amigable al medio ambiente, reduciendo los impactos negativos que ocasiona la mala disposición de dichas aguas. Los efluentes generados en los mataderos contienen: sangre, estiércol, pelo, grasas, proteínas y otros contaminantes solubles que al ser mezclados y no ser tratados de manera óptima pueden interferir en la eficiencia de las plantas tratamientos o generar impactos al medio ambiente. Se evaluó la eficiencia de los residuos de cáscara coco y cascarilla de arroz con carbón activado comercial como filtros, en la remoción de características físicas de agua residual de camal. Se utilizó cascara de coco de los residuos de los procesos de una heladería artesanal del cantón Manta, cascarilla de arroz de los cultivos de arroz del cantón Rocafuerte, carbón activado comercial empleado en peceras obtenido de un distribuidor de la ciudad. El esquema experimental aplicado fue un diseño completamente al azar en arreglo bifactorial con 9 tratamientos y 3 repeticiones, entre mezclas de carbón activado con ambos residuos y otros solo con residuos, filtrando 500 ml de agua residual de los procesos del camal municipal del cantón Manta, se elaboraron un total de 27 filtros como unidades experimentales. Se efectuaron análisis de turbidez; y color, por absorbancia a través de espectrofotometría, siendo estas las variables a evaluar en la investigación. Los porcentajes de remoción resultantes de los parámetros evaluados fueron procesados en el software estadístico Info Stat versión 2018 para realizar el análisis de varianza y prueba de Tukey. Solo existe diferencia significativa entre los tratamientos combinados con carbón activado con relación a los tratamientos testigos que solo contenían porcentajes de residuos. La eficiencia

obtenida en la remoción de los parámetros evaluados del agua residual de camal en los tratamientos que dieron resultados fue baja, con porcentajes entre 2,19% a 23,04% en turbidez y de 0,5% a 20,3% en color; siendo los valores más altos obtenidos por los tratamientos que solo poseían residuos.

Ramón, K (2020), en su trabajo de investigación "Impacto ambiental de las descargas de aguas residuales en el Río Chaguana", que tuvo como objetivo de valorar el grado de contaminación en aguas del río Chaguana y los efluentes vertidos por el sistema de alcantarillado urbano, camaroneras y bananeras en el cuerpo hídrico en la parroquia Tendales, para lo cual se obtuvieron datos físico-químicos y microbiológicos del municipio con los cuales se caracterizaron las variables, además se realizó análisis de varianza de un factor intersujetos y factorial intersujetos a un nivel de significancia del 95%. Se concluye que la fuente contaminante más significativa del río Chaguana fueronlos efluentes emitidos por el sistema de alcantarillado, aunque también se presentan afectaciones por vertidos de camaroneras y bananeras. En las aguas del río Chaguana se observaron valores superiores al LMP en los aceites & grasas (0,765 mg/L), sólidos suspendidos totales (173,94 mg/L) y sulfuros (0,67 mg/L), lo que evidencia contaminación al cuerpo hídrico generado por las descargas emitidas.

Borja, et al (2019), en el artículo "Cuantificación de efluentes de aguas residuales del Camal Frigorífico Riobamba". La determinación del flujo de efluente de las aguas residuales generadas en los procesos de faenamiento de ganado porcino, bovino y ovino realizado en el Camal Frigorífico Riobamba, mediante el empleo de técnicas para la recolección de muestras y métodos de laboratorio para su análisis, técnicas de medición de caudales en conductos abiertos, cerrados se evalúa la cantidad y calidad de agua residual producida. Los reportes de la caracterización indican que en el agua residual de cada

proceso, los parámetros Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) y tenso activos se encuentra comúnmente fuera del límite permisible según los lineamientos de la normativa ambiental del Acuerdo Ministerial 097A, la determinación de caudales de descarga a su vez reporta valores máximos de 22,95 m3/h y mínimos de 5,17 m3/h, la relación entre el consumo de agua y el tamaño del animal se ven reflejados en valores promedios de 0,26 m3 para porcinos, 0,67 m3 bovino y 0,17 m3 ovinos. Este departamento municipal maneja gran cantidad del recurso hídrico por lo que la generación de agua residual se atribuye a los requerimientos propios del proceso y al desperdicio ocasionado por el mal uso y manejo de las instalaciones, además la presencia de sangre, estiércol y grasas afectan la calidad de las mismas.

Pauta, et al (2019), en el artículo de investigación "Evaluación de la Calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador", se evaluó la calidad del agua de los ríos Tarqui, Yanuncay, Machángara y Tomebamba, afluentes del río Paute. En línea con la necesidad de incorporar nuevos enfoques en la vigilancia de la calidad del agua, este estudio aplicó el ampliamente conocido Water Quality Index (QWI) pero, en lugar de utilizar los nueve parámetros originalmente requeridos por el método, utilizamos 18 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para cada río, se llevaron a cabo nueve campañas de monitoreo, cubriendo períodos hidrológicos representativos y midiendo descargas de flujo. Los resultados muestran que, en general, en las áreas de captación de los ríos, el recurso hídrico es adecuado para casi todo tipo de uso, pero gradualmente, a medida que avanza aguas abajo, la calidad disminuye debido a las descargas de aguas residuales sanitarias, industriales y a factores naturales como escorrentía o sedimentos por erosión. La condición más crítica de calidad de las aguas evaluadas se presentó durante las condiciones de sequía, principalmente debido a la disminución del oxígeno disuelto y al aumento de la temperatura, la

salinidad, la materia orgánica y las bacterias coliformes. Por otro lado, durante los períodos lluviosos, los parámetros indicadores de una disminución en la calidad del agua fueron el color, la turbidez, y el contenido de nutrientes como fósforo y nitrógeno. En general, los ríos tienen mejor calidad para condiciones de flujo medio, que prevalecen durante la mayor parte del año. Los presentes resultados se analizaron de acuerdo con los objetivos de calidad establecidos en estudios anteriores, permitiendo una evaluación cualitativa del sistema de intercepción y tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca, Ecuador. la Vigilancia de la Calidad del Agua.

En el estudio realizado por Cevallos (2018), que lleva por título "Propuesta de mitigación de la contaminación en el rio Toachi por efectos de las aguas residuales del Camal Municipal", en la presente investigación se desarrolló en el cantón Santo Domingo sector "EL ÉBANO", el objetivo general fue realizar una propuesta de mitigación de la contaminación del Río Toachi por efecto de las aguas residuales procedentes de la Empresa Pública Municipal de Rastro y Plazas de Ganado. Se realizó un recorrido por el lugar, donde se estableció tres puntos de muestreo (antes, durante y después), el monitoreo se realizó durante tres meses, una vez por mes. Los resultados obtenidos de los parámetros analizados, se compararon con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) Tabla 1: Máximos permisibles para aguas de consumo humano y fines domésticos que únicamente requieran tratamiento convencional, indicando que el agua no es apta para consumir por la alta cantidad de DQO (Punto1: 9,03 mg L-1; Punto2: 269,38 mg L-1; Punto3: 18,92 mg L-1). Se realizó encuestas para conocer el impacto socio ambiental que ocasiona este matadero a la población aledaña. La propuesta de recuperación se basa en la fitorremediación en humedales superficiales debido que es una tecnología amigable con el ecosistema basada en la capacidad de algunas plantas para asimilar y almacenar compuestos

contaminantes como “Chrysopogon zizanioides” que sirve para disminuir el grado de contaminación de las aguas residuales, ayudando en la remoción de DQO como también en la degradación de nitrógeno, fósforo y otros minerales.

2.1.2. Antecedente nacional

Espinoza, A (2023), en su tesis titulada “Determinación de los parámetros físicos y químicos en las aguas superficiales del río Coata, (puente independencia) zona baja – Distrito de Coata 2022”, cuyo objetivo fue determinar la concentración de los parámetros físicos y químicos en las aguas superficiales del río Coata, (Puente Independencia) zona baja - Distrito de Coata 2022. La metodología que se empleó para el trabajo de investigación fue la evaluación de las muestras basadas en un estudio no experimental, ya que no se realizó modificación. Se tomaron cuatro muestras de agua superficial, (01) en la zona específica del Puente Independencia, (01) población del distrito de Coata y (01) en una zona paralela de la laguna Coataza, y uno casi final de la desembocadura del río Coata, los análisis de los parámetros físicos y químicos se realizaron en laboratorio. El estudio corresponde al enfoque cualitativo ya que, el análisis estadístico fue la prueba de T-test para una sola muestra con un nivel de confianza del 95%. Obteniendo como resultados : los parámetros físicos del agua en la zona del río Coata, se determinó la temperatura (12,9 °C), conductividad eléctrica (CE) 393 y 460 µS/cm, sólidos disueltos totales (SDT) 117.40 y 229 mg/L, turbidez (7.56 y 0.90 NTU), pH (8.11 y 8.27 unidades), cloruro(307.90 y 319.90 mg/L), sulfatos (253 y 215.60 mg/L); comparando los resultados, se concluyeron que la conductividad eléctrica está por debajo de lo permitido, igual que el pH no se propasaron y resto de los parámetros se encuentran fuera de los estándares de calidad ambiental para el agua, por lo cual inciden de forma negativa y de manera directa a la desembocadura del lago Titicaca .

Paredes (2023), en su investigación titulada “Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Choquechaca para el riego de vegetales y bebida de animales distrito de Yunguyo, 2023” realizado en el distrito de Yunguyo con el objetivo de evaluar la calidad del agua del río Choquechaca según los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua “Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales” para lo cual se identificó tres puntos de muestreo del río,el primer punto RC1 se ubicó en el Sector Challapampa, el punto RC2 en el sector Imicate y el punto RC3 en la parcialidad Unumani, las muestras fueron llevadas al laboratorio después de ser extraídas del lugar para su respectivo análisis. La investigación fue de tipo descriptivo no experimental y se realizó en el mes de marzo la primera repetición y en el mes de abril la segunda repetición De los resultados obtenidos el parámetro físico que se analizó fue la conductividad eléctrica estando dentro del valor permitido, en los parámetros químicos el oxígeno disuelto se encontraba por debajo del valor mínimo en todos los puntos, la demanda química de oxígeno se encontró al límite de lo establecido siendo su valor de 40 mg/L mientras que los otros parámetros se encontraron dentro de los ECA y en los parámetros microbiológicos los coliformes termotolerantes excedieron el valor de los ECA llegando a 26000 NMP/100ml por lo que se concluyó que la calidad del agua del río Choquechaca no es apto para el riego de vegetales y bebida de animales y existe alto grado de contaminación de sus aguas.

Según Llanos (2023), en su tesis titulado “Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua del río Yauli, centro poblado Yauli, provincia Yauli, región Junín”, teniendo como objetivo determinar la calidad del agua superficial del río Yauli, ubicada en la provincia de Yauli, departamento de Junín, el cual es impactado por las actividades mineras circundantes y las descargas de aguas residuales domesticas del

centro poblado de Yauli. El método a realizar es por monitoreo de la calidad del agua, ubicado en cuatro (04) estaciones, las cuales se ubican a lo largo del río Yauli, la primera estación RYaul1 antes del Centro Poblado de Yauli, RYaul3 después de las descargas de aguas residuales domesticas del Centro Poblado de Yauli, RYaul4 después del vertimiento de la empresa Chinalco Perú S.A. y la última; RYaul5 antes de la unión con el río Pucara, se considera la data de los años 2015 – 2020. Los parámetros fisicoquímicos que se determinaron en campo fueron, temperatura, pH, y conductividad eléctrica, mientras que los parámetros analizados en laboratorio fueron demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, aceites y grasas, sulfatos, metales totales (Arsénico, cadmio, mercurio, plomo, entre otros), y parámetros microbiológicos tales como coliformes fecales y escherichia coli. Los resultados demuestran que hay presencia de iones de arsénico, manganeso, mercurio, plomo, hierro y zinc, en la mayoría de las estaciones, asimismo, se superan los valores de coliformes fecales y escherichia coli.

Según Salazar y Yarin (2023), en su tesis titulada “Impacto de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de puente piedra en la calidad de las aguas superficiales de la cuenca baja del río Chillón, 2021” teniendo como objetivo determinar el impacto de los efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Puente Piedra en la calidad de las aguas superficiales de la cuenca baja del río Chillón, para ello se utilizó los monitoreos participativos de la ANA de los años 2012 al 2021 en la estación Rchil13, Rchil14, Rchil15, Rchil18 y el trabajo en campo en el EF01 (efluente), P01 (aguas arriba), P02 (aguas abajo) donde se analizaron los parámetros fisicoquímicos y biológicos. El resultado de los parámetros que excedieron los ECA fueron el pH, aceites y grasas, DBO5, DQO, OD, coliformes termotolerantes, cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso y plomo, así mismo los parámetros que excedieron los LMP fueron los aceites y

grasas y los coliformes termotolerantes sobrepasando 1.3 y 5 veces respectivamente con elevada carga contaminante en el efluente. Por otro lado, el resultado del ICAPE fue de estado de calidad “MALO” en todas las estaciones de monitoreo, concluyendo que la calidad de agua en la cuenca baja del río Chillón se encuentra amenazada por los diversos efectos de origen antrópico, lo cual resulta siendo no es apta para consumo humano ni para regadío o uso recreacional.

Ruiz (2023), en su trabajo de tesis “análisis de calidad de las aguas residuales de la ciudad de Bagua, región Amazonas” cuyo objetivo, fue evaluar la calidad de las aguas residuales en la ciudad de Bagua, región Amazonas según la legislación ambiental vigente. Para esta evaluación, se tomaron 10 puntos de muestreo en época de lluvia., Como resultado, se obtuvo que la zona de descarga (P2) tuvo los valores más altos para Sólidos Totales en Suspensión (SST= 400mg/L valor en P2), temperatura (T°=28°C valor en P2), pH (8,09 valor en P2), grasas y aceites (18 mg/L valor en P2) y coliformes fecales o termotolerantes (10000 NMP/100ML valor en P2). Respecto a nitratos y oxígeno disuelto (OD), los valores obtenidos en todos los puntos estuvieron dentro de los rangos establecidos, tanto para Estándares de calidad para Agua (ECA) como para Límites Máximos Permisibles (LMP). Se pudo evidenciar que tanto los valores de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y SST, exceden los LMP para aguas provenientes de las descargas de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR); mientras que los valores para SST, el pH, la temperatura, coliformes termotolerantes y grasas y aceites, se encuentran dentro de los permitido. Como conclusión, se obtuvo que las aguas residuales a medida que se alejan de la zona de descarga, presentan parámetros más cercanos a los valores de ECA – Agua: Riego de vegetales y bebida de animales, debido a que se van diluyendo en el cuerpo de agua donde son arrojados.

Según Rodríguez (2022), en su trabajo de investigación titulado "Influencia del vertimiento de las aguas residuales domesticas en la calidad del agua del Rio Chuyapi - distrito Santa Ana, 2021", el presente estudio de investigación evaluó la influencia del vertimiento de las aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río Chuyapi, ubicado en el distrito de Santa Ana, durante el periodo 2021. Se realizó mediante un análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para evaluar la influencia del vertimiento de las aguas residuales domésticas del rio Chuyapi se establecieron dos temporadas de estudio (estiaje y lluvia), en cuatro estaciones (aguas arriba, aguas abajo y vertimiento), tomando 04 muestras (en cada temporada) iniciando entre los meses de marzo y diciembre. Para la obtención de resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Del mismo modo, fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental - categoría IV E2 y Límites Máximos Permisibles para el vertimiento de aguas residuales. Los parámetros de coliformes termotolerantes superaron sus LMP y ECA en el punto de muestreo del vertimiento y en el cuerpo receptor en la época de lluvias y estiaje en 20 000 NMP/100 mL, 25 000 NMP/100 mL, 17000 NMP/100 mL y 2800 NMP/100 mL, el parámetro de DBO5 supero los ECA en épocas de lluvia en el vertimiento en 10.46 mg/L, El cuerpo de agua y el cuerpo receptor excedió los ECA del fosforo en 0.059 mg/L y 0.122mg/L en épocas de estiaje.

Según Castellares (2022), en su tesis titulada "Evaluación de la calidad del agua y vertimientos de efluentes en la cuenca baja del rio Chillón, 2012 - 2019-Lima", teniendo como objetivo evaluar la calidad del agua por el vertimiento de efluentes industriales y domésticos durante el periodo 2012 al 2019 a fin de conocer su grado de alteración en la cuenca baja del rio Chillón. El método de investigación es descriptiva y aplicativa con un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la evaluación de la información histórica del monitoreo de calidad del

agua correspondiente al periodo 2012 – 2017, realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Asimismo, se realizó un monitoreo de calidad de agua en el rio Chillón durante la época de avenida (febrero) y estiaje (mayo) durante el año 2019, se estableció 10 estaciones de monitoreo en la cuenca del rio, se ha considerado una estación de monitoreo en la cuenca alta como Blanco, 2 estaciones en cuenca media y 7 estaciones en cuenca baja. Los resultados indican más de 15 vertimientos de efluentes industriales y domésticos. Asimismo, un alto grado de contaminación en la cuenca baja, sobrepasando el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, según el D.S.004-2017- MINAM, de los parámetros fisicoquímicos: DBO5, Oxígeno Disuelto, DQO, Hierro, Plomo, Cadmio, Aceites y Grasas. Igualmente, los parámetros microbiológicos: Coliformes Termotolerantes y Escherichia Coli. En conclusión, debido a la deficiente gestión, crecimiento poblacional y la instalación de asentamientos humanos, se determina un incremento de los vertimientos domésticos, industriales y acumulación de residuos sólidos en la faja marginal, generando un impacto ambiental negativo en la calidad del agua del rio deteriorándola de manera significativa.

Gerónimo (2022), en su trabajo de investigación titulada "Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Ilave en el área de influencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ilave, Puno 2021 – 2022", cuyo objetivo fue: determinar la calidad del agua del río Ilave por la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ilave, Puno 2021 - 2022. La metodología que se empleó para el trabajo de investigación fue la evaluación de las muestras basadas en un estudio no experimental, ya que no se realizó modificación alguna de la realidad ni manipulación de las variables. El estudio corresponde al enfoque cualitativo y cuantitativo ya que, se realizó la recolección de datos con base en la medición numérica, para la interpretación de los

resultados, utilizando el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales y el decreto supremo N° 004-2017-MINAM categoría 4, realizando 4 muestreos en 3 estaciones (avenida, transición y estiaje), obteniendo los siguientes resultados: temperatura 14.96°C, sólidos totales disueltos (949.17 mg/L), conductividad eléctrica (468.67 µS/cm), pH (7.09), demanda bioquímica de oxígeno de (37.92 mg/L), demanda química de oxígeno (56.5 mg/L), oxígeno disuelto (5.03 mg/L), fósforo total (1.39 mg/L), nitratos (10.91 mg/L) y coliformes termotolerantes (3300 NMP) ; comparando los resultados con el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 4 se encuentran fuera de los estándares de calidad ambiental para el agua, concluyendo que las aguas residuales domésticas inciden de forma negativa y de manera directa en el cuerpo de agua en su condición de cuerpo receptor.

Fernández (2022), en su trabajo de investigación titulada "Evaluación de impactos de aguas residuales en la calidad del agua del canal Galindona, Nueva Cajamarca - San Martin 2022", cuyo objetivo fue evaluar los impactos en la calidad del agua del Canal Galindona; la investigación se llevó a cabo a través de la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por las aguas residuales que son vertidas al canal; así mismo se realizó estudios de las parámetros físicos, químicos y biológicos a través de muestras de agua que fueron tomadas directamente del canal Galindona en su condición de cuerpo receptor. Para lo cual identificaron 4 puntos (aguas arriba, punto de descarga y aguas abajo), se procedió a analizar los resultados de los parámetros obtenidos, para posteriormente poder ser comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAS) y los Límites Máximos Permisibles (LMPS). Así mismo se aplicaron encuestas a la población aledaña al canal Galindona. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, con el respaldo de los procedimientos de la investigación que se detallan en el presente trabajo de investigación ; se pudo determinar que las

aguas residuales causan un impacto en la calidad del agua del canal Galindona, debido a que los resultados de la evaluación de impactos tuvimos como severo; así mismo los resultados de la evaluación de las muestras para los parámetros físicos, químicos y biológicos arrojaron niveles superiores a los ECAs y LMPs, por lo tanto el riesgo de la salud de la población aledaña es significativa.

Tuñoque (2021), en su tesis titulada "Plan de control de vertimientos para mitigar la contaminación del agua en el río Utcubamba – Bagua Grande" cuyo objetivo fue la propuesta de un Plan de control de vertimientos para mitigar la contaminación del agua del río Utcubamba- Bagua Grande. El propósito central del estudio estuvo orientado a brindar alternativas para mitigar los efectos nocivos en el agua del río Utcubamba. Se utilizó el método: cualitativo y cuantitativo en la determinación de parámetros físicos y biológicos permitiendo evaluar el impacto a la fuente hídrica del agua del río Utcubamba asi también sus efectos sobre la salud de la población que consume el agua. Las muestras para análisis físicos y biológicos fueron tomadas antes, durante y después del vertimiento del curso del río Utcubamba. En consecuencia se encontró que los parámetros evaluados de contaminación física y biológica sobrepasan los niveles permisibles establecidos por los ECAS- estandares de calidad ambiental para agua de uso poblacional teniendo efectos negativos de afectación de la salud de la población asi como del ecosistema por lo que se propone lo siguiente: el procesamiento biológico de aguas residuales a través de lagunaje de estabilización combinadas (anaerobia y facultativa), manejo adecuado de residuos sólidos, cloración intradomiciliaria del agua en las comunidades afectadas asi como clausura de vertimientos domiciliarios clandestinos.

Coronel (2021), en su trabajo de investigación "Evaluación de la calidad del agua a partir de indicadores biológicos del río Chira", cuyo objetivo fue evaluar y determinar la calidad del agua del río Chira

utilizando como bioindicadores las bacterias (coliformes termotolerantes), peces, plantas y macroinvertebrados acuáticos y algunos parámetros fisicoquímicos, los mismos que fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Agua según Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. El análisis microbiológico para determinar los coliformes termotolerantes se hicieron por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (tubo múltiple) y fueron comparados con los ECA. La colecta botánica se realizó sobre el espejo del agua del río Chira y en las riberas en las diferentes zonas de muestreo y solo se colectó las plantas bioindicadoras. Los peces fueron colectados mediante redes, anzuelos y atarraya. Para determinar el estado de la calidad del agua del río Chira se utilizó el Índice de Integridad Biótica (IBI) modificado por Rodríguez –Olarte et al. (2007) del modelo diseñado por Karr (1981) y mejorado por él mismo en 1991 en Valenzuela (2014). La determinación de los macroinvertebrados acuáticos encontrados en el río Chira se realizó con la ayuda de un estereoscopio Labomed y claves taxonómicas como las de Oscoz, Galicia y Miranda (2009), Domínguez y Fernández (1994) en Lizboa et al. 2018. Para la determinación de la calidad de agua en los puntos de muestreo del río Chira se utilizó el Índice BMWP adaptado en el nPeBMWP – Biological Monitoring Working Party para los ríos del norte del Perú, en Lizboa et al., (2018). Los valores de la temperatura del agua del río Chira oscilaron entre 27,4 a 28,9 °C; de la Conductividad oscilaron entre 373 a 1 167 uS/cm; de los Sólidos Disueltos Totales oscilaron entre 187 y 550 mg/L; de la Unidad Nefelotmétrica de Turbidez variaron entre 2,42 y 5,84 UNT; del pH varió entre 7,28 a 4,42. Los valores de temperatura, conductividad, solidos disueltos totales y pH cumplen con los ECA para el agua. Los valores de la UNT no cumplen para la Subcategoría A1 de los ECA. Los valores de oxígeno disuelto están dentro de los límites permitidos por el ECA, excepto en la zona del Puente viejo. Las densidades de coliformes termotolerantes fueron mayores (5 700 a 160

000 NMP/100ml) establecido en el ECA, lo cual indica que las aguas no están dentro los parámetros normales del ECA. Las plantas registradas (Eichhornia crassipes y otras) en el río Chira indica que las aguas están contaminadas. Así mismo en el análisis de los peces el IBI indica aguas de mala a pésima calidad. Según el estudio de los macroinvertebrados los valores indican que las aguas del río Chira son de regular calidad. Se concluye que, en el periodo del estudio, las aguas del río Chira se encuentran contaminadas en distinto grado, planteándose una serie de pautas y recomendaciones, entre ellas se sugiere que se culmine la construcción de la PTAR en este año.

Villavicencio (2021), en su tesis "Evaluación de la contaminación del rio Ccohohuayco mediante la valoración del Índice de Calidad del Agua para el riego de vegetales en los sectores de Trancapata Alta y Bacas, Curahuasi, Abancay – Apurímac, 2019", que tuvo como objetivo la determinación del índice de calidad del agua para el riego de vegetales del río Ccohohuayco en los sectores de Trancapata Alta y Bacas del Distrito de Curahuasi – Provincia de Abancay – Apurímac – 2019. La investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, nivel de investigación descriptiva y un diseño no experimental. Se obtuvieron los siguientes resultados: acidez total (2.8-4.4) mg/l, alcalinidad total (80-94) mg/l, dureza total (95-130) mg/l, cloruros (5-16) mg/l, conductividad eléctrica (180-255) µS/cm, DBO5 (1.5-3) mg/l, fosfatos (2.5-18) mg/l , nitratos (4-5.8) mg/l, nitritos (0) mg/l, oxígeno disuelto (6-7.2) mg/l, pH (7.6-7.8) unidades, sulfatos (20-26) mg/l, temperatura (17-19) °C, cobre (0) mg/l, magnesio (4-7) mg/l, manganeso (0) mg/l, potasio (1-3) mg/l, coliformes termotolerantes (28- 28x10^ 7), methomyl (0.0002-33.5+-0.5) mg/l, en los meses de: agosto, septiembre, noviembre y diciembre del año 2019 en el río Ccohohuayco en los puntos de monitoreo RCcoh1 (E 741778.18, N 8496499.85), RCcoh2 (E 742168.76, N 8497626.63) y RCcoh3 (E 742449.28, N 8498472.05). Además, la calificación del Índice de

calidad del río Ccohohuayco fue “malo” con valores 42.06, 41.88 y 41.89 de los puntos RCcoh1, RCcoh2 y RCcoh3 respectivamente. La conclusión fue que el río Ccohohuyaco en general es de calidad “malo”, el único parámetro que lo afecto fue los coliformes termotolerantes, el cual supera por mucho el valor del ECA - categoria 3, agua para riego de vegetales, establecido mediante el D.S. N° 004- 2017-MINAM, 2017, también se detectó la presencia del plaguicida methomyl que si bien no está considerado en el ECA agua mencionado es un hallazgo, porque no se biodegrada en el agua tan rápido después de haber sido aplicado en los sembríos, influyendo en la red trófica del ecosistema acuático del rio.

Ibana, et al (2021), en el artículo de investigación “Contaminación de agua superficial de la periferia urbana de Puerto Maldonado, al sureste de la amazonia peruana”, cuyo objetivo del estudio fue evaluar la contaminación de aguas superficiales en la periferia urbana de Puerto Maldonado (amazonia peruana), utilizando análisis biológicos, fisicoquímicos y microbiológicos. Las muestras de agua se colectaron en seis cuer- pos de agua (dos ríos, tres quebradas y un lago). Los parámetros fisicoquímicos de cada sitio de estudio no superaron los límites del Estándar de Calidad Ambiental peruano (ECA), excepto el oxígeno disuelto en ríos cercanos a zonas urbanas. La contaminación de los recursos hídricos está relacionada con los vertidos de aguas residuales y la escorrentía de aguas pluviales. Así, los mayores puntos de contaminación fecal fueron en los ríos cercanos a las zonas urbanas, superando el límite establecido por el ECA para la conservación del medio acuático (UFC ml^{-1} >2000). En el río Madre de Dios, la concentración de coliformes fecales superó en 75 veces al máximo permitido por el ECA, indican- do que los ríos Tambopata y Madre de Dios de Puerto Maldonado están fuertemente contaminados.

Castillo y Quispe (2020), en su tesis “Calidad físicoquímica y microbiológica del río Chonta impactadas por vertimiento de aguas

residuales urbanas e industriales en el distrito Baños del Inca - Cajamarca, 2018", el presente proyecto tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del río Chonta mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el Distrito de Baños del Inca, Cajamarca. Se tomaron 2 puntos de monitoreo, uno ubicado en el Jr. Tupac Yupanqui que presenta la zona de descargas urbanas (Zona 1) y otro a las fueras, donde hay descargas de agua residual producto de las actividades industriales lácteas (Zona 2). Con la finalidad de determinar si dichas aguas son aptas para riego de vegetales y bebida de animales según los límites que establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), aprobado por el D.S Nº 004-2017-MINAM. Se determinó que el agua en los dos puntos de muestreo no es apta para riego de vegetales y bebida de animales, porque se encuentran superando los niveles que la norma estipula, entre ellos se encuentra la DBO5 con 115 mg O2/L, la DQO con 151 mg O2/L y la coliformes termo tolerantes con un nivel de 54 x 105 NMP/100 mL, además los parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro de los límites a excepción del pH, valor que excedió en la Zona1 en los meses de febrero y abril. Por lo tanto, es riesgoso que sigan llevándose actividades agrícolas y ganaderas con este tipo de aguas.

Vargas (2020), en su trabajo de investigación "Calidad de agua por parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, rio Shilcayo sector Chontamuyo para proponer estrategias de conservación, San Martin – 2020", el trabajo tuvo como objetivo determinar la Calidad de agua por parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del rio Shilcayo sector Chontamuyo para proponer estrategias de conservación la investigación es de tipo aplicada y de enfoque cuantitativo, la metodología consistió en monitorear10 puntos a lo largo del rio Shilcayo sector chontamuyo y la aplicación de cuestionario; los resultados de los parámetros físicos fueron; el pH oscila entre 8.1- 8.6; la temperatura oscila entre 25.0-26.5 °C; Caudal promedio: 1.54 m 3 /s; SST promedio : 41 mg/L y los

valores de Turbiedad promedio: 38,8 UNT; los parámetros químicos fueron ; DQO promedio : 104,9 mg/L y los valores de la DBO promedio:75.6 mg/L y los parámetros microbiológicos fueron; Coliformes Termotolerantes promedio: 86.890137,8 NPM/100mL y los resultados de la encuesta fueron el 95% de la población encuestada manifiestan que creen que existe aún variedad de plantas nativas, el 96% manifiestan que apoyarían a la reforestación de las laderas del rio, el 84% de la población manifiestan haber escuchado hablar sobre biodiversidad animal, el 56 % de la observó la presencia de aves, el 55% de la población encuestada observo mamíferos, el 45% de la población observo anfibios y el 95% de la población manifiesta que estaría dispuesto a participar en programas de educación ambiental, se concluye que, la calidad del agua para pH, Temperatura y SST se califica de buena y para los parámetros como DBO y Coliformes termotolerantes se califica de mala, por lo que se propone manejo de conservación de la zona en estudio y se recomienda a la municipalidad trabajar de manera articulada con la población.

Luque (2020), en su tesis titulada “Remoción de coliformes termotolerantes y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de aguas residuales del camal de Azoguini Puno (2019) mediante un biorreactor de fangos activos”, los objetivos de esta investigación fueron: a) Evaluar la remoción de coliformes termotolerantes postratamiento a diferentes temperaturas y tiempos de retención, haciendo el uso de un biorreactor de lodos activados, b) Determinar y evaluar el parámetro fisicoquímico; demanda bioquímica de oxígeno (DBO) postratamiento, haciendo el uso de un Biorreactor de lodos activados. La metodología consistió en evaluar la remoción de coliformes termotolerantes con la técnica del número más probable NMP, sobre los tratamientos efectuados en tiempos de retención celular: de 11.7 horas, 120 horas 240 horas, y temperaturas; ambiente, 22°C y 37°C, y la técnica de la botella Winkler para la determinación de DBO, se utilizó un pool

comercial de Enzimas Biodigestoras BST como control positivo. Para comparación de las medias sobre los tratamientos utilizados se usó las pruebas paramétricas, ANOVA y Tukey para la prueba de contraste sobre los tratamientos, utilizando el INFOSTAT software libre versión estudiantil. Los resultados reportados muestran la existencia de diferencias significativas entre tratamientos sobre los tiempos de retención en horas y temperaturas, demostrando que el tiempo de retención celular que mejor resultados obtuvo fue el de 120 horas, y una temperatura eficiente de 22 °C, logrando así una remoción del 63.41% de DBO y una remoción mayor al 99% de coliformes termotolerantes en los tiempos de retención celular de120 horas y una temperatura de 22°C, haciendo el uso de un bioreactor de lodos activados.

Quispe (2019), en su trabajo de investigación "Actividades antrópicas y calidad del agua en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas de Apurímac, 2019", cuyo objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua en el río Chumbao-Andahuaylas, por medio de los Índices de Contaminación (ICO), este estudio se realizó en el tramo con coordenadas UTM: 682457.8 X, 8483792 Y a 667376.7 X, 8491705.7Y; fueron considerados 05 puntos de muestreo cada 4 kilómetros aproximadamente. Se identificaron que actividades antrópicas influyen sobre la calidad del agua y se midieron parámetros fisicoquímicos del agua tales como DBO5 por respirometría, pH con un potenciómetro, porcentaje de oxígeno disuelto (%OD) y la temperatura a través de un multiparámetro de campo, asimismo se determinó un parámetro microbiológico, los colifórmes totales por el método de tubos múltiples; para determinar los ICO´s se utilizó ecuaciones ponderadas basadas en parámetros fisicoquímicos y microbiológico, desglosadas en Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), Índice de contaminación para temperatura (ICOTEM) e índice de contaminación para pH (ICOpH) cuya cualificación de contaminación estuvo en el

rango de “Muy alto” a “Ninguno”. Los resultados aguas abajo en el río Chumbao indican que el ICOMO oscilan entre “Bajo” a “Muy alto”, el ICOTEM entre “Ninguno” a “Bajo”, y el ICOpH como “Ninguno”. En conclusión, las actividades antrópicas identificadas fueron: doméstica, industrial, agrícola, pecuaria y acuícola y se observó que el río Chumbao presentó contaminación por materia orgánica y alteración en sus características de pH a medida que discurre el río aguas abajo; sin embargo, no se evidencio alteración de temperatura de acuerdo a los ICO´s evaluados.

Flores, et al (2019), en el trabajo de investigación “Evaluación físico, químico y microbiológico de las aguas del río Nanay a orillas de la comunidad de Nina Rumi”, la ciudad de Iquitos cuenta con un servicio de abastecimiento de agua potable cuya fuente es el Rio Nanay. Aguas arriba del Rio Nanay se encuentra el centro poblado de NINA RUMI, cuya población tiene un crecimiento desmesurado debido a muchos factores, entre ellos las invasiones. Esto es preocupante por la cantidad de aguas servidas que son arrojadas al Rio Nanay, de la que se sirve toda la ciudad de Iquitos. En el presente trabajo de investigación se tomaron muestras antes del desagüe, en el punto del desagüe y después del desagüe a orillas del rio nanay. Cuyos resultados físicos y químicos se encuentran dentro de los parámetros aceptables para consumo humanos; mientras que, de los análisis microbiológicos; Coliformes totales: antes, durante y después del desagüe: 1200-1270: 1540-1560: 1300-1370 nmp/ml. respectivamente. Coliformes fecales: antes, durante y después del desagüe: 1100 - 1150: 1400-1450: 1300-1350 nmp/ml. respectivamente, podemos afirmar que el agua de consumo humano no cumple con las condiciones microbiológicas para que sea ingerida directamente y preparar los alimentos.

Estela (2017), en su tesis “Niveles de contaminación de las aguas residuales del centro poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del río Chancay”, en la presente investigación se ha

propuesto investigar mediante los análisis físicos, químicos y microbiológicos los niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la Calidad del Agua del Rio, dicha investigación se ha realizado debido a la preocupación que existe a causa del vertimiento de las aguas residuales las cuales no reciben un previo tratamiento y son vertidas directamente a las aguas del Rio Chancay contaminando no solo el recurso hídrico si no también que perjudica la flora y fauna acuática, agricultura, ganadería, consumo humano, entre otros. La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo en el cual se analizaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos, se tomó 3 puntos de muestreo el primer punto se tomó aguas arriba de la desembocadura de las aguas residuales, el segundo punto se tomó en el vertimiento de las aguas residuales antes de unirse con el agua del rio, y el tercer punto se tomó aguas abajo de la desembocadura de las aguas residuales las cuales se analizaron con la finalidad de ver los niveles de contaminación y comparar con los Límites máximos permisibles (LMP) y los Estándares de calidad ambiental (ECA). Los resultados obtenidos de los análisis físicos, químicos y microbiológicos en el Punto 1 se encuentra por debajo del ECA A2, está al límite del ECA, Aguas superficiales destinadas para Riego de Vegetales, en el Punto 2 presenta una contaminación elevada específicamente en Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes que supera los LMP por otro lado en el Punto 3 excede el ECA A1, ECA A2, se encuentra por debajo de ECA A3, sin embargo los análisis de DBO y DBO sobrepasan el ECA A3, todo ello como consecuencia del vertimiento de las aguas residuales del Centro Poblado sin previo tratamiento a las aguas del Rio Chancay.

Como menciona Pari (2017), en su tesis titulada “Determinación de la calidad de agua del rio Ilave, zona urbana del distrito de Ilave, Puno-2016”, tuvo como finalidad realizar una evaluación de calidad al agua del río Ilave, en un tramo de 6 km

aproximadamente que forma parte de la zona urbana del distrito de Ilave. Tomando épocas de estiaje, transición (seco a lluvioso) y de precipitación respectivamente. Considerando que en el río Ilave existe una problemática del agua; debida a la contaminación por vertimientos de aguas residuales clandestinas por la población que se encuentran asentada en las riberas del río. Además de no existen muchos estudios sobre la calidad fisicoquímica y biológica del agua del río es que se elaboró el siguiente trabajo de tesis con los objetivos de 1), determinar los parámetros fisicoquímicos del agua del río Ilave 2), Determinar la presencia de microorganismos biológicos en el río. La metodología utilizada para el desarrollo de este estudio fue el análisis fisicoquímico y microbiológico, estableciéndose cuatro puntos de muestreo, la distancia entre cada punto de muestreo fue de 1500 metros, se tomó como punto de referencia el Puente internacional de Ilave. Las muestras se recogieron de acuerdo al protocolo nacional del 2016 para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, que establece la autoridad nacional del agua (ANA), donde los puntos fueron ubicadas aguas arriba y aguas debajo de las descargas de aguas residuales, además en cada punto de muestreo se hizo mediciones in situ, y se tomaron muestras para el análisis en laboratorio. Para poder evaluar los niveles de contaminación por aguas residuales de los parámetros fisicoquímicos y microorganismo biológicos, el análisis que se realizó fue un análisis exploratorio de los datos, en el diseño estadístico se realizó un análisis de varianza para un diseño de bloque completo al azar (DBCA). De los resultados obtenidos se determinó que el estado fisicoquímico del río llave sufrió cambios durante el estudio; en la época seca se encuentro con concentraciones bajas de contaminación, agravándose y considerándose como contaminada en época de transición en el segundo muestreo que fue muy significativo, presentando mayor presencia de contaminantes como: fosfato (1.75, 2.1, 1.56 y 1 .45 mg/L), DBO5 (84,96,76 y 72 mg/L), DQO (183, 218, 173 y 165 mg/L), también se determinó la presencia de Coliformes

fecales; la más alta en el segundo muestreo con concentraciones de hasta (3200 NMP/100 ml).

2.1.3. Antecedente regional

Según Lima (2020), en su tesis titulada "Efecto del vertimiento de aguas residuales domicialiarias en la calidad del agua del río Sicra Lircay-Huancavelica", la presente investigación tiene como objetivo, determinar en qué medida el vertimiento de aguas residuales domiciliarias afecta a la calidad ambiental del agua del río Sicra Lircay - Huancavelica 2018. El diseño de la investigación es no experimental, descriptivo transeccional. Por tal, se realizó un muestreo de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en tres puntos, siendo la primera antes del vertimiento denominada como punto PM°1 Zona Primer puente, durante el vertimiento denominada punto PM°2 Zona Puente Tablachaca y siendo el tercero después del vertimiento de las aguas residuales domiciliarias en la zona conocida como Muyocc punto PM°3, en relación a los parámetros cianuro libre, color, DQO, DBO5, oxígeno disuelto, fósforo total, nitrógeno total, nitratos, nitrógeno amoniacal, sulfuros, sólidos suspendidos totales, temperatura, pH y coliformes termotolerantes, y finalmente determinar un índice de calidad de agua con metodología NSF. Para la determinación del efecto del vertimiento, se tomó como base al punto PM°1 como punto blanco o de control, dado que las concentraciones en este punto son mínimas antes del vertimiento de las aguas residuales, y con los resultados se hace una comparación con el ECA Agua D.S N°004-2017-MINAM, para la determinación del ICA NSF se trabajó en base a nueve parámetros entre ellos físicos, químicos y microbiológicos, determinado así un índice de 42.18, lo cual según National Sanitation Foundation – NSF se encuentra identificada como aguas muy contaminadas, siendo los coliformes termotolerantes el parámetro con mayor influencia. Se plantea la urgencia del control de la calidad del

agua del río Sicra, así como la determinación de un Índice de Calidad de Agua del río Sicra, en concordancia con el ICA-PERÚ.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Calidad de agua

La calidad del agua es esencial para la salud de las personas y el bienestar de las especies acuáticas, por ende, es considerado como un valor ecológico (Villena, 2018). En la categoría 4 de los Estándares de Calidad Ambiental de Agua: Conservación del ambiente acuático se encuentra la calidad de los ríos (El Peruano, 2017).

La calidad del agua ha sido ampliamente descrita en la literatura científica. La definición más popular es que la calidad se refiere a los aspectos físicos, químicos y biológicos del agua. (Hassan, 2020). Para Shah (2017) la calidad del agua se refiere a la medición de las condiciones de elementos con relación entre diferentes tipos de especies en la biótica o en respuesta a la necesidad de algún objetivo de los individuos.

2.2.2 Parámetros fisicoquímicos del agua

2.2.2.1 Potencial de hidrogeno (pH)

Es un parámetro que se utiliza para determinar la cantidad de acidez o alcalinidad de una sustancia, lo que es significativo en diversos procesos químicos. El intervalo de pH entre 6.5 y 7.5 es ideal para el crecimiento de organismos; el intervalo de concentración suficiente para la presencia de vida biológica es bastante reducido (Romero, 2020).

El pH se incrementa debido al fitoplancton ya que este ha pasado por una fotosíntesis activa que se reduce por la respiración de los animales o por una gran concentración de materia orgánica que al descomponerse provoca que se incremente el consumo de oxígeno disuelto y la evolución de CO_2 (Peláez, 2022).

2.2.2.2 Temperatura (T°)

Es un parámetro para el desarrollo de la vida acuática que actúa sobre las reacciones y velocidad de estas, que cuando ésta sea alta o baja se dará una alta población o reducción de algas respectivamente y esto ayuda a la eliminación de los contaminantes que se encuentren en las aguas residuales (Cubeñas y Lozano, 2017).

Este parámetro es de gran importancia debido a que en los organismos cambiaría su comportamiento relacionándolo con la temperatura ambiente, y los podría afectar con la contaminación térmica. Al aumentar la temperatura en el agua reduciendo la capacidad de reservar el oxígeno intensificando la actividad fisiológica de los organismos acuáticos produciéndoles asfixias (Cheme, 2020).

2.2.2.3 Oxígeno disuelto (OD)

Para la evaluación de la calidad del agua, el oxígeno disuelto actúa como un indicador esencial. Los niveles de oxígeno disuelto varían en el rango de 7.0 a 8.0 mg/L. Puede dar un soporte de lo bien que se encuentra el agua a la fauna y flora, como también indicar el grado de contaminación del agua; generalmente los niveles más altos de oxígeno disuelto en el agua indica una buena calidad, sin embargo, estos niveles son demasiados bajos, algunas especies y organismos no podrían sobrevivir, el oxígeno libre que se encuentra en el cuerpo de agua es vital para las formas de vida acuática (Cheme, 2020).

Este parámetro es muy utilizado para la medición de los niveles de contaminación en un cuerpo de agua, ya que es un importante indicador de que si los niveles de oxígeno son bajos, ciertos peces y organismos no sobrevivirían debido a la anoxia tisular, el oxígeno es vital para las formas de vida acuática, es relacionada con la temperatura de manera inversa, ya que si el

oxígeno disuelto disminuye es porque la temperatura del cuerpo de agua ha aumentado (Peláez, 2022).

2.2.2.4 Color

Usualmente, la coloración del agua es resultado de la existencia de hierro y manganeso en forma coloidal o disuelta, humus, materia orgánica y agentes contaminantes tanto de origen doméstico como industrial. Por otro lado, el color natural del agua proviene de partículas coloidales que llevan una carga negativa. La remoción del color es una función al tratar el agua, dependiendo el uso que se la dará, su determinación es de suma importancia para evaluar las características del agua.

Hay dos categorías principales de colores en el agua:

Color verdadero: Que es el resultante de la filtración de la muestra para remover el material suspendido que presenta la misma.

Color aparente: Este se determina sobre la muestra original ya que sin el filtrado contiene todo el material suspendido y disuelto (Hincapié & Chaverra, 2015).

2*.2.2.5 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)*

La DBO estima el grado de contaminación midiendo el oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica por el metabolismo aeróbico de la floro microbiana. En las aguas residuales del procesamiento de pescado, esta demanda de oxígeno se origina principalmente de dos fuentes. Uno son los compuestos carbonosos que son utilizados como sustratos por los microorganismos aerobios; otra fuente son los compuestos que contienen nitrógeno que normalmente están presentes en las aguas residuales del procesamiento de pescado, como proteínas, péptidos y aminas volátiles (Suarez y Merejildo, 2023).

2.2.2.6 Solidos suspendidos totales

Están asociados al aporte de sólidos a los causes de las corrientes superficiales, con origen de la dinámica natural de arrastre debida a las precipitaciones, por otro lado, a la erosión del suelo debida a la labranza y el arado agrícolas, la eliminación de la vegetación con fines de urbanización y la realización de proyectos de infraestructuras. Este aporte de sólidos al agua se asocia a efectos ecológicos negativos, a un aumento del color y la turbidez, y a la presencia de residuos tanto orgánicos como inorgánicos, que indirectamente ejerce un consumo de oxígeno del agua (Cubeñas y Lozano, 2017).

La observación de las concentraciones de SST es necesaria ya que las partículas de SST en altas concentraciones impiden que la luz penetre en las capas del agua en el fondo de los cuerpos de agua poco profundos. Esto puede afectar la vida acuática, ya que el sedimento daña las branquias de los peces y reduce su capacidad para resistir enfermedades (Salehi, 2022).

2.2.2.7 Nitratos

Este es un contaminante el cual debe ser eliminado debido a que presenta diferentes afectaciones en el medio ambiente ya que disminuye y el oxígeno disuelto presente en el agua, dañando significativa y directamente a la vida acuática y también influye en el desarrollo y crecimiento de organismos fotosintéticos. Pese a que suele ser muy contaminantes también cumple una función como uno de los nutrientes fundamentales para el fomento del crecimiento de microorganismos en los procesos de tratamiento biológico (Fraga, 2021).

2.2.2.8 Fosfatos

La presencia de fósforo en aguas proviene de las actividades industriales y domesticas aledañas a la fuente hídrica. Se presenta en la configuración de fosfatos, los cuales derivan de

fertilizantes, desechos humanos y animales, así como productos de limpieza y detergentes (Fraga, 2021).

2.2.2.9 Coliformes

Los coliformes termotolerantes también se conocen como coliformes fecales porque se originan en los intestinos de animales de sangre caliente. Pueden fermentar la lactosa a una temperatura de entre 44 y 45°C para generar gas. Se tienen microorganismos como la E. coli, Klebsiella, Enterobacter (Romero, 2020).

2.2.3.0 Coliformes Totales

Estas bacterias coliformes generalmente se consideran inofensivas; no obstante, la existencia de cepas patógenas de E. coli puede desencadenar en una grave intoxicación alimentaria, así como en Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAs), manifestándose mediante síntomas comunes como malestar gastrointestinal, fiebre, dolores abdominales y diarrea. Estos efectos pueden afectar de manera más grave a niños y personas de edad avanzada, y en situaciones extremas, si no son tratados a tiempo, pueden tener consecuencias fatales. De igual manera existen cepas patógenas de E. coli extraintestinales como las uropatógenas, que pueden causar enfermedades infecciosas graves como infecciones urinarias, infecciones invasivas, sepsis, al lograr diseminarse a estructuras adyacentes o invadir el torrente sanguíneo cuando las barreras anatómicas del organismo se encuentran vulnerables (Charro, 2022).

2.2.3.1 Coliformes Fecales

Los coliformes fecales han sido de gran utilidad para la determinación de la calidad de agua estuarina, por la capacidad de adaptación y resistencia en el medio marino, permitiendo revelar si el ecosistema ha sido contaminado por materia fecal debido a las descargas de aguas residuales (Cheme, 2020).

2.2.3 Estándares de Calidad de Agua

Los Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecen: “los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente” (MINAM, 2019).

El estado ha establecido este instrumento de gestión ambiental, con la finalidad de medir el estado de la calidad del ambiente, cuya evaluación periódica permite conocer su cumplimiento y poder tomar las acciones correctivas.

Nuestro país cuenta con cinco tipos de ECA: para agua, para aire, para suelo, para ruido y para radiaciones no ionizantes. Sin embargo; es importante señalar, que los ECA, sólo se evalúan, pero no son fiscalizables debido a que es un indicador global.

El Ministerio del Ambiente a través del D.S N° 004-2017-MINAM, aprobó los ECA para Agua, el cual regula 104 parámetros entre los que se encuentran elementos microbiológicos y físico - químicos.

La presente norma 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. Los estándares se establecen de acuerdo a cuatro categorías:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional, encontrándose la subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional y A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para la recreación, B1: Contacto primario y B2: Contacto secundario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, encontrándose la subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras, C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras, C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras, C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, tenemos la Subcategoría D1: Riego de vegetales; agua para riego no restringido y agua para riego restringido. Subcategoría D2: Bebida de animales.

Categoría 4: Conservación del medio ambiente, encontramos la Subcategoría E1: Lagunas y lagos; E2: Ríos, ríos de la costa y sierra y ríos de la selva; E3: Ecosistemas costeros y marinos, estuarios y marinos. (DS.002-2008-MINAM).

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial. (DS.004-2017-MINAM).

Tabla 1. *Estándares de Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Categoría 4. Conservación del medio ambiente acuático*

Parámetros	Unidad de medida	E2: Ríos	
		Costa y sierra	Selva
FÍSICOS-QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	5,0	5,0
Cianuro libre	mg/L	0,0052	0,0052
Color (b)	Color verdadero Escala pt/Co	20 (a)	20 (a)
Conductividad	(µS/cm)	1000	1000
Demanda Bioquímica de	mg/L	10	10

Oxigeno (DBO_5)			
Fenoles	mg/L	2,56	2,56
Fosfato	mg/L	0,05	0,05
Nitratos (NO_3-_N)+	mg/L	13	13
Amoniaco total (NH_3)	mg/L	(1)	(1)
Nitrógeno total	mg/L	**	**
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5
Potencial de hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 100	≤ 400
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
MICROBIOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	2000	2000

Fuente: ECA-Agua (2017)-Decreto Supremo N°004-2017-MINAM
El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

2.2.4 Contaminación del agua

La contaminación orgánica de los ríos es por la descarga de aguas residuales procedentes de las actividades humanas (ciudades, la agricultura, la industria) afecta a los seres humanos y los ecosistemas en todo el mundo a través de la crisis global de saneamiento. En primer lugar, no se trata de aguas residuales urbanas con patógenos que causan una variedad de enfermedades, incluyendo la diarrea, la principal causa de enfermedad y muerte (Yingrong, Gerrit, & Giesen, 2017).

2.2.5 Aguas residuales

Las aguas residuales o también conocida como aguas servidas son aquellas aguas donde sus propiedades originales fueron alteradas por las acciones humanas, por lo tanto, por la alteración de la calidad requiere antes realizar un pre tratamiento para luego recién verter a un cuerpo de agua ya sea natural o descargada en un alcantarillado (OEFA, 2014).

A nivel mundial las aguas servidas son vertidas al medio ambiente sin recibir ningún tratamiento previo, como consecuencia en muchas regiones del mundo las aguas residuales son descargadas en ríos, lagos

y océanos por consiguiente contaminado el ecosistema acuático (FAO, 2017).

2.2.6 Tipos de aguas residuales

2.2.6.1 *Aguas residuales municipales*

Aquellas provenientes de la ciudad o una gran población, conteniendo una gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas. La mayoría de las veces son recolectadas por sistemas de alcantarillado en conjunto con otras actividades (comercial, servicios, industria).

2.2.6.2 Aguas residuales industriales

Provenientes de procesos industriales cuya composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales; se encuentran compuestos químicos (ácidos, bases, iones metálicos, entre otros) y materia orgánica (en suspensión, dilución, etc.). Este tipo de aguas residuales debido a su composición, no deben ser vertidas en el sistema de alcantarillado público. Se pueden clasificar en 5 grupos a las industrias, de acuerdo con sus vertidos:

- Industrias con efluentes principalmente orgánicos (papeleras, azucareras, mataderos, entre otros).
- Industrias con efluentes orgánicos e inorgánicos (refinerías y petroquímicas, coquerías, textiles, etc.).
- Industrias con efluentes principalmente inorgánicos (limpieza y recubrimiento de metales, explotaciones mineras y salinas, etc.).
- Industrias con fluentes con materia en suspensión (lavaderos de mineral y carbón, corte y pulido de mármol, etc.).

- Industrias con efluentes con refrigeración (centrales térmicas, centrales nucleares).

2.3 Formulación de las hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

El vertimiento de aguas residuales influye significativamente en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ichu de Huancavelica, 2023.

2.3.2 Hipótesis específicas

- El vertimiento de aguas residuales influye significativamente en los parámetros físicos (color, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto) del río Ichu de Huancavelica, 2023.
- El vertimiento de aguas residuales influye significativamente en los parámetros químicos (pH, DBO, sólidos en suspensión, fosfatos, nitratos) del río Ichu de Huancavelica, 2023
- El vertimiento de aguas residuales influye significativamente en los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes) del río Ichu de Huancavelica, 2023.

2.4 Definición de términos

A. **Aguas residuales:** "Efluentes líquidos acuosos provenientes como desecho de la actividad urbana, industrial, ganadera o agrícola caracterizado por haber perdido en el proceso alguna de sus características de calidad debido a la adición de sustancias disueltas o en suspensión o de agentes biológicos" (FCEA, 2018).

B. **Aguas residuales domésticas:** Las aguas residuales domésticas consisten principalmente en descargas de líquidos resultantes de las instalaciones sanitarias, el baño, el lavado y las actividades de cocina, así como de otras fuentes, el cual son una fuente de contaminación del rio Ichu (Yingrong, Gerrit, & Giesen, 2017).

C. **Aguas residuales industriales:** Las aguas residuales industriales crudas generalmente se producen de manera continua durante el proceso industrial, pero pueden incluir algunos otros desechos líquidos, como los residuos de lavado y, a veces, el agua de proceso, en caso de un incidente. Por estas razones, todos los efluentes industriales pueden variar en calidad y, obviamente, en la carga de contaminación correspondiente, como son las aguas residuales del camal Municipal de Huancavelica (FCEA, 2018).

D. **Calidad:** "Término que cuando se emplea referido a la composición de un agua se refiere a su adecuación a un uso concreto" (ANA, 2018).

E. **Coliforme:** "Bacterias Gram negativas de morfología bacilar, capaces de fermentar lactosa con producción de gas a temperaturas de 35° o 37ºC (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44° o 44.5ºC se denominan coliformes fecales" (Bauer et al, 2017).

F. **Contaminante:** "Cualquier forma de materia o energía ajena a la composición natural del agua" (ECEA, 2018).

G. **Cuerpo Receptor. -** Es el recurso que recibe o al que se arrojan directa o indirectamente los residuos de cualquier actividad humana. Es decir, son los lagos, ríos, acequias, pozos, suelos, aire, etc. (ANA, 2018).

H. **Efluente:** Corriente que drena un área dada, por ejemplo, en una ciudad se produce efluentes domésticos, industriales y comerciales, que desembocan en las aguas del rio Ichu (ANA, 2018).

I. **Estándar de Calidad Ambiental:** Los ECA son indicadores de calidad ambiental, que miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentran presentes en el aire, suelo o aguas del rio Ichu, pero que no representan peligro para los seres humanos ni al ambiente (DS.004-2017-MINAM).

J. **Límite Máximo Permisible:** Nivel de concentración o cantidad de uno o más contaminantes, por debajo del cual no se prevé riesgo para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, que es fijado por la Autoridad

Competente y es legalmente exigible, para el análisis de calidad del rio Ichu (DS.004-2017-MINAM).

K. **Monitoreo. -** Es la determinación continua o periódica de la cantidad de contaminantes, físicos, químicos, biológicos o su combinación en un recurso hídrico, como el rio Ichu (ANA, 2018).

L. **Muestra:** Es una o más porciones de un volumen de agua, colectadas en cuerpos receptores, descargas, efluentes o vertimientos industriales, redes de abastecimiento público, etc. Con el fin de determinar sus características físicas, químicas, físico químicas o biológicas del rio Ichu (ANA, 2018).

M. **Nitrificación:** "Proceso por el cual el amoniaco es oxidado a nitrito y luego a nitrato mediante reacciones bacterianas o químicas" (ANA, 2018).

N. **Oxígeno disuelto:** Este parámetro proporciona una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Mantener una concentración adecuada de oxígeno disuelto en el agua es importante para la supervivencia de los peces y otros organismos de vida acuática del rio Ichu (Romero, 2022).

O. **Parámetros:** Son aquellas características físicas, químicas y biológicas, de calidad del agua del rio Ichu, que puede ser sometido a medición (DS.004-2017-MINAM).

P. **pH:** El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua del rio Ichu. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática. Estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática. En el campo de abastecimiento de agua el pH tiene importancia en la coagulación química, desinfección, ablandamiento del agua y control de corrosión (Romero. 2022).

Q. **Turbidez:** "Medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida" (ANA, 2018).

R. **Temperatura:** Este parámetro es de gran importancia debido a que en los organismos cambiaría su comportamiento relacionándolo con la temperatura ambiente, y los podría afectar con la contaminación térmica. Al aumentar la temperatura en el agua reduciendo la capacidad de reservar

el oxígeno intensificando la actividad fisiológica de los organismos acuáticos produciéndoles asfixias (Cheme, 2020).

2.5 Identificación de variables

- Variable Independiente: Vertimiento de aguas residuales.
- Variable Dependiente: Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

2.6 Operacionalización de variables

Tabla 2. *Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	La calidad del agua, medida mediante los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se puede resumir como las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.	Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se evaluarán después de los puntos de descarga de las aguas residuales para ver su impacto.	Parámetros físicos	Color Turbidez Temperatura Oxígeno disuelto	Cuantitativa	Multiparámetro
			Parámetros químicos	pH DBO Sólidos en suspensión Fosfatos Nitratos	Cuantitativa	Análisis de laboratorio
			Parámetros microbiológicos	Coliformes totales Coliformes termotolerantes	Cuantitativa	Análisis de laboratorio
Aguas Residuales	Las aguas residuales son las que han sido usadas en entornos domésticos y urbanos, o en las industrias y la ganadería. También las aguas naturales que, por accidente o mala praxis, se hayan	Las aguas residuales serán evaluadas en los puntos de vertimiento al río Ichu mediante la comparación con los ECA-Agua, categoría 4.	Parámetros físicos	Color Turbidez Temperatura Oxígeno disuelto	Cuantitativa	Multiparámetro
				pH DBO Sólidos en suspensión	Cuantitativa	Análisis de laboratorio

	mezclado con las anteriores.	Parámetros químicos Parámetros microbiológicos	Fosfatos Nitratos Coliformes totales Coliformes termotolerantes	Cuantitativa	Análisis de laboratorio

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de la investigación

La investigación de tipo aplicada está conectada significativamente a la investigación básica, ya que en base a la información y descubrimientos recolectados de las investigaciones básicas se podrá formar beneficios para la sociedad que se formaran a partir de las investigaciones aplicadas (Baena, 2017).

Para Borja (2012), "se define como el estudio que se lleva a cabo teniendo un problema definido y de interés, por lo general este tipo de investigación se emplea para responder preguntas específicas" (p.27). La investigación aplicada en términos científicos tiene la finalidad de representar ciertas partes de la realidad lo cual depende de factores para poder para realizar una evaluación representativa.

La investigación a desarrollar fue de tipo aplicada ya que mediante la aplicación de teorías y conocimiento básicos se va a poder contrastar en el ámbito practico y mediante ello obtener un nuevo conocimiento en cuanto a las variables de estudio.

3.2. Nivel de investigación

La investigación explicativa es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo

La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto, en este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de la hipótesis, sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

Mediante el uso de la investigación explicativa se buscará dar a conocer las causas y los efectos de estas variables en estudio las cuales son los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y como estas se ven o no afectadas por las aguas residuales que son vertidas en la zona de estudio.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1 Método general

El método científico es un procedimiento a seguir, para responder las preguntas que se plantean en una investigación y buscar una solución a través del uso de técnicas e instrumentos, del mismo modo es usado para plantearse problemas científicos y probar las hipótesis en la investigación (Bernal, 2010).

La investigación presenta un método científico, ya que para su desarrollo se hace uso de los procedimientos propios de este método los cuales son: Identificación del problema, objetivo de investigación, planteamiento de hipótesis, interpretación de resultados y conclusiones.

3.3.2 Método especifico

Método cuantitativo

El método cuantitativo o también llamado método tradicional, se basa en medir las características que presentan las variables de estudio,

las cuales provienen de una base conceptual del problema de investigación, este método generaliza y normaliza los resultados de la investigación (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2014).

La investigación desarrolló un método cuantitativo, ya que se midieron de forma numérica las características que presentaban las variables de investigación que es el impuesto predial y la recaudación tributaria.

Método hipotético deductivo

Método hipotético deductivo, "parte del análisis de algunas propuestas en calidad de hipótesis para identificar la veracidad o falsedad de estas, de acuerdo a los hechos encontrados en la investigación" (Bernal, 2010, p.60).

Se hizo el uso del método hipotético deductivo para poder contrastar o rechazar las hipotesis planteadas en la investigación, y a partir de ello generar una conclusión sobre el tema en general.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación no experimental se define como aquella investigación en la que no se llega a manipular las variables de estudio, es decir que las variables no se manipulan de forma intencional en el desarrollo de la investigación, la investigación de diseño no experimental tiene la finalidad de observas los fenómenos de las variables desarrollados naturalmente para analizarlos (Ortiz, 2010).

Mediante la investigación no experimental de corte transversal se obtendrán los datos sin la manipulación deliberada de las variables de estudio, siguiendo el diseño de a continuación:

$$M \longrightarrow O \longrightarrow R$$

Donde:

M: Muestra de estudio

O: Observación

R: Recopilación de datos

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

La población es un grupo de elementos finitos o infinitos, en donde todos los elementos presentan características semejantes en una investigación (Valderrama, 2002).

En la investigación la población fue la microcuenca del río Ichu, siendo su naciente en el nevado de Chonta y desembocando en el río Mantaro.

3.5.2 Muestra

La muestra refiere al subgrupo de la población, esta es una cantidad representativa ya que debe contener elementos con características similares (Borja, 2012).

El tamaño de la muestra es de 06 puntos de muestreo en donde se aprecia la descarga de aguas residuales en el cuerpo receptor del río Ichu en todo su recorrido. Considerando como punto de inicio la captación de agua potable de EMAPA-Huancavelica, aguas abajo hasta el Ex - puente de Santa Rosa.

3.5.3 Muestreo

El muestreo no probabilístico por conveniencia es realizado intencionalmente en la población de investigación, su uso es frecuente en investigaciones que presentan pequeñas poblaciones menores a 50 elementos (Baena, 2017).

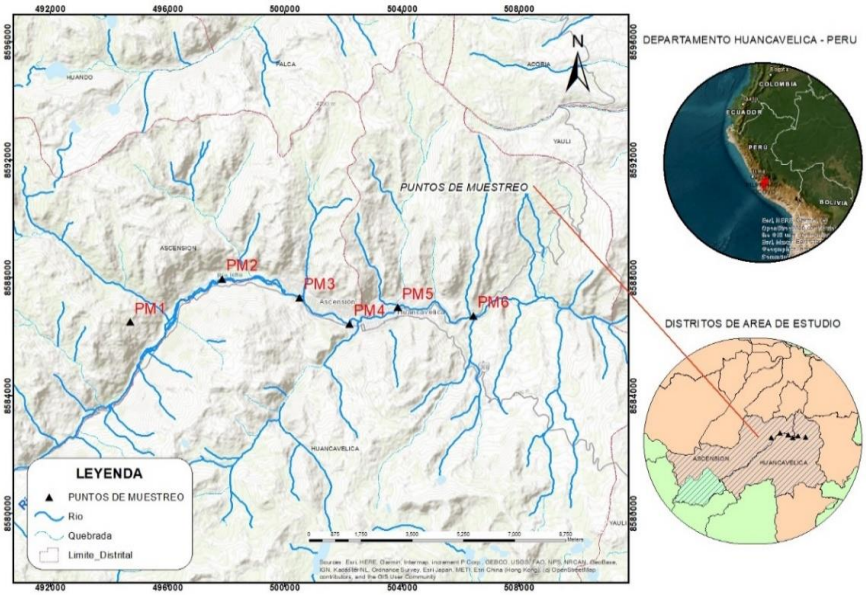
El muestreo que se seleccionó para determinar el tamaño de la muestra de la investigación, fue el muestreo no probabilístico por conveniencia para determinar los puntos de interés de muestreo. La ubicación de estos puntos de monitoreo incluyó los siguientes aspectos:

Tabla 3. *Determinación de los Puntos de Muestreo*

Puntos de monitoreo	Coordenadas UTM - ZONA 18S		Referencia Geográfica
	ESTE	NORTE	
PM-1	494743,7	8586513,4	Punto de referencia, captación de agua potable de EMAPA-HVCA
PM-2	497880,2	8587972,0	Aguas abajo (250 metros) del camal municipal (Chuñuranra)
PM-3	500511,1	8587334,7	Altura del Complejo deportivo Pucarumi (Pucarumi - Ascensión)
PM-4	502221,1	8586434,2	Puente del colegio Nacional La Victoria de Ayacucho (Ascensión)
PM-5	503872,4	8587003,0	Puente del ejército de Huancavelica (San Cristóbal)
PM-6	506447,8	8586713,5	Ex - puente de Santa Rosa.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. *Puntos de muestreo del trabajo de investigación*



Fuente: Elaboración propia.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Técnicas

Identificación y reconocimiento de la zona de estudio

La observación es un instrumento que consiste en la aplicación de una hoja de observación. La observación tiende a adquirir mayor sentido al nivel técnico del procesamiento de datos, donde las tareas se cuantifican más fácilmente. Entre estas tareas encontramos la recopilación, acumulación y transformación de los datos.

Pasos de la Observación:

- Determinar y definir aquello que se va a observar.
- Estimar el tiempo necesario de observación.
- Obtener la autorización para llevar a cabo la observación.
- Explicar a las personas que van a ser observadas lo que se va hacer y las razones para ello.

A lo expuesto, se realizó la descripción y georeferenciación de la zona de estudio.

Determinación de los puntos de muestreo

Se establecieron seis puntos de recolección de muestras de agua del rio Ichu con respecto a los distintos usos que se le da durante su recorrido. Los puntos fueron georeferenciados con el uso de GPS.

Toma de muestra

La toma de muestras se realizará de acuerdo al Protocolo de monitoreo de calidad de agua-ANA (2018), teniendo las siguientes consideraciones generales:

- ✓ Esterilización de los frascos de vidrio, el cual se realizará en la autoclave, a 110 atmosferas por 15 minutos (método húmedo).
- ✓ Rotular los frascos, colocar el código de la estación, fecha y la hora exacta en que se está tomando la muestra.
- ✓ Evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas (en el caso de ríos).
- ✓ La toma de muestras se debe realizar en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico, la primera aguas abajo y la última aguas arriba.
- ✓ En lo posible realizar la toma de muestra al centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- ✓ Colocarse los guantes de látex y mascarilla de ser necesario (agua residual).
- ✓ Cuando se trate de cursos que tengan una alta variabilidad de descarga y características de esta, se deberá tomar una única muestra en un balde (enjuagando 3 veces), la suficiente cantidad como para llenar todos los frascos.
- ✓ Colocar los frascos tapados en el cooler con ice pack o hielo en la sombra mientras dura el muestreo y transporte al laboratorio.

3.6.2 Conservación y envío de las muestras de agua

Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (Coolers) a temperatura de 4 °C, disponiendo para ello con Ice pack o hielo. Los recipientes de vidrio se embalaron y dispuestos en el cooler,

alternándolos con botellas de plásticos para evitar el choque entre estas, lo que puede originar roturas y derrames.

Las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio en el menor tiempo posible, cumpliendo estrictamente con las exigencias de preservación y el tiempo de almacenamiento de las muestras. Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras se acompañaron con la cadena de custodia, rotulados en cada muestra.

3.6.3 Análisis de la información

El manejo de la información involucra el procesamiento y manipulación de los datos recibidos o recogidos de los equipos de monitoreo (muestras). Esto incluye técnicas como la corrección de los datos luego de las recalibraciones, cálculo de los datos promediados y acciones a tomar cuando se pierden datos por falla o inactividad.

3.6.4 Instrumentos

Los instrumentos idóneos para la investigación son los que se mencionan a continuación:

- Medidor de colorimetría CR – 410.
- Medidor de turbidez SUP – PTU100.
- Aparato respirométrico DBO Trak II, concentración en mg/L
- Medidor de solidos suspendidos /TSS/MLSS SUP – PSS100.
- Espectrofotometría (espectro de absorción para fosfatos).
- Kit para nitratos HI38050.
- Multiparámetro modelo HQ 40d.
- Estándares de Calidad Ambiental (ECA)-Agua categoría 4.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.7.1 Técnicas de procesamiento de datos

La tabulación de datos consiste en registrar de forma manual los datos obtenidos ordenando por categorías y dimensiones, se anotarán el número de repeticiones hasta que se llegue al total de la muestra, para

que posterior a esta tabulación se utilice programas estadísticos (Valderrama, 2002).

En la investigación a desarrollar, el procesamiento de datos se realizó en el programa Microsoft Excel versión 2016, a través de tabulaciones manuales, que estarán ordenados por dimensiones, lo cual ayudó a que la información esta ordenada y posteriormente se procese estadísticamente los datos recolectados.

3.7.2 Análisis de datos

El análisis descriptivo utiliza las medidas de tendencia central, las medidas de variabilidad, las medidas de asimetría y curtosis y los gráficos, esta última utiliza gráfico de barras cuando las variables son cuantitativas discretas. (Ccanto, 2010)

En la investigación a desarrollar, el análisis de datos se realizó a través del programa estadístico minitab 17, para procesar los datos obtenidos del análisis de cada uno de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

3.8. Descripción de la prueba de hipótesis

Para la prueba de hipótesis se realiza el siguiente procedimiento: ya que, al realizar las pruebas de hipótesis, se partirá de un valor supuesto (Hipotético) en parámetro poblacional. Después de la recolección de los datos se comparará con la estadística muestral, así como la media, con el parámetro hipotético, se comparará con una supuesta media poblacional. Después se acepta o se rechaza el valor hipotético, según proceda.

- Plantear la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula (H_0) es el valor hipotético del parámetro a comparar con el resultado muestral.
- Se especificará el nivel de significancia que se utilizará. El nivel de significancia del 5%, entonces se rechaza la hipótesis nula solamente si el resultado muestral es tan diferente del valor hipotético que una

diferencia de esa magnitud o mayor, pudiendo ocurrir aleatoriamente con una probabilidad de 0.05 o menos.

- Para elegir la estadística de prueba. La estadística de prueba será la estadística muestral (el estimador no sesgado del parámetro que se probó) o una versión transformada de esa estadística muestral.
- Se establece el valor o valores críticos de la estadística de prueba. Habiendo especificado la hipótesis nula, el nivel de significancia y la estadística de prueba que se va utilizar, se procede a establecer el o los valores críticos de estadística de prueba.
- Se determinará el valor real de la estadística de prueba. Por ejemplo, se probará un valor hipotético de la media poblacional, se toma una muestra y se determina el valor de la media muestral.
- Se tomará la decisión. Comparando el valor observado de la estadística muestral con el valor (o valores) críticos de la estadística de prueba. Después se acepta o rechaza la hipótesis nula.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación e interpretación de resultados

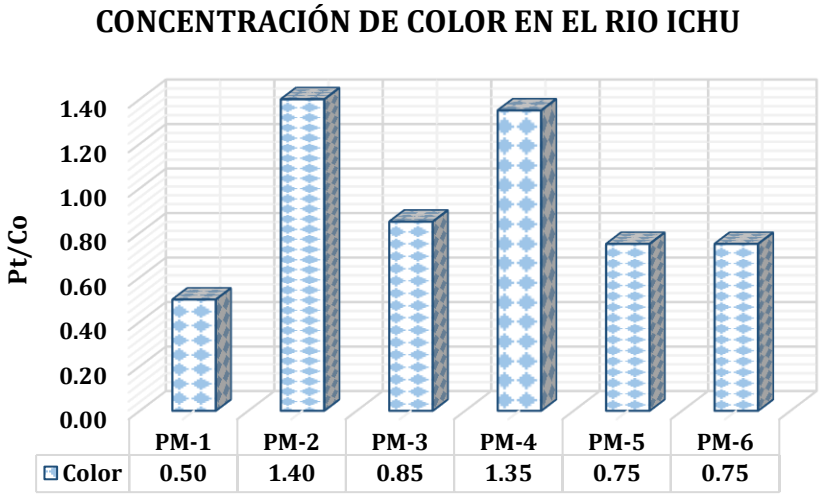
Se presentan los resultados de la investigación en base a los objetivos específicos que permitirá determinar la calidad de agua del río Ichu-Huancavelica, mediante los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. El cumplimiento de los objetivos antes mencionado admitirá determinar si cumplen o no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en la ECA-Agua, Categoría 4.

4.1.1 Evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos en las aguas del río Ichu-Huancavelica.

Tabla 4. *Concentración de los parámetros fisicoquímico en los puntos de monitoreo para aguas del rio Ichu.*

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTOS DE MONITERO						X ± S
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM6	
FÍSICO								
Color	Pt/Co	0.50	1.40	0.85	1.35	0.75	0.75	0.93 ± 0.36
Turbidez	UNT	2.1	3.1	4.0	4.2	5.1	4.9	3.90 ± 1.13
Temperatura	°C (Δ)	1.0	1.1	1.3	1.0	1.3	1.8	1.25 ± 0.30
Oxigeno Dis.	mg/L	7.0	7.5	7.8	8.6	9.2	10.0	8.40 ± 1.10
QUÍMICO								
pH	Unidad	7.7	7.6	7.8	7.3	6.9	7.4	7.45 ± 0.33
DBO	mg/L	6.0	7.5	7.5	5.5	6.0	6.5	6.50 ± 0.80
SSD	mg/L	49.0	51.5	47.0	53.0	53.5	55.5	51.6 ± 3.10
Fosfatos	mg/L	0.48	0.50	0.53	0.48	0.53	0.45	0.49 ± 0.03
Nitratos	mg/L	9.0	12.0	9.3	11.8	9.7	10.8	10.4 ± 1.30

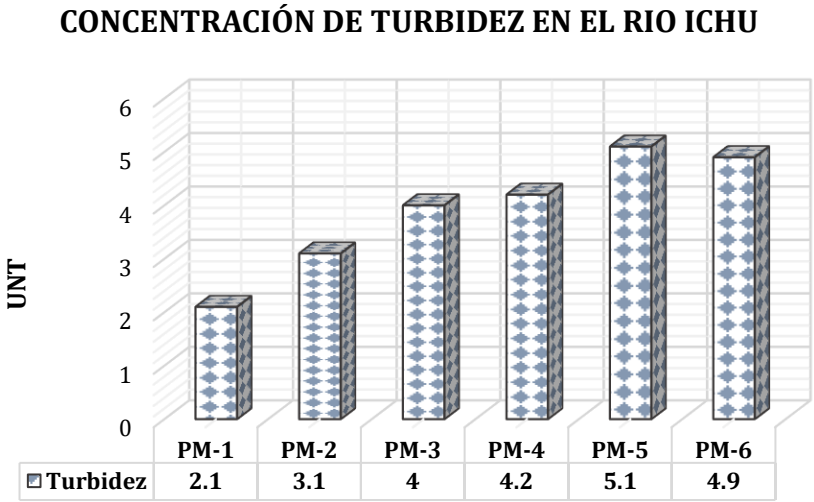
Figura 2. *Concentración de color en aguas del río Ichu.*



Fuente: Elaboración propia

El color, uno de los parámetros organolépticos que describen la calidad del agua, está relacionado con las sustancias disueltas y las partículas suspendidas en ella. El valor promedio por punto de monitoreo fluctuó de 0.50 a 1.40 Pt/Co, con una media y desviación estándar de 0.93 ± 0.36 Pt/Co.

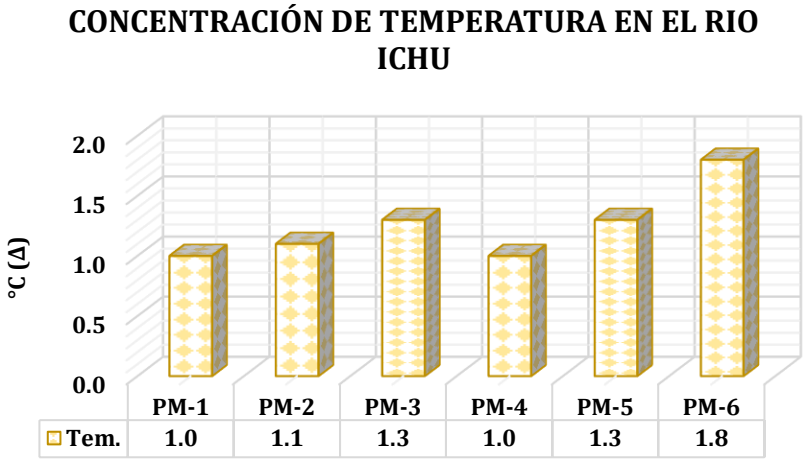
Figura 3. *Concentración de turbidez en aguas del río Ichu.*



Fuente: Elaboración propia

Cuando hablamos de turbidez, nos referimos a la presencia de pequeñas partículas sólidas en suspensión en el agua, lo que suele estar asociado a la falta de trasvase de agua. El valor promedio por punto de monitoreo fluctuaron de 2.1 a 5.1 UNT, con una media y desviación estándar de 3.90 ± 1.13 UNT.

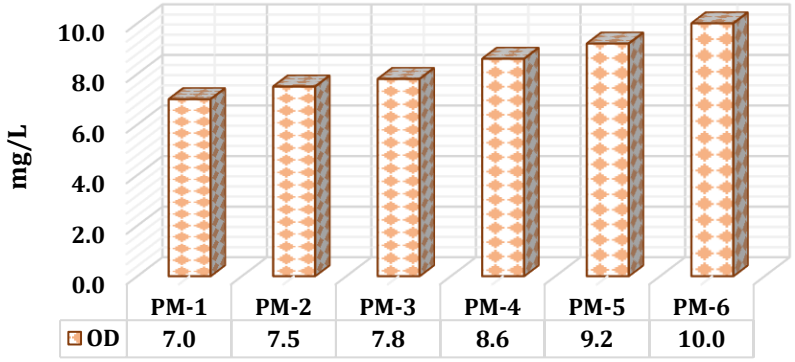
Figura 4. *Concentración de temperatura en aguas del río Ichu.*



Fuente: Elaboración propia

La temperatura es un indicador adecuado en el conocimiento del origen del agua y de eventuales mezclas. El valor promedio por punto de monitoreo fluctuaron de 1.0 a 1.8 (Δ), con una media y desviación estándar de 1.25 ± 0.30 (Δ).

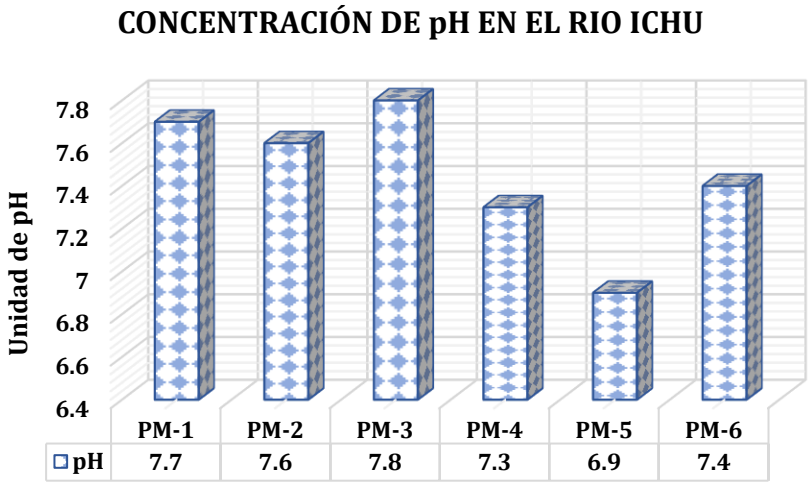
Figura 5. *Concentración de oxígeno disuelto en aguas del río Ichu.*



Fuente: Elaboración propia

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxigeno gaseoso que esta disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas, y otros organismos; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática. El valor promedio por punto de monitoreo fluctuó de 7.0 a 10.0 mg/L, con una media y desviación estándar de 8.40 ± 1.10 mg/L.

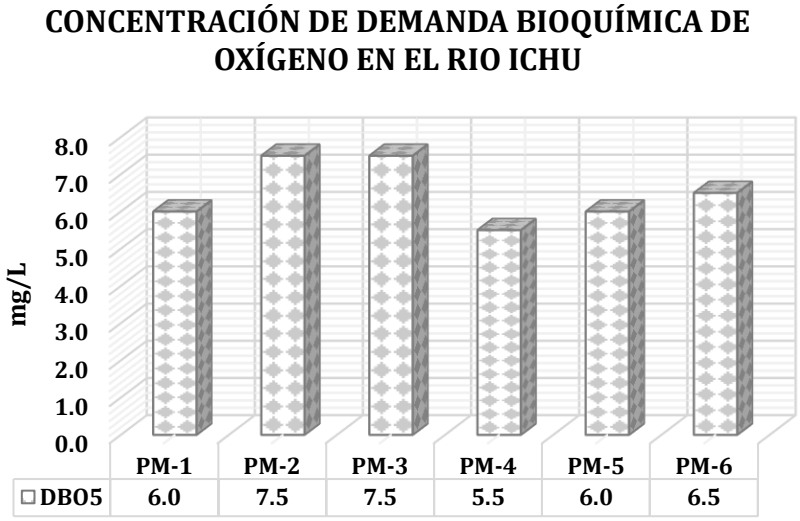
Figura 6. *Concentración de pH en aguas del río Ichu.*



Fuente: Elaboración propia

Medir el pH es esencial no solo para encontrar las características químicas de una sustancia, sino también como un primer paso para manejar, prevenir o provocar diversas reacciones químicas. El valor promedio por punto de monitoreo fluctuó de 6.9 a 7.8 unidades, con una media y desviación estándar de 7.45 ± 0.33 unidades.

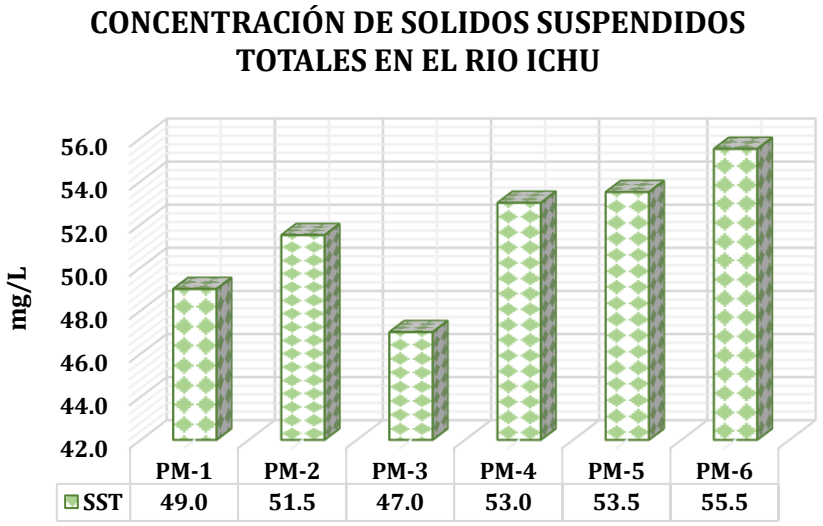
Figura 7. *Concentración de DBO_5 en aguas del río Ichu.*



Fuente: Elaboración propia

Uno de los aspectos críticos para evaluar y monitorear la calidad del agua es la demanda bioquímica de oxígeno, conocida como DBO_5, un indicador clave para medir la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos durante la descomposición de la materia orgánica presente en el agua. La DBO es un proceso biológico y por lo tanto es delicado y requiere mucho tiempo. Como el proceso de descomposición depende de la temperatura, se realiza a 20ºC durante 5 días de manera estándar, denominándose DBO_5. Con carácter general, cuanta más contaminación, más DBO. El valor promedio por punto de monitoreo estuvieron de 5.5 a 7.5 mg/L, con una media y desviación estándar de 6.50 ± 0.80 mg/L.

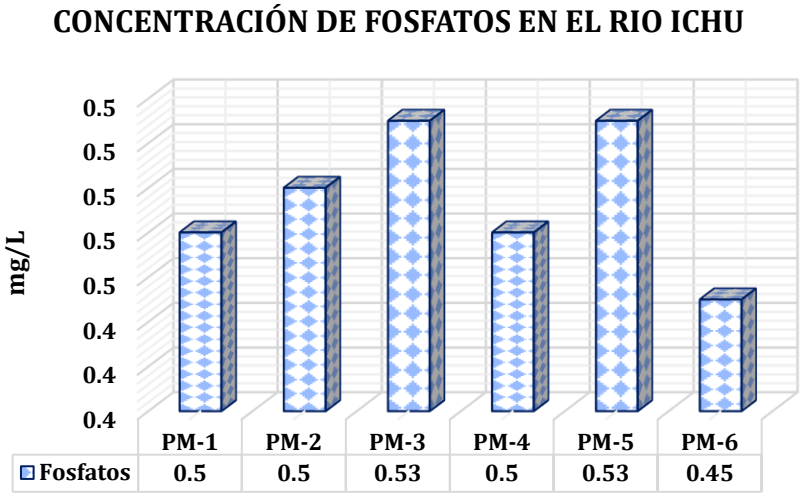
Figura 8. *Concentración de solidos suspendidos totales en aguas del río Ichu.*



Fuente: Elaboración propia

La cantidad de sólidos en suspensión presente en el agua es un indicador esencial de su calidad**.** El valor promedio por punto de monitoreo estuvieron de 47.0 a 55.5 mg/L, con una media y desviación estándar de 51.6 ± 3.10 mg/L.

Figura 9. *Concentración de fosfatos en aguas del río Ichu.*

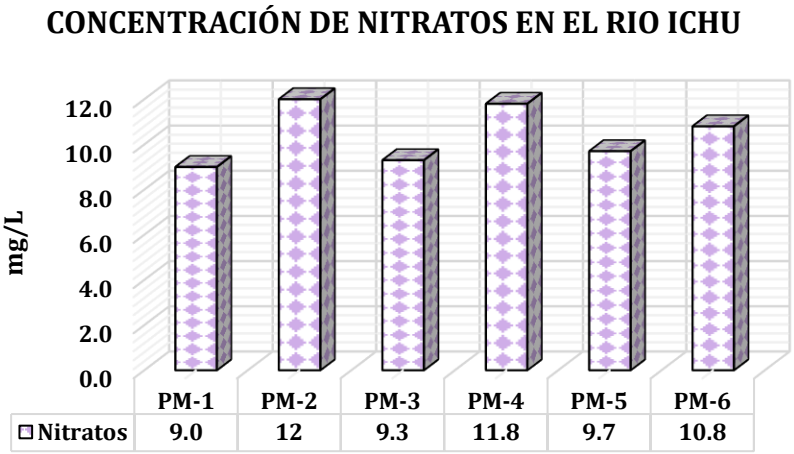


Fuente: Elaboración propia

La concentración de fosfatos en los cuerpos agua superficiales representa un problema debido a la reproducción geométrica de los organismos unicelulares que dependen del fosforo como fuente de

alimentación. El valor promedio por punto de monitoreo fluctuaron de 0.45 a 0.53 mg/L, con una media y desviación estándar de 0.49 ± 0.03 mg/L.

Figura 10. *Concentración de nitratos en aguas del río Ichu.*



Fuente: Elaboración propia

Los nitratos son componentes nitrogenados y son el resultado final del ciclo del nitrógeno en el cual unas bacterias llamadas nitrosomonas y nitrobacter se encargan de transformar el amoniaco en una sustancia menos toxica, los nitratos. El valor promedio por punto de monitoreo fluctuaron de 9.0 a 12.0 mg/L, con una media y desviación estándar de 10.4 ± 1.30 mg/L.

4.1.2 Evaluación de la concentración de los parámetros microbiológicos en las aguas del río Ichu-Huancavelica.

Tabla 5. *Concentración de los parámetros microbiológicos en los puntos de monitoreo para aguas del rio Ichu.*

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTOS DE MONITERO						X ± S
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	
MICROBIOLÓGICO								
Colif. totales	NMP/100ml	6.5	8.5	9.5	12.0	15.0	16.0	11.25 ± 3.75
Colif. Term.	NMP/100ml	5.5	6.5	8.5	10.5	12.5	12.0	9.25 ± 2.89

Tabla 6. *Frecuencia del número de muestras para coliformes totales*

Parámetros de Coliformes totales (NMP)	FRECUENCIA	
	N°	%
0	0	0
1 a 1000	6	100
> 2000	0	0
TOTAL	6	100

N°: número de muestras **%: porcentaje**

Figura 11. *Frecuencia en porcentaje de presencia de coliformes totales en aguas del rio Ichu*

Fuente: Elaboración propia

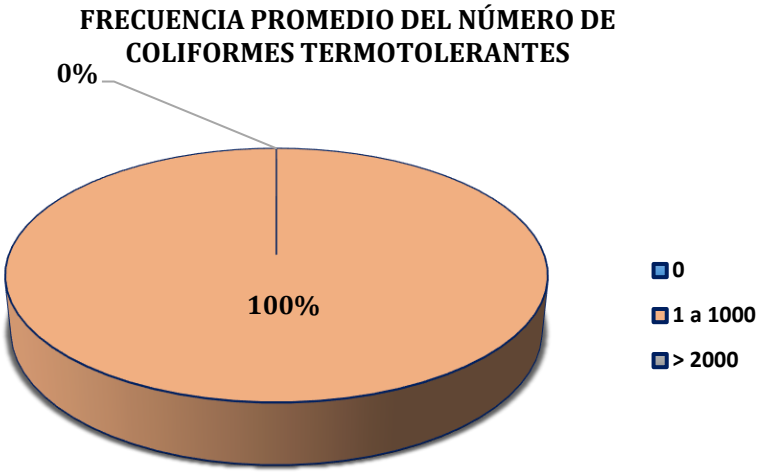
En la Tabla Nº 6 y figura N° 11, se obtuvo la frecuencia del número de coliformes totales para determinar la calidad de agua del río Ichu-Huancavelica, reportándose una frecuencia del NMP 0 con 0%, seguido del NMP 1 a 1000 con 100%, mientras que en el NMP > 2000 con 0%.

Tabla 7. *Frecuencia del número de muestras para coliformes termotolerantes*

Parámetros de Coliformes ter. (NMP)	FRECUENCIA	
	N°	%
0	0	0
1 a 1000	6	100
> 2000	0	0
TOTAL	6	100

N°: número de muestras **%: porcentaje**

Figura 12. *Frecuencia en porcentaje de presencia de coliformes termotolerantes en aguas del rio Ichu*



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla Nº 7 y figura N° 12, se obtuvo la frecuencia del número de coliformes termotolerantes para determinar la calidad de agua del río Ichu-Huancavelica, reportándose una frecuencia del NMP 0 con 0%, seguido del NMP 1 a 1000 con 100%, mientras que en el NMP > 2000 con 0%.

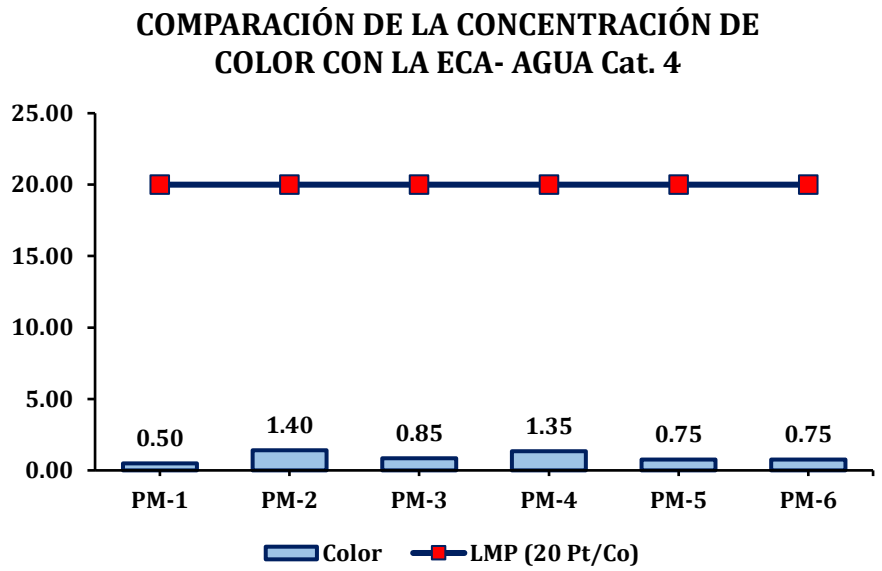
4.1.3 Comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los LMP de la ECA, Agua, Categoría 4 de las aguas del río Ichu-Huancavelica.

Tabla 8. *Comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con la ECA-Agua, Categoría 4.*

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	*fi*	Media de concentración	Desviación Estándar	ECA, Agua, Cat. 4	Cumple con los LMP
			□	S	LMP	Si/No
FISICOQUÍMICO						
Color	UCV Pt/Co	6	0.93	0.36	20	Si
Turbidez	UNT	6	3.90	1.13	100	Si
Temperatura	(Δ)	6	1.25	0.30	Δ3	Si
OD	mg/L	6	8.40	1.10	≥ 5	Si

pH	Unidad	6	7.45	0.33	6.5 a 9.0	Si
DBO	mg/L	6	6.50	0.80	10	Si
SST	mg/L	6	51.6	3.10	≤ 100	Si
Fosfatos	mg/L	6	0.49	0.03	0.05	No
Nitratos	mg/L	6	10.4	1.30	13	Si
MICROBIOLÓGICO						
Colif. totales	NMP/100mL	6	11.25	3.75	2000	Si
Colif. termot.	NMP/100mL	6	9.25	2.89	2000	Si

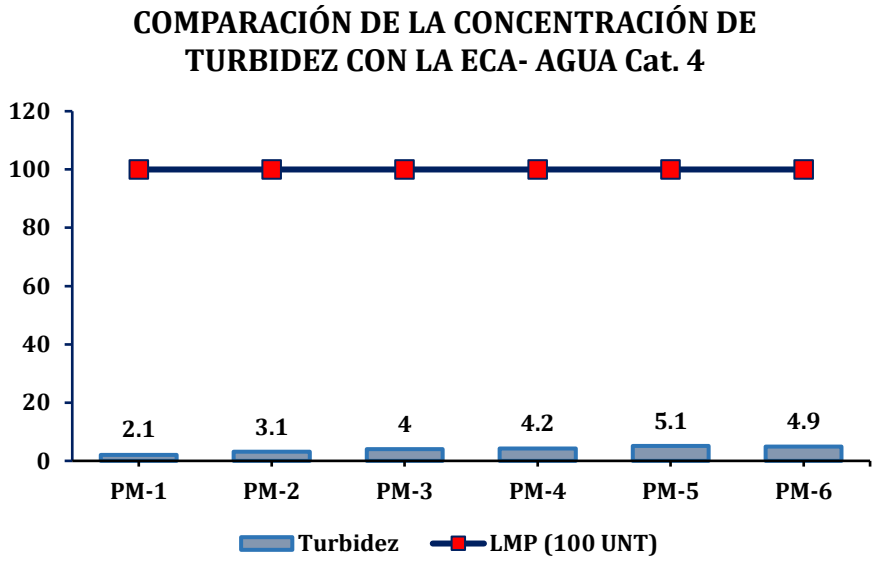
Figura 13. *Comparación del color con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la evaluación del color y comparado con el LMP de la ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que ninguno de los datos obtenidos supera los LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

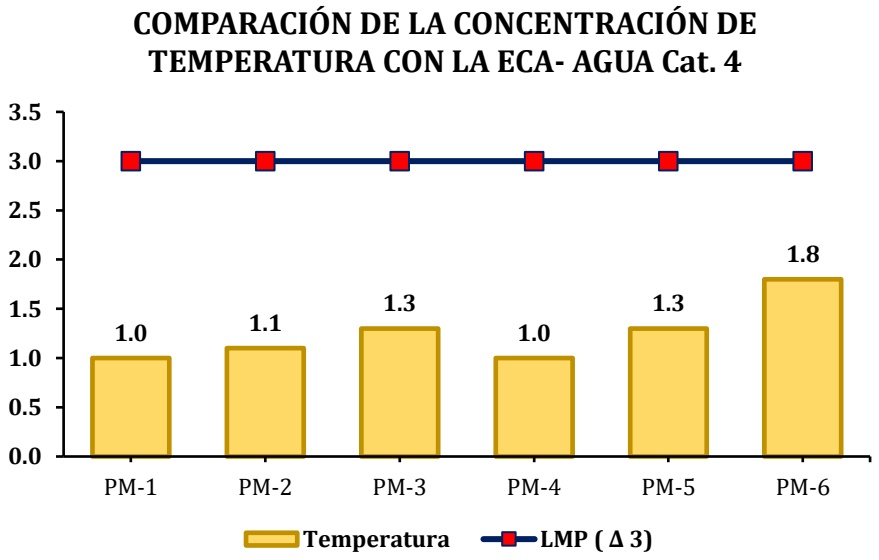
Figura 14. *Comparación de la turbidez con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la evaluación de turbiedad y comparado con el LMP de la ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que ninguno de los datos obtenidos se excede los LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

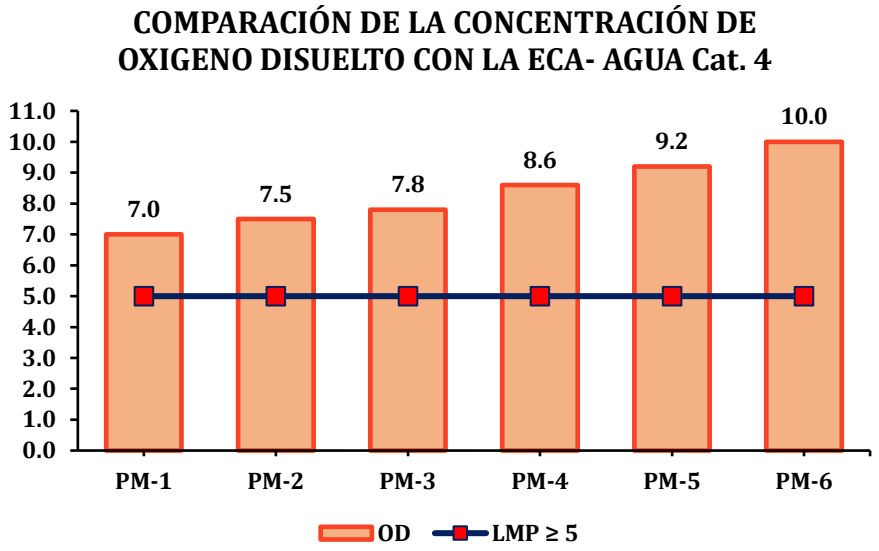
Figura 15. *Comparación de la temperatura con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la evaluación de la temperatura y comparado con el LMP de la ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que ninguno de los datos obtenidos supera los LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

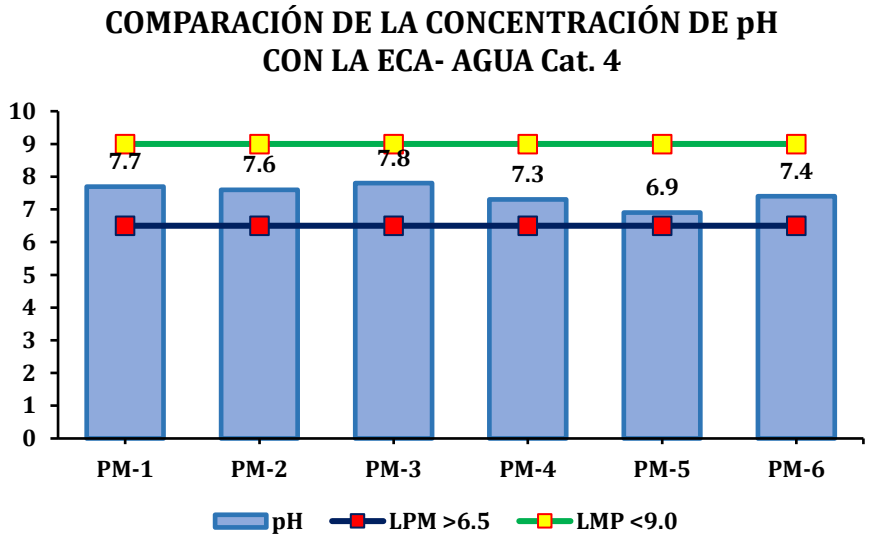
Figura 16. *Comparación del oxígeno disuelto con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la evaluación de oxígeno disuelto y comparado con el LMP de la ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que ninguno de los datos obtenidos se excede los LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

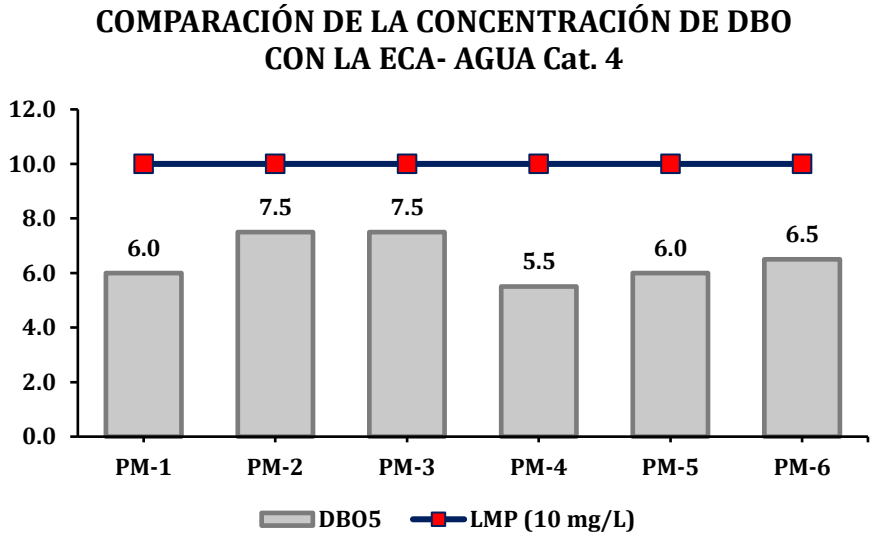
Figura 17. *Comparación del pH con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la evaluación del pH y comparado con el LMP de la ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que ninguno de los datos obtenidos supera los LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

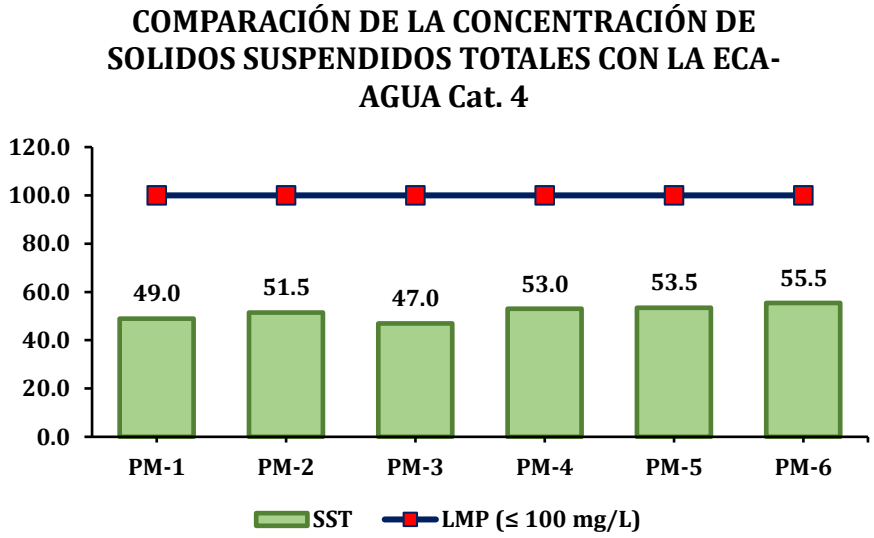
Figura 18. *Comparación de la DBO con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la evaluación de la DBO_5 y comparado con el LMP de la ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que ninguno de los datos obtenidos supera los LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

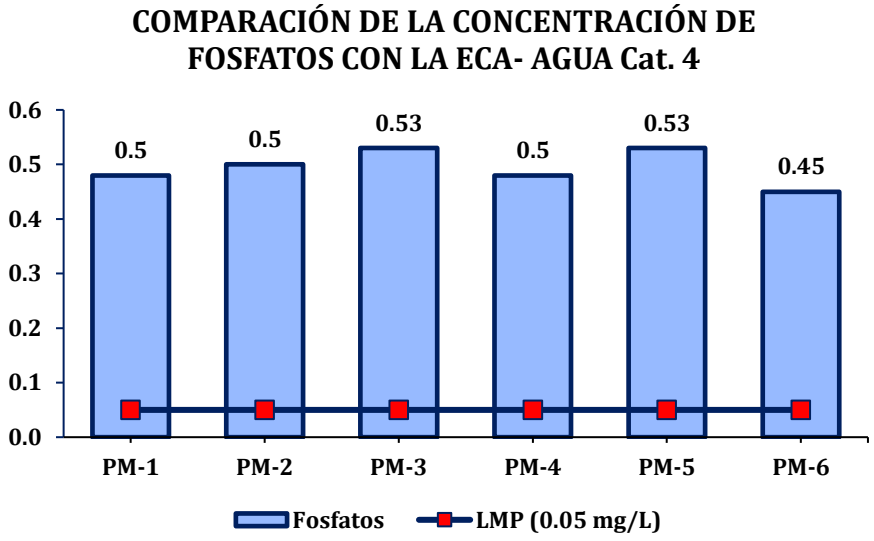
Figura 19. *Comparación de solidos suspendidos totales con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

A la evaluación de los sólidos suspendidos totales y comparado con el LMP de la ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que ninguno de los datos obtenidos supera los LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

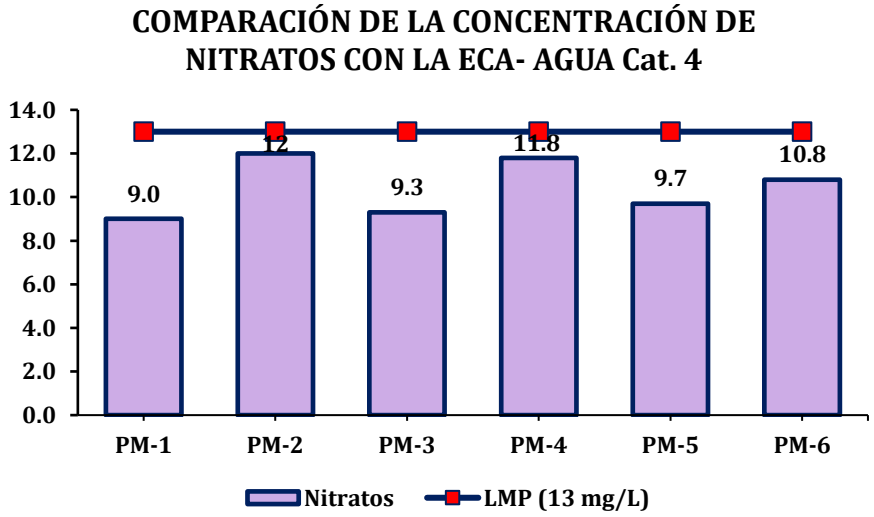
Figura 20. *Comparación de fosfatos con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

A la evaluación de los fosfatos y comparado con el LMP de la ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que supera los LMP, por tanto, no cumple con la normativa mencionada.

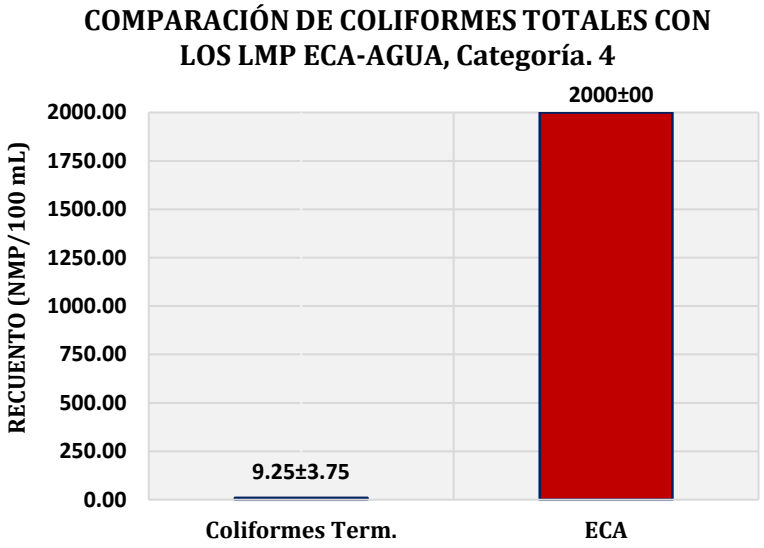
Figura 21. *Comparación de nitratos con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

A la evaluación de los nitratos y comparado con el LMP de la ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que ninguno de los datos obtenidos supera los LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

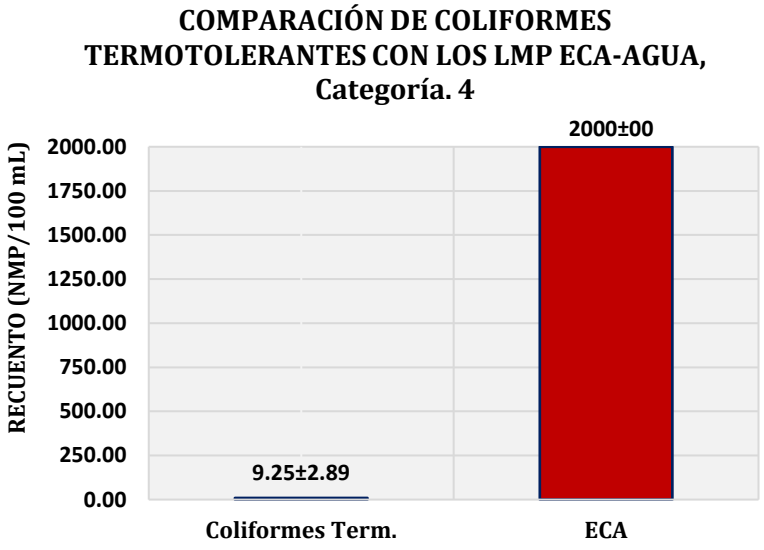
Figura 22. *Comparación del recuento promedio de coliformes totales con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación de coliformes totales y comparado con el LMP ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que los datos obtenidos se encuentran dentro LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

Figura 23. *Comparación del recuento promedio de coliformes termotolerantes con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4.*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación de coliformes termotolerantes y comparado con el LMP ECA-Agua, Categoría 4, se evidencia en el grafico que los datos obtenidos se encuentran dentro LMP, por tanto, se cumple con la normativa mencionada.

4.2. Proceso de prueba de hipótesis

4.1.4 Principios de la investigación

Se evaluó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro-Wilk**, por que la cantidad de datos evaluados de cada para metro son menores a 50 datos (n<50).

Test de normalidad para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Tabla 9. *Test de normalidad para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.*

Test de normalidad Shapiro - Wilk					
Parámetros	**N**	**Estadístico**		**p - valor**	
Color	6	W	0.875	Pr < W	0.245
Turbidez	6	W	0.936	Pr < W	0.630
Temperatura	6	W	0.835	Pr < W	0.118
Oxígeno disuelto	6	W	0.965	Pr < W	0.859
pH	6	W	0.939	Pr < W	0.648
DBO_5	6	W	0.876	Pr < W	0.252
SST	6	W	0.966	Pr < W	0.867
Fostatos	6	W	0.837	Pr < W	0.122
Nitratos	6	W	0.893	Pr < W	0.334
Coliformes totals	6	W	0.945	Pr < W	0.697
Coliformes Termot.	6	W	0.924	Pr < W	0.537

<u>Criterio para determinar Normalidad:</u>

P – Valor ≥ α Aceptar H_o (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

P – Valor < α Aceptar H_1 (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

NORMALIDAD		
P – Valor	>	α = 0.05

Interpretación

De la tabla 6, se obtuvo un P- valor que es mayor a 0.05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, por tanto, aceptamos H_o (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

4.1.5 Prueba de hipótesis

La constatación de hipótesis se resume a 6 pasos, y estando en este último paso, se tiene ya la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula; atendiendo a este planteamiento, que a criterio propio es el más coherente; sin dejar de lado otros planteamientos, se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis**:**

1. Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo al problema.
2. Escoger un nivel de significancia o riesgo "α".
3. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado.
4. Establecer la región crítica.
5. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño "n".
6. Decisión estadística: rechazar la hipótesis nula (Ho) si el estadígrafo tiene un valor en la región crítica y no rechazar (aceptar) igual en el otro caso.

a) Prueba de hipótesis para color.

1. Formulación de la hipótesis

H_o: La concentración de color en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ho: u \geq 20 \text{ Pt/Co}$$

H_a: La concentración de color en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ha: u < 20 \text{ Pt/Co}$$

2. Nivel de significancia

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1-\alpha = 0.95$.

3. **Estadístico de prueba**

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 10. *Prueba de T de Student para color*

Prueba de $\mu = 20$ vs. < 20

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
6	0.933	0.361	0.148	1.231	-129.20	0.000

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor $\geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor $< \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4. **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de color en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 11. *Datos para la prueba de T Student respecto a color*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95

Media (x)	0.933
Valor hipotético (μ)	20
Muestra (n)	6
Desviación estándar (S)	0.361
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-129.20

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

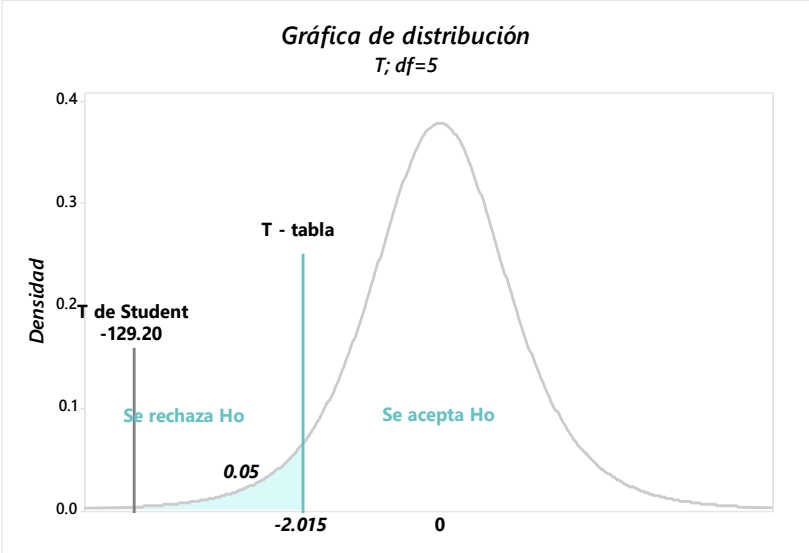
x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 24. *Campana de Gauss de la prueba de T para color*



Fuente: Software estadístico.

6. **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es -129.20 > que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo para Ho, se concluye que: La concentración de color en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

b) Prueba de hipótesis para turbidez.

1. **Formulación de la hipótesis**

H_o: La concentración de turbidez en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ho: u \geq 100 \text{ UNT}$$

H_a: La concentración de turbidez en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ha: u < 100 \text{ UNT}$$

2. **Nivel de significancia**

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1-\alpha = 0.95$.

3. **Estadístico de prueba**

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 12. *Prueba de T de Student para turbidez*

Prueba de $\mu = 100$ vs. < 100

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
6	3.900	1.133	0.463	4.832	-207.74	0.000

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor $\geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor $< \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4. **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de turbidez en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 13. *Datos para la prueba de T Student respecto a turbidez*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	3.900
Valor hipotético (μ)	100
Muestra (n)	6

Desviación estándar (S)	1.133
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-207.74

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

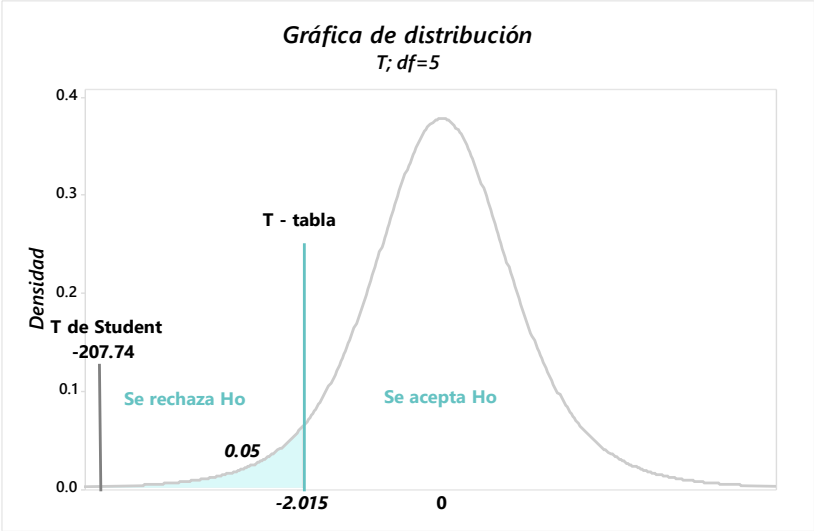
x = Media

µ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 25. *Campana de Gauss de la prueba de T para turbidez*



Fuente: Software estadístico.

6. **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es -207.74 > que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo para Ho, se concluye que: La concentración de turbidez

en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

c) Prueba de hipótesis para temperatura.

1. Formulación de la hipótesis

H_o: La concentración de temperatura en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ho: u \geq \Delta 3$$

H_a: La concentración de temperatura en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ha: u < \Delta 3$$

2. Nivel de significancia

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1-\alpha = 0.95$.

3. Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 14. *Prueba de T de Student para temperatura*

Prueba de $\mu = 3$ vs. < 3

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
6	1.250	0.302	0.123	1.498	-14.21	0.000

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor $\geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor $< \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4. Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	α = 0.05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de temperatura en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 15. *Datos para la prueba de T Student respecto a temperatura*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	1.250
Valor hipotético (μ)	3
Muestra (n)	6
Desviación estándar (S)	0.302
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-14.21

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

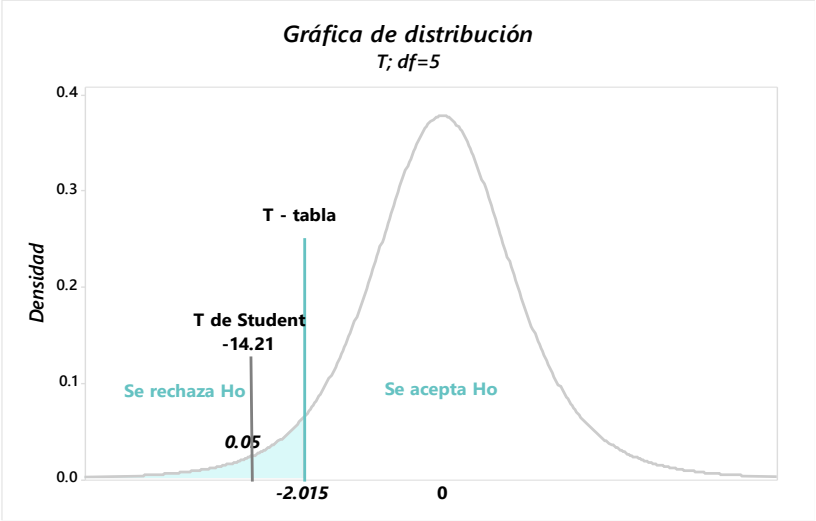
x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 26. *Campana de Gauss de la prueba de T para temperatura*



Fuente: Software estadístico.

6. **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es -14.21 > que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo para Ho, se concluye que: La concentración de temperatura en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

d) Prueba de hipótesis para oxígeno disuelto.

1. **Formulación de la hipótesis**

H_o: La concentración de oxígeno disuelto en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ho: u \leq 5 \text{ mg/L}$$

H_a: La concentración de oxígeno disuelto en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ha: u > 5 \text{ mg/L}$$

2. **Nivel de significancia**

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con 1-$\alpha = 0.95$.

3. **Estadístico de prueba**

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 16. *Prueba de T de Student para oxígeno disuelto*

Prueba de $\mu = 5$ vs. < 5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
6	8.350	1.127	0.460	7.423	7.28	0.000

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor $\geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_o.**

Si, P – Valor $< \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o.**

4. **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de oxigeno disuelto en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 17. *Datos para la prueba de T Student respecto a oxígeno disuelto*

Estadísticos	**Datos**
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	1.250
Valor hipotético (μ)	3

Muestra (n)	6
Desviación estándar (S)	0.302
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-14.21

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

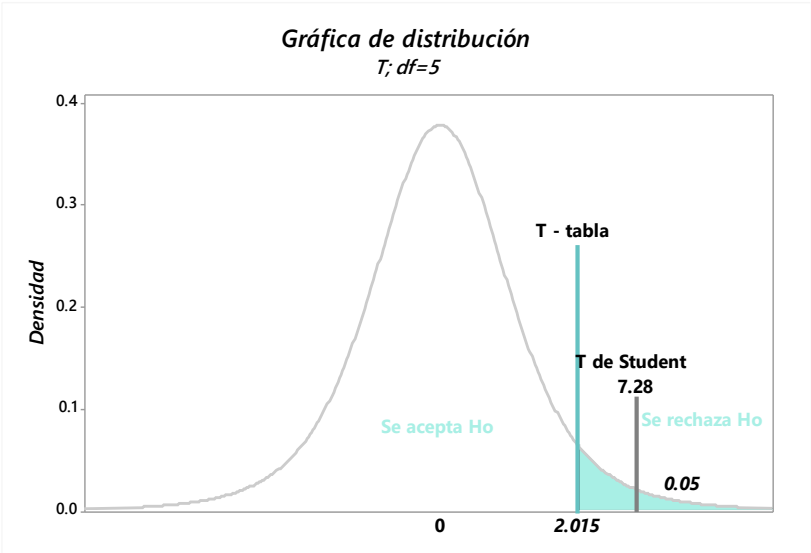
x = Media

µ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 27. *Campana de Gauss de la prueba de T para oxígeno disuelto*



Fuente: Software estadístico.

6. Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es 7.28 > que el valor de T de la tabla 2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo

para Ho, se concluye que: La concentración de oxígeno disuelto en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

e) Prueba de hipótesis para pH.

1. Formulación de la hipótesis

H_o: La concentración de pH en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ho: u ≥ 9 unidades

H_a: La concentración de oxígeno disuelto en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ha: u < 9 unidades

2. Nivel de significancia

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1-\alpha = 0.95$.

3. Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 18. *Prueba de T de Student para pH*

Prueba de $\mu = 9$ vs. < 9

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
6	7.450	0.327	0.134	7.719	-11.61	0.000

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4. Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	α = 0.05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de pH en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 19. *Datos para la prueba de T Student respecto a pH*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	7.450
Valor hipotético (μ)	9
Muestra (n)	6
Desviación estándar (S)	0.327
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-11.61

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

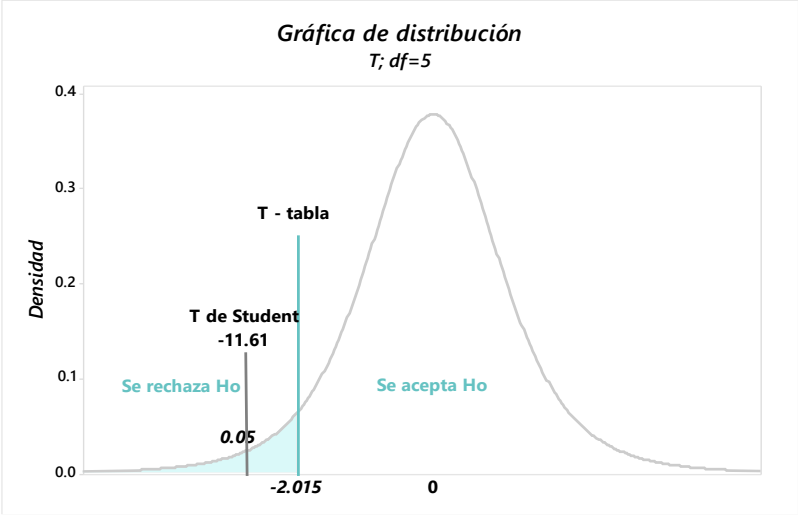
x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 28. *Campana de Gauss de la prueba de T para pH*



Fuente: Software estadístico.

6. **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es -11.61 > que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo para Ho, se concluye que: La concentración de pH en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

f) Prueba de hipótesis para DBO_5.

1. **Formulación de la hipótesis**

H_o: La concentración de DBO_5 en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ho: u ≥ 10 mg/L

H_a: La concentración de DBO5 en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ha: u < 10 mg/L

2. **Nivel de significancia**

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1-\alpha = 0.95$.

3. **Estadístico de prueba**

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 20.*Prueba de T de Student para DBO_5*

Prueba de $\mu = 10$ vs. < 10

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
6	6.50	0.837	0.342	7.188	-10.25	0.000

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor $\geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4. **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de DBO_5 en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 21. *Datos para la prueba de T Student respecto a DBO_5*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	6.50
Valor hipotético (μ)	10
Muestra (n)	6

Desviación estándar (S)	0.837
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-10.25

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

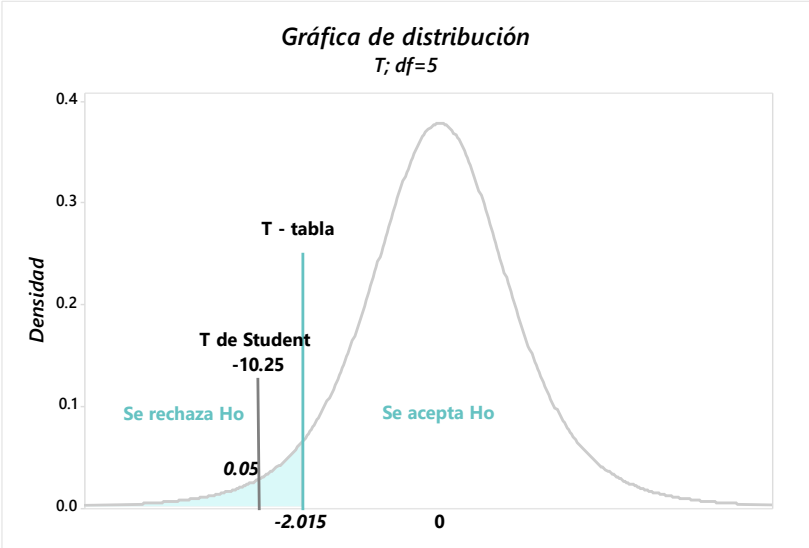
x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 29. *Campana de Gauss de la prueba de T para DBO_5*



Fuente: Software estadístico.

6. Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es -10.25 > que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo para Ho, se concluye que: La concentración de DBO_5 en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen

con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

g) Prueba de hipótesis para solidos suspendidos totales.

1. Formulación de la hipótesis

H_o: La concentración de SST en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ho: u ≥ 100 mg/L

H_a: La concentración de SST en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ha: u < 100 mg/L

2. Nivel de significancia

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

α = 0.05, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con 1-α = 0.95.

3. Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 22. *Prueba de T de Student para SST*

Prueba de μ = 100 vs. < 100

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
6	51.58	3.12	1.27	54.15	-38.00	0.000

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4. Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	α = 0.05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de SST en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 23. *Datos para la prueba de T Student respecto a SST*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	51.58
Valor hipotético (μ)	100
Muestra (n)	6
Desviación estándar (S)	3.12
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-38.00

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

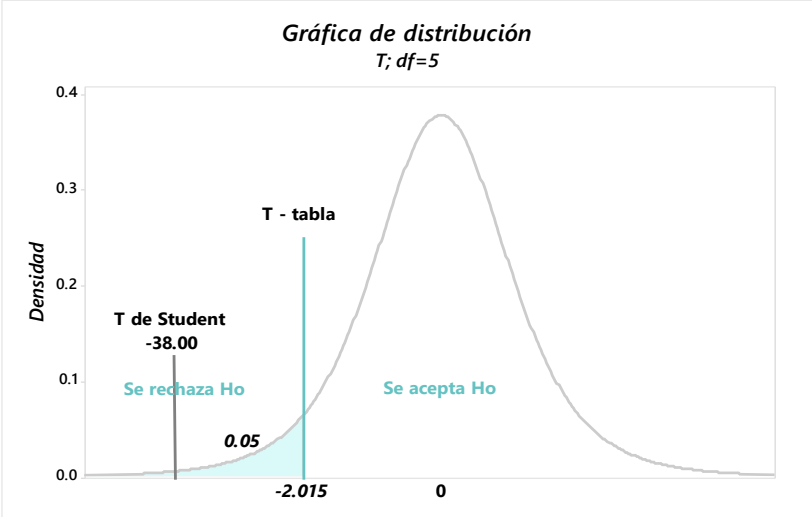
x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 30. *Campana de Gauss de la prueba de T para SST*



Fuente: Software estadístico.

6. **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es -38.00 > que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo para Ho, se concluye que: La concentración de SST en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

h) Prueba de hipótesis para fosfatos.

1. **Formulación de la hipótesis**

H_o: La concentración de fosfatos en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ho: u \geq 0.05 \text{ mg/L}$$

H_a: La concentración de fosfatos en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ha: u < 0.05 \text{ mg/L}$$

2. **Nivel de significancia**

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1-\alpha = 0.95$.

3. **Estadístico de prueba**

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 24. *Prueba de T de Student para fosfatos*

Prueba de $\mu = 0.05$ vs. < 0.05

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
6	0.5017	0.0293	0.0119	0.5257	37.80	1.000

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor $\geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor $< \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4. **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 1.000	>	$\alpha = 0.05$

Como el P – Valor > 0.05, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de fosfatos en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 25. *Datos para la prueba de T Student respecto a fosfatos*

Estadísticos	**Datos**
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	0.5017
Valor hipotético (μ)	0.05

Muestra (n)	6
Desviación estándar (S)	0.0293
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	37.80

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

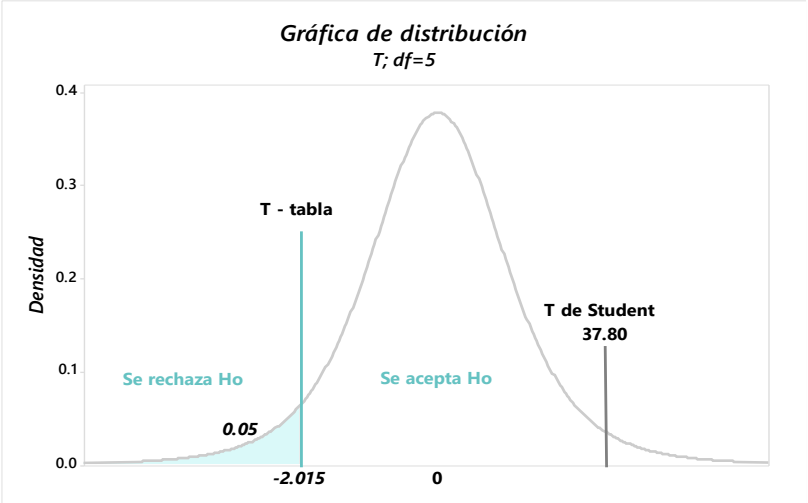
x = Media

µ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 31. *Campana de Gauss de la prueba de T para fosfatos*



Fuente: Software estadístico.

6. Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis alterna (Ha) y acepto la hipótesis nula (Ho) debido a que el valor de T calculado es 37.80 < que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo para Ha, se concluye que: La concentración de fosfatos en el río

Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

i) Prueba de hipótesis para nitratos.

1. Formulación de la hipótesis

H_o: La concentración de nitratos en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ho: u ≥ 13 mg/L

H_a: La concentración de nitratos en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ha: u < 13 mg/L

2. Nivel de significancia

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

α = 0.05, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con 1-α = 0.95.

3. Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 26. *Prueba de T de Student para nitratos*

Prueba de μ = 13 vs. < 13

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
6	10.433	1.291	0.527	11.495	-4.87	0.002

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4. Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.002	<	α = 0.05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de nitratos en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 27. *Datos para la prueba de T Student respecto a nitratos*

Estadísticos	**Datos**
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	10.433
Valor hipotético (μ)	13
Muestra (n)	6
Desviación estándar (S)	1.291
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-4.87

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

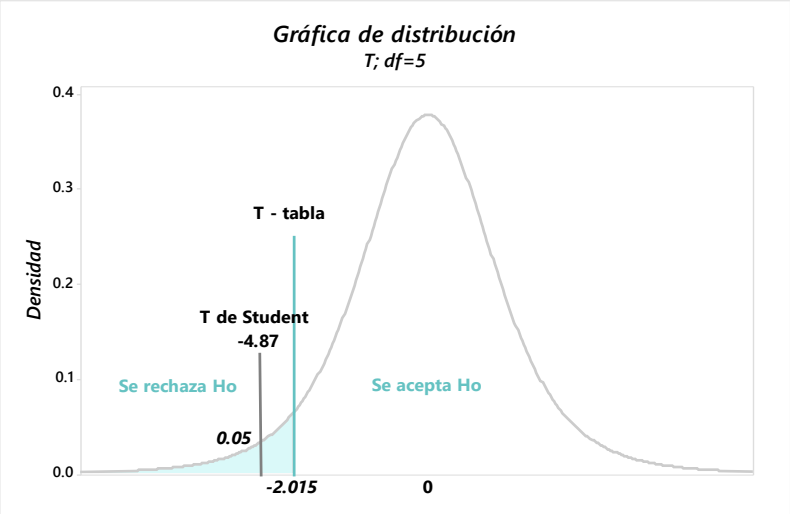
x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 32. *Campana de Gauss de la prueba de T para nitratos*



Fuente: Software estadístico.

6. **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es -4.87 > que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo para Ho, se concluye que: La concentración de nitratos en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

j) Prueba de hipótesis para coliformes totales.

1. **Formulación de la hipótesis**

H_o: La concentración de coliformes totales en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ho: u \geq 2000 \text{ NMP/100mL}$$

H_a: La concentración de coliformes totales en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

$$Ha: u < 2000 \text{ NMP/100mL}$$

2. **Nivel de significancia**

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1-\alpha = 0.95$.

3. **Estadístico de prueba**

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 28. *Prueba de T de Student para coliformes totales*

Prueba de $\mu = 2000$ vs. < 2000

Recuento (NMP)	X±S	t Student	P SIGNIFICANCIA
Coliformes Totales	11.25 ± 3.75	-1298.47	0.000
ECA	2000		

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor $\geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor $< \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4. **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de coliformes totales en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 29. *Datos para la prueba de T Student respecto a coliformes totales*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	11.25

Valor hipotético (μ)	2000
Muestra (n)	6
Desviación estándar (S)	3.75
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-1298.47

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

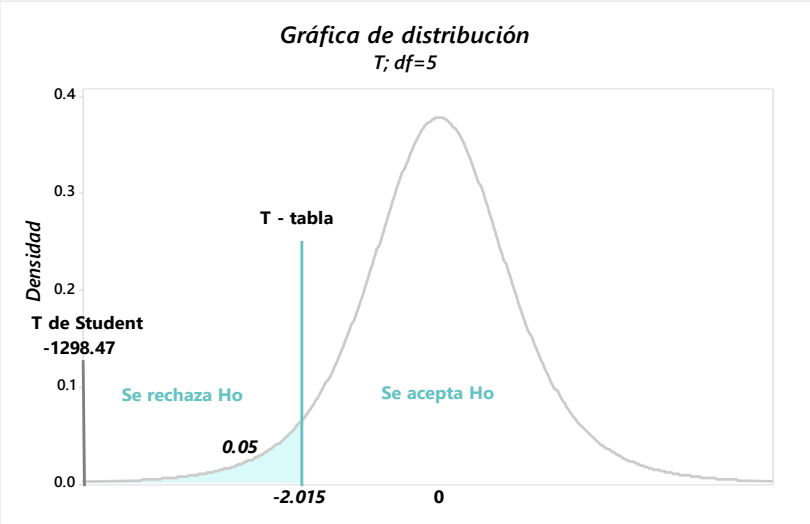
x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 33. *Campana de Gauss de la prueba de T para coliformes totales*



Fuente: Software estadístico.

6. Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es -1298.47 > que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de

rechazo para Ho, se concluye que: La concentración de coliformes totales en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

k) Prueba de hipótesis para coliformes termotolerantes.

1. Formulación de la hipótesis

H_o: La concentración de coliformes termotolerantes en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ho: u ≥ 2000 NMP/100mL

H_a: La concentración de coliformes termotolerantes en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

Ha: u < 2000 NMP/100mL

2. Nivel de significancia

Se trabajó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1-\alpha = 0.95$.

3. Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 30. *Prueba de T de Student para coliformes termotolerantes*

Prueba de $\mu = 2000$ vs. < 2000

Recuento (NMP)	X±S	t Student	P SIGNIFICANCIA
Coliformes Totales	9.25 ± 2.89	-1685.00	0.000
ECA	2000		

<u>Utilizamos el valor P:</u>

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o.**

Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o.**

4. **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0.000	<	α = 0.05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir a un nivel de significancia del 0.05. La concentración de coliformes termotolerantes en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

5. **Cálculo de los estadígrafos de prueba**

Tabla 31. *Datos para la prueba de T Student respecto a coliformes termotolerantes*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	9.25
Valor hipotético (μ)	2000
Muestra (n)	6
Desviación estándar (S)	2.89
T de tabla (valor crítico)	-2.015
T de Student calculado	-16.85.00

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

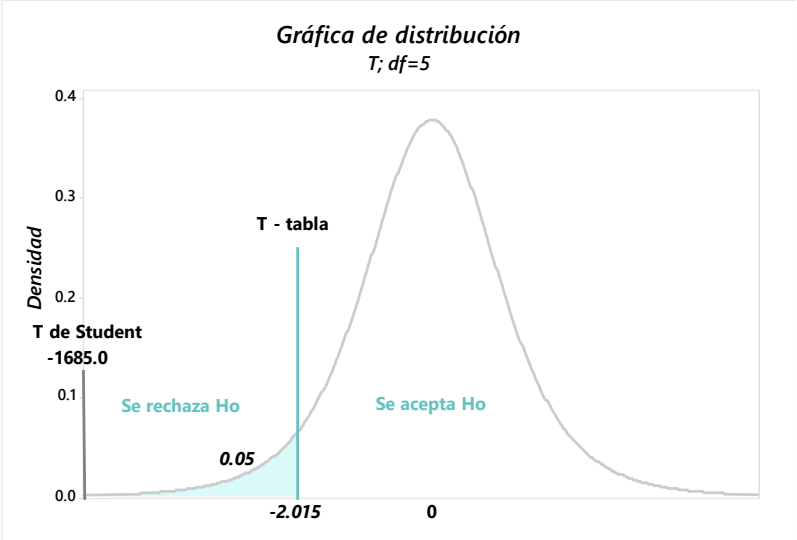
x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 34. *Campana de Gauss de la prueba de T para coliformes termotolerantes*



Fuente: Software estadístico.

6. **Decisión estadística**

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha) debido a que el valor de T calculado es -1685.00 > que el valor de T de la tabla -2.015, lo que indica que el valor estadístico muestral (T calculado), se encuentra en la región de rechazo para Ho, se concluye que: La concentración de coliformes termotolerantes en el río Ichu por el vertimiento de aguas residuales si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de la ECA-Agua, Categoría 4.

4.3. Discusión de resultados

La aptitud de las masas de agua superficial puede verse modificadas por una serie de factores antropogénicos incluida el vertido de aguas residuales industriales y municipales. Respecto a los resultados de la investigación se realizó los análisis estadísticos respectivos basados en la recopilación de datos obtenidos de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos por el vertimiento de las aguas residuales y siendo comparadas con la normativa

peruana ECA-Agua, Categoría 4, para así determinar la calidad de las aguas del rio Ichu.

Con respecto al color, es uno de los parámetros que describen la calidad del agua, es así que en la presente investigación se obtuvo un valor promedio 0.93 Pt/Co; coincidiendo en parte con Sandoval, et al (2021) quienes reportan valores entre 0.45 a 0.55 Pt/Co y que con la aplicación de un tratamiento se podría reducir este parámetro físico de importancia como indicador de calidad. Así mismo al comparar estos resultados con la normativa ECA-Agua, Categoría 4, este parámetro se encuentra dentro del Límite Máximo Permisible que es de 20 Pt/Co. Por otro lado, Bolívar y Morena (2022) considera la importancia que posee la cuenca hidrográfica del río Tuluá y formula programas ambientales para el manejo de residuos sólidos y programas de manejo de aguas residuales, los cuales permitan el control y mitigación de las afecciones de la calidad de agua y su incidencia en el parámetro de color.

Se observó que la variación de concentración de turbidez en las aguas del río Ichu se encuentran de 2.1 a 5.1 UNT, este parámetro se refiere a la presencia de pequeñas partículas sólidas en suspensión en el agua, similar a lo reportado por Coronel (2021) quien señalo, que la turbidez es fundamental como indicador de calidad y que los valores encontrados en su trabajo que fueron de 2,42 y 5,84 UNT no cumplen para la Subcategoría A1 de los ECA-AGUA. Los niveles encontrados en la presente investigación son relativamente bajos y comparados con la ECA-Agua, Categoría 4, D.S. N° 004-2017-MINAM se encuentran dentro del valor establecido 100 UNT. Así mismo Vargas (2020) quien determinó la calidad de agua por parámetros fisicoquímicos del rio Shilcayo encontró un valor promedio de turbidez de 28.8UNT y al comparar con el resultado de la investigación esto difiere a lo reportado en el presente trabajo, la variación respecto a este parámetro dependerá de las actividades antropogénicas y el vertido de las aguas residuales.

Referente al parámetro oxígeno disuelto, se evidencia variaciones que oscilaron de 7.0 a 10 mg/L, al comparar el orden de los valores se observa que hay un aumento ascendente respecto a los puntos de monitoreo. Este parámetro

se refiere a la cantidad disuelta de oxígeno en el agua, similar a lo reportado por Peláez (2022) quien señaló que, si los niveles de oxígeno son bajos, ciertos peces y organismos no sobrevivirían debido a la anoxia tisular, el oxígeno es vital para las formas de vida acuática. Teniendo esto en consideración se observa que los valores máximos fueron en los PM-4 (8.6 mg/L), PM-5 (9.2 mg/L) y PM-6 (10.0 mg/L), y comparados con la ECA-Agua, Categoría 4, se encuentran dentro del valor establecido ≥ 5 mg/L. Por otro lado, Gerónimo (2022) reportó resultados de oxígeno disuelto de 5.03 mg/L y que al comparar con la ECA-Agua, Categoría 4, se encuentra fuera de los estándares de calidad ambiental, concluyendo que las aguas residuales domésticas inciden de forma negativa y de manera directa en el cuerpo de agua del río Ilave Puno.

Concerniente al parámetro pH se obtuvo un valor promedio de 7.45 unidades, similar a lo reportado por Espinoza (2023) quien encontró valores de 8.11 a 8.27 unidades, comparado estos valores con la ECA-Agua, Categoría 4, se encuentran dentro del valor establecido de 6.5 a 9.0 unidades. Así mismo Guerrero y Palma (2022) reportó el valor de pH 6.94 unidades, a la evaluación de la calidad del río Vinces, teniendo una coincidencia cercana al valor promedio de 7.45 unidades en contrato en la presente investigación. Por otro lado, Peláez (2022) quien menciona que el pH se incrementa debido al fitoplancton ya que este ha pasado por una fotosíntesis activa que se reduce por la respiración de los animales o por una gran concentración de materia orgánica que al descomponerse provoca que se incremente el consumo de oxígeno disuelto y la evolución de CO_2, lo expresado por dicho autor es de importancia ya que dentro del trabajo de investigación se consideró al parámetro pH como uno de los indicadores de relevancia de calidad de agua.

Al análisis del parámetro DBO_5 se tiene un valor promedio de 6.50 mg/L, ligeramente por encima de lo reportado por Villavicencio (2021) quien reporto como valor en la evaluación de la calidad del río Ccohohuayco de DBO_5 (1.5 – 3 mg/L), por otro lado, Gerónimo (2022) reporta en su trabajo de investigación un valor de DBO_5 (37.92 mg/L), comparando con el valor promedio obtenido en el presente trabajo es relativamente alto. Los niveles encontrados en la presente investigación son relativamente bajos y comparados con la ECA-Agua, Categoría 4, D.S. N° 004-

2017-MINAM se encuentran dentro del valor establecido 10 mg/L. Respecto a solidos suspendidos totales (SST) los valores encontrados en el presente trabajo fluctuaron entre 47.0 a 55.5 mg/L, con un valor promedio de 51.6 mg/L, ligeramente bajo a lo reportado por Ramón (2020) quien reportó un valor de SST (173.94 mg/L) en las aguas del río Chaguana, similar a lo reportado por Espinoza (2023) quien reporto un valor de (117.40 y 229 mg/L). A la comparación con los LMP ECA-Agua, Categoría 4, los valores reportados por el presente trabajo de investigación cumplen con la normativa.

Respecto al parámetro fosfatos se encontraron valores que estuvieron entre (0.45 a 0.53 mg/L) con una media de (0.49) mg/L y a la comparación con la ECA-Agua, Categoría 4 estos superan lo establecido en la normativa LMP (0.05 mg/L), así mismo Gerónimo (2022) reporto en su trabajo de investigación un valor de 1.39 mg/L siendo alto respecto al valor límite de la normativa, del mismo modo Villavicencio (2021) reporta valores entre (2.5 a 18 mg/L) a la evaluación de la calidad del rio Ccohohuayco. Para nitratos se reportó valores entre (9.0 a 12 mg/L), similar a lo reportado por Gerónimo (2022) quien reveló un valor de (10.91 mg/L). Al comparar estos valores encontrados con la normativa peruana ECA-Agua, Categoría 4. Cumplen con lo establecido siendo el LMP de (13.0 mg/L).

Referente a coliformes totales y termotolerantes se obtuvo una media de (11.25 NMP/100mL) y (9.25 NMP/100mL) respectivamente, siendo valores muy bajos respecto a lo mencionado por Paredes (2023) quien encontró un valor de (26000 NMP/100mL) por lo que se concluyó que la calidad dela agua del río Choquechaca no es apto para riego de vegetales y bebida de animales, similar resultado reporto Ruiz (2023) encontrando un valor de (10000 NMP/mL), de igual manera Rodríguez (2022) reporto valores de (20000 NMP/mL) a la evaluación de la calidad de las aguas del río Chuyapi. Con respecto a los resultados encontrado en el presente trabajo de investigación y que al comparar la ECA-Agua Categoría 4, estos se encuentran dentro del rango permitido que es de LMP (2000 NMP/mL).

Conclusiones

- Los estudios fisicoquímicos y microbiológicos muestran las evidencias de que el río Ichu, en los puntos evaluados de la presente investigación, se encuentran con factores ambientales que influyen en los procesos de contaminación, principalmente los vertidos de aguas residuales que modifican la calidad del agua, como muestran los resultados obtenidos y al comparar con los LMP de la ECA-Agua, Categoría 4. Cumplen con la normativa peruana y dichos parámetros fueron: Color, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto, pH, DBO_5, solidos suspendidos totales, fosfatos, nitratos, coliformes totales y termotolerantes. A la evaluación se aprecia que el parámetro fosfatos no cumple con la ECA-Agua, Categoría 4 en los 6 puntos de monitoreo.
- A la evaluación se logró identificar, a los PM-3, PM-4, PM,5 como vulnerables de contaminación por el vertido de aguas residuales, ya que estos puntos se encuentran ubicados en la zona urbana de la ciudad de Huancavelica haciendo que la contaminación del río se incremente.
- Como conclusión de importancia es que, si los parámetros evaluados cumplen con la normativa peruana a acepción del parámetro fosfato, se prevé que estos puedan modificarse ya que existe el crecimiento poblacional el cual sería influyente en el incremento de la concentración de dichos parámetros por las mismas actividades antropogénicas y el incremento de los vertidos de aguas residuales de manera directa hacia las aguas del río Ichu.

Recomendaciones

- Realizar un muestro frecuente del agua en diferentes sitos y la determinación de una gran cantidad de parámetros fisicoquímicos, lo que daría como resultado una gran matriz de datos. Así mismo tener en cuenta las diferentes temporadas del tiempo.
- Realizar proyectos basados en la aplicación de tecnologías limpias para el tratamiento de las aguas residuales producidas por las diferentes fuentes y actividades de la población de Huancavelica.
- Realizar la difusión de los resultados obtenidos en los trabajos de investigación de tesis, a fin de que la población conozca los beneficios y oportunidades que ofrecen los trabajos de investigación para emprender un nuevo proyecto productivo, aprovechando los recursos hídricos de la región.
- A las diferentes entidades nacional, regional y local a tomar medidas de preservación del recurso hídrico, como también la optimización del uso en las diferentes actividades antropogénicas, como el vertido de aguas residuales industriales.

Referencias bibliográficas

ANA. (2018). *Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga (junio - julio de 2018).* Autoridad Nacional del Agua. Obtenido de https://acortar.link/0NCA4f

Bauer, J., Castro, J., & Chung, B. (2017). *Calidad del agua. En C. d. aplicada, El Agua en el Perú: Situación y Perspectivas.* Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de https://acortar.link/ZjrXDj

Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación.* En G. Baena Paz, *Metodología de la investigación* (pág. 144). México: Patria.

Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación (Tercera ed.). Colombia: PEARSON EDUCACIÓN.

Bolívar, D., & Morera, C. R. (2022). *Determinación Del Índice De La Calidad Del Agua De La Cuenca Baja Del Río Tuluá, Municipio De Tuluá, Departamento Del Valle Del Cauca, Mediante Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos Con Base En Las Actividades Antrópicas Llevadas A Cabo Durante El Periodo Abril-junio De 2021*. [Bachelor thesis, Universidad Santo Tomás]. https://acortar.link/DKEZQu

Borja, D., Salazar, K., & Brito, H. (2019). *Cuantificación de efluentes de aguas residuales del camal frigorifico Riobamba. Revista Ciencia Digital. ISSN 2602-8085. DOI: Https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.497.*

Borja, M. (2012). Metodología de la investigación. Chiclayo Perú.

Carrión, M. (2020). *¿Cuánta agua hay en el planeta? Ágorapedia* [online]. Disponible en: https://acortar.link/7MIj7Y

Castellares, R. J. (2022). *Evaluación de la calidad del agua y vertimientos de efluentes en la cuenca baja del rio Chillón, 2012-2019-Lima*. Universidad Nacional Federico Villarreal. https://acortar.link/v0k42j

Castillo, k. M., Quispe, R.A. (2020). *Calidad fisicoquímica y microbiológica del río Chonta impactadas por vertimiento de aguas residuales urbanas e industriales en el distrito Baños del Inca - Cajamarca, 2018*. Universidad Privada del Norte. https://acortar.link/XAZneN

Ccanto, G. (2010). *Metodología de la investigación científica en contabilidad. Huancayo*: Versión peruana.

Cedeño, L., & Ayón, H. (2020). *Reduccion de color y turbidez en aguas residuales del Camal Municipal de manta, mediante biofiltración con cáscara de coco (cocos nucifera) y cascarilla de arroz (oryza sativa). Revista ce ciencias del Mar y Acuicultura YAKU. ISSN 2600-5824.*

Cevallos, G. (2018). *Propuesta de mitigación de la contaminación en el río toachi por efectos de las aguas residuales del Camal Municipal. (tesis de Posgrado).* Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo de los Tsàchilas-Ecuador.

Coronel, S. (2021*). Evaluación de la calidad del agua a partir de indicadores biológicos del río Chira.* Universidad Nacional de Piura. https://acortar.link/Kb9xSX

Cubeñas, L., Lozano, L. (2017). *Diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huanchaco y propuesta hidráulica de optimización del sistema actual - 2017.* [Tesis Título de Ingeniero. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo].

Charro, R. M. (2022). *Determinación de materia orgánica y coliformes totales en superficies inertes limpias de un matadero de porcinos.* Obtenido de Universidad Central del Ecuador https://acortar.link/g5kZcJ

Cheme, A. E. (2020). *Evaluación de la calidad del agua del Estero Salado zona puente Gómez Rendón en Guayaquil durante los años 2017 y 2020.* Obtenido de Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas: https://acortar.link/Mmx1ro

Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM - *Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.* (P. d. Republica, Ed.) Lima.

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM – *Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.*

Espinoza, A. (2023). *Determinación de los parámetros físicos y químicos en las aguas superficiales del río Coata, (puente independencia) zona baja – Distrito de Coata 2022*. Universidad Privada San Carlos. https://acortar.link/qnB0Lc

Estela, M. (2017). *Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del Río Chancay*. Universidad César Vallejo. https://acortar.link/szoHVS

El peruano. (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. https://acortar.link/GQrUfC

FAO. (2017). *Las aguas residuales, una oportunidad desaprovechable*. https://acortar.link/YjIO6w

Fernández, L. (2022). *Evaluación de impactos de aguas residuales en la calidad del agua del canal Galindona, Nueva Cajamarca—San Martin 2022.* Repositorio Institucional - UCV. https://acortar.link/OiImgO

Flores, H., León, F., García, V., & Gilabert, G. (2019). *Evaluación físico, químico y microbiológico de las aguas del río Nanay a orillas de la comunidad de Nina Rumi*. Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA, 15(1), Article 1.

Fraga, I. J. (2021). *Evaluación del sistema de tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas de la ciudad de Cuenca empleando el reactor Uasb construido a escala de laboratorio.* Obtenido de Universidad Católica de Cuenca: https://acortar.link/uGVdG7

FCEA. (2018). *Glosario del Agua*. Obtenido de https://acortar.link/wvKVPF

Gallo, N. A. N., Dueñas, D. A. M., & López, C. M. U. (2023). *Impactos ambientales asociados al vertido de aguas residuales sobre corrientes hídricas.: Caso de*

estudio Santander Colombia. Cuadernos del Claeh, *42*(117), Article 117. https://acortar.link/1da0RS

Galvis Sierra, J. C., & Plata Vargas, V. A. B. (2023). *Evaluación de los impactos ambientales generados por la descarga de las aguas residuales del río Moniquirá sobre el sector Pinares del Río del Municipio Moniquirá, Boyacá, 2023*. https://acortar.link/89cVxs

Gerónimo, W. (2022). *Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río ILAVE en el área de influencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de ILAVE, Puno 2021-2022.* Universidad Privada San Carlos. https://acortar.link/J99YTD

Guerrero, T. (2015). *El hombre ya contaminaba antes de la Revolución Industrial. Ministerio del Medio Ambiente* [online]. Disponible en: https://acortar.link/rzjdL2

Guerrero, O. X., & Palma, D. E. (2022). *Análisis de calidad del agua del río Vinces para la preservación de vida acuática en la parroquia General Vernaza.* [Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas]. https://acortar.link/AInWHG

Guadarrama, R., Kido, J., Roldan, G. & Salas, M. (2016). *Contaminación del agua*. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, 2(5), pp. 1 - 10.

Hassan, N. (2020). *Water Quality Parameters.* Science, Assessments and Policy, pp.1-18. doi:http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89657

Hincapié, M. M., & Chaverra, G. M. (2015). *Diagnóstico de Aguas*. Medellín: Sello Editorial Universidad de Medellín.

Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la investigación.* Mexico: McGraw-Hill.

Ibana, K., Sihuay, M., Garate, J., Araújo, J., Herrera, M., Alarcón, G., Rodríguez. (2021). *Contaminación de agua superficial de la periferia urbana de Puerto Maldonado, al sureste de la amazonia peruana.* Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 32(6). https://acortar.link/3JRRrE

Luque, D. P. (2020). *Remoción de coliformes termotolerantes y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de aguas residuales del camal de Azoguini Puno (2019) mediante un bioreactor de fangos activados.* Universidad Nacional del Altiplano. https://acortar.link/HBNp9G

Lima, L. M. (2020). Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay–Huancavelica 2018. [Tesis de ingeniero ambiental, Universidad https://acortar.link/CxTedb

Llanos, C. E. (2023). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua del río Yauli, centro poblado Yauli, provincia Yauli, región Junín.* Universidad Nacional Federico Villarreal. https://acortar.link/xjr6te

MINAM. (2019). Estándar de calidad ambiental - Informes y publicaciones. Obtenido de Ministerio del Ambiente: https://acortar.link/lsExuQ

OEFA. (2014). *Fiscalización Ambiental de Aguas Residuales* (1a ed.). https://acortar.link/Ng3OvO

Ortiz, C. (2010). Metodología de la investigación. Obtenido de https://acortar.link/wGWfcB

Paredes, K. O. (2023). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Choquechaca para el riego de vegetales y bebida de animales Distrito de Yunguyo, 2023.* Universidad Privada San Carlos. https://acortar.link/DC1gLX

Pauta, G., Velazco, M., Gutiérrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, O., & Abril, A. (2019). *Evaluación De La Calidad Del Agua De Los Ríos De La Ciudad De Cuenca, Ecuador*. Maskana, 10(2), 76-88.

Pari, J. (2017). Determinación de la calidad de agua del rio Ilave, zona urbana del distrito de Ilave, Puno-2016. [Tesis de ingeniero ambiental, Universidad Privada “San Carlos”, Puno. Perú]. https://acortar.link/7oLWoY

Peñaranda, C. D. P., Carrasco, V. H. G., Pucha, H. D. Á., Celi, B. A. M., Pérez, C. A. D. G., & Acosta, A. R. F. (2023). *Aplicación del índice de calidad del agua*

(ICA) caso de estudio: Río jubones, Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, *7*(4), 1264-1277. https://acortar.link/rcnZbK

Peláez, Q. R. (2022). *Evaluación Ambiental, sector la Playita del Guasmo en la cooperativa San Felipo de la ciudad de Guayaquil año 2021*. Obtenido de https://acortar.link/3bF9GU

Quispe, Y. (2021). *Actividades antrópicas y calidad del agua en el rio Chumbao, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, 2019*. Repositorio Institucional - UCV. https://acortar.link/OoJZEG

Rodríguez, H. (2017). *Las aguas residuales y sus contaminantes*. Obtenido de https://acortar.link/3eY7e

Ramón, K. R. (2020). *Impacto ambiental de las descargas de aguas residuales en el Río Chaguana*. https://acortar.link/MTYnPg

Rodríguez, N. (2022). *Influencia del vertimiento de las aguas residuales domesticas en la calidad del agua del Rio Chuyapi-Distrito Santa Ana, 2021*. Repositorio Institucional - UCV. https://acortar.link/qcmTqF

Romero, P. (2020). *Influencia de microorganismos eficaces en la remoción de coliformes termotolerantes y demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito de Quilcas, 2019.* [Tesis Título de Ingeniero Ambiental). Huancayo: Universidad Continental].

Ruiz, B. (2023). *Análisis de calidad de las aguas residuales de la ciudad de Bagua, región Amazonas*. https://acortar.link/wedlTw

Sandoval, J. J., Suarez, D. X., Molina, D. C., Fontecha-Tarazona, H. D., Aldaya, M., Campos, D. F., & Barreto, S. (2021). *Estudio preliminar de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para el tratamiento de aguas superficiales del río Magdalena-Cuenca Alta y efectos del tratamiento combinado de filtro de arena y lámpara UV*. Ciencias Agropecuarias, 7(2), Article 2. https://acortar.link/gDfIOV

Salazar, J., Yarin, T. (2021). *Impacto de los efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Puente Piedra en la calidad de las aguas superficiales de la cuenca baja del río Chillón, 2021*. https://acortar.link/k4MX3o

Salehi, M. (2022). *Global water shortage and potable water safety; Today's concern and tomorrow's crisis. Environment International*, 158, 106936. doi: https://acortar.link/VH1zTW

Shah, C. (2017). *Which Physical, Chemical and Biological Parameters of water determine its quality?* Technical Report, pp.1-75. doi:10.13140/RG.2.2.29178.90569

Tuñoque, J. R. (2021). *Plan de control de vertimientos para mitigar la contaminación del agua en el río Utcubamba – Bagua Grande*. https://acortar.link/l1UlmA

Uribe, L., Reyes, A., & Hernández, L. (2023). *Calidad del agua en ríos urbanos: Caso del río Fucha, Bogotá, Colombia.* Tecnología y ciencias del agua, 14(5), Article 5. https://acortar.link/4ZTS5j

Valderrama, S. (2002). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos.

Vargas, G. (2020). *Calidad de agua por parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, rio Shilcayo sector Chontamuyo para proponer estrategias de conservación, San Martin – 2020.* Repositorio Institucional - UCV. https://acortar.link/1ZvTTW

Valles, M. C. (2017). *Panorama de los problemas ambientales y el impacto en el territorio. En: Perspectivas del desarrollo territorial: Cultural, Social, Económica y Ambiental*. Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua, pp. 50 - 65.

Villavicencio, C. V. (2021). *Evaluación de la contaminación del rio Ccohohuayco mediante la valoración del Índice de Calidad del Agua para el riego de vegetales en los sectores de Trancapata Alta y Bacas, Curahuasi, Abancay – Apurímac, 2019*. Repositorio Institucional - UCV. https://acortar.link/vCUa3R

Villena, J. A. (2018). *Calidad del agua y desarrollo sostenible*. Perú Med Salud Publica, 35(2), 304-8. http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719

Yingrong, W., Gerrit, S., & Giesen, N. (2017). *Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. Scientific Reports.*

Anexos

Anexo 1

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Problema General: ¿Cuál es la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ichu de Huancavelica, 2023? **Problemas Específicos:** • ¿Cuál es la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros físicos (color, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto) del río Ichu de Huancavelica, 2023? • ¿Cuál es la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros químicos (pH,	**Objetivo General:** Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ichu de Huancavelica, 2023 **Objetivos Específicos:** • Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros físicos (color, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto) del río Ichu de Huancavelica, 2023. • Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros químicos (pH, DBO, solidos suspendidos totales, fosfatos, nitratos) del	**Hipótesis General:** El vertimiento de aguas residuales influye significativamente en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ichu de Huancavelica, 2023. **Hipótesis Específicas:** • El vertimiento de aguas residuales influye significativamente en los parámetros físicos (color, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto) del río Ichu de Huancavelica, 2023. • El vertimiento de aguas residuales influye significativamente en los parámetros químicos (pH, DBO, solidos suspendidos totales, fosfatos, nitratos) del río Ichu de Huancavelica, 2023	**Variable dependiente:** Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos **Variable independiente:** Aguas residuales	**Tipo de Investigación:** Investigación aplicada **Nivel de Investigación:** Investigación explicativa. **Método General:** Método científico **Diseño:** Diseño no experimental	**Población:** Microcuenca del río Ichu de Huancavelica. **Muestra:** 6 puntos de muestreo. **Muestreo:** Muestreo no probabilístico por conveniencia	**Técnicas:** Observación **Instrumentos:** Ficha de observación

DBO, sólidos suspendidos totales, fosfatos, nitratos) del río Ichu de Huancavelica, 2023? • ¿Cuál es la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros microbiológicos (Coliformes totales, coliformes termotolerantes) del río Ichu de Huancavelica, 2023?	río Ichu de Huancavelica, 2023 • Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales en los parámetros microbiológicos (Coliformes totales, coliformes termotolerantes) del río Ichu de Huancavelica, 2023.	• El vertimiento de aguas residuales influye significativamente en los parámetros microbiológicos (Coliformes totales, coliformes termotolerantes) del río Ichu de Huancavelica, 2023.	

ANEXO 2. RESULTADOS DEL MONITOREO EN LOS 6 PUNTOS

PUNTOS DE MONITOREO	FECHA DE MONITOREO	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS									MICROBIOLOGICOS	
		COLOR (Pt/Co)	TURBIDEZ (UNT)	TEMPERATURA (°C)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	Ph (Unidad)	DBO (mg/L)	SOLIDOS EN SUSPENSIÓN (mg/L)	FOSFATOS (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100ml)
PM-1	14/10/2023	0.5	2.1	1.0	6.8	7.8	5	48	0.45	9.2	5	6
	25/11/2023	0.5	2.0	1.0	7.1	7.6	7	50	0.5	8.8	8	5
	$\bar{x}$	**0.50**	**2.1**	**1.0**	**7.0**	**7.7**	**6.0**	**49.0**	**0.48**	**9.0**	**6.5**	**5.5**
PM-2	14/10/2023	1.3	2.8	1.0	7.3	7.5	8	50	0.5	12.1	8	7
	25/11/2023	1.5	3.4	1.1	7.6	7.6	7	53	0.5	11.8	9	6
	$\bar{x}$	**1.40**	**3.1**	**1.1**	**7.5**	**7.6**	**7.5**	**51.5**	**0.50**	**12.0**	**8.5**	**6.5**
PM-3	14/10/2023	0.5	3.8	1.3	7.8	7.6	7	49	0.55	9.0	10	8
	25/11/2023	1.2	4.2	1.2	7.8	7.9	8	45	0.5	9.5	9	9
	$\bar{x}$	**0.85**	**4.0**	**1.3**	**7.8**	**7.8**	**7.5**	**47.0**	**0.53**	**9.3**	**9.5**	**8.5**
PM-4	14/10/2023	1.5	3.8	1.0	8.8	7.3	6	52	0.45	12.0	11	11
	25/11/2023	1.2	4.5	1.0	8.4	7.2	5	54	0.5	11.5	13	10
	$\bar{x}$	**1.35**	**4.2**	**1.0**	**8.6**	**7.3**	**5.5**	**53.0**	**0.48**	**11.8**	**12.0**	**10.5**
PM-5	14/10/2023	1.0	5.2	1.4	9.0	6.7	7	52	0.5	9.8	14	12
	25/11/2023	0.5	5.0	1.1	9.3	7.0	5	55	0.55	9.5	16	13
	$\bar{x}$	**0.75**	**5.1**	**1.3**	**9.2**	**6.9**	**6.0**	**53.5**	**0.53**	**9.7**	**15.0**	**12.5**
PM-6	14/10/2023	0.5	5.2	1.7	9.8	7.2	7	56	0.45	10.5	15	13
	25/11/2023	1.0	4.6	1.8	10.1	7.5	6	55	0.45	11.0	17	11
	$\bar{x}$	**0.75**	**4.9**	**1.8**	**10.0**	**7.4**	**6.5**	**55.5**	**0.45**	**10.8**	**16.0**	**12.0**