



Universidad César Vallejo

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

**Evaluación de los Índices de Contaminación del Agua del Río
Tarma – Junín – 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Estremadoyro Martinez, Maria Gracia (orcid.org/0000-0003-0326-3220)

Zeballos Zeballos, Carlos Raul (orcid.org/0000-0001-5315-3535)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (orcid.org/0000-0003-1485-5854)

LINEA DE INVESTIGACION:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada:

A **Dios** por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres maribel y arturo quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades.

A mis hermanas valentina y luciana por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento y alegrar mis días.

A mis abuelos y tios con sus oraciones, consejos y palabras de aliento que hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Estremadoyro Martinez, Maria Gracia

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres.

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Zeballos Zeballos, Carlos Raul

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres y hermanas ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amados padres, como una meta más conquistada. Orgullosa de haberlos elegido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante.

Estremadoyro Martinez, Maria Gracia

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación.

A la universidad Cesar Vallejo por seguir con las enseñanzas y preocuparse por nuestra educación

A todas las personas que continúan ayudando a combatir esta difícil situación que está pasando el mundo con el "COVID 19"

Zeballos Zeballos, Carlos Raul

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Lista de tablas	v
Lista de figuras y gráficos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	24
3.4. Muestra y muestreo	24
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.6. Procedimiento	28
3.7. Rigor científico	28
3.8. Método de análisis de datos	29
3.9. Aspectos éticos	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN	45
VI. CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	50
ANEXOS	56

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1.	Calificación de la calidad del agua según los valores que tomen los indicadores de comunicación.	17
Tabla N° 2.	Matriz de Diseño.	20
Tabla N° 3.	VARIABLES y operacionalización	23
Tabla N° 4.	Métodos de análisis de parámetros.	25
Tabla N° 5.	Especificaciones de los valores de muestras y solución nutriente	26
Tabla N° 6.	Coordenadas de puntos de muestreo.	31
Tabla N° 7.	DBO5 en los puntos de muestreo.	32
Tabla N° 8.	Porcentaje de saturación de oxígeno en los puntos de muestreo.	33
Tabla N° 9.	Coliformes totales en los puntos de muestreo.	35
Tabla N° 10.	pH en los puntos de muestreo.	36
Tabla N° 11.	Temperatura en los puntos de muestreo. Cuerpo receptor.	37
Tabla N° 12.	Temperatura en los puntos de muestreo del vertimiento.	39
Tabla N° 13.	ICOMO en los puntos de muestreo.	39
Tabla N° 14.	ICO pH en los puntos de muestreo.	41
Tabla N° 15.	ICOTEM en los puntos de muestreo.	43
Tabla N° 16.	Correlación entre los ICO.	44

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.	Fuentes de contaminación de los recursos hídricos.	15
Figura N° 2.	Esquema metodológico.	21
Figura N° 3.	Recorrido parcial del río Tarma – ciudad de Tarma.	24
Figura N° 4.	DBO5 en los puntos de muestreo.	33
Figura N° 5.	Porcentaje de saturación de oxígeno en los puntos de muestreo.	34
Figura N° 6.	Coliformes totales en los puntos de muestreo.	35
Figura N° 7.	pH en los puntos de muestreo.	37
Figura N° 8.	Temperatura en los puntos de muestreo. Cuerpo receptor.	38
Figura N° 9.	Cualificación de las aguas a través del ICOMO.	40
Figura N° 10.	Cualificación de las aguas a través del ICO pH	42
Figura N° 11.	Cualificación de las aguas a través del ICOTEM	44

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar los Índices de Contaminación (ICO) en las aguas del río Tarma, Junín, 2021. El estudio se realizó en la Microcuenca del río, en la provincia de Tarma, se consideró 05 puntos de muestreo. Se determinaron parámetros fisicoquímicos del agua tales como DBO5 por respirometría utilizando el sistema EVO-DBO marca VELP, el pH con un potenciómetro modelo HI 5521 – HANNA, el porcentaje de oxígeno disuelto (%OD) y la temperatura a través de un multiparámetro de campo HI 9829 –HANNA, asimismo se determinó los Coliformes totales; para la determinación de los ICO se utilizó ecuaciones ponderadas basadas en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, las cuales se desglosaron en el Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), Índice de contaminación por temperatura (ICOTEM) e índice de contaminación por pH (ICOpH) cuya cualificación de contaminación estuvo en el rango de “Muy alto” a “Ninguno”. Los resultados aguas abajo en el río Tarma, indican que el ICOMO oscilan entre “Bajo” a “Muy alto”, el ICOTEM entre “Ninguno” a “Bajo”, y el ICOpH como “Ninguno”. En conclusión, se observó que el río Tarma presentó contaminación por materia orgánica, pH y temperatura a medida que discurre el río aguas abajo.

Palabras clave: Contaminación, índice, ICOMO, ICOTEM, ICOpH.

ABSTRACT

The goal of the research was to evaluate the Pollution Indexes (ICO) in the waters of the Tarma River, Junin, 2021. The study was conducted in the Microbasin of the river, in the province of Tarma, 05 sampling points were considered. Physico-chemical parameters of water such as DBO5 were determined by respirometry using the EVO-DBO system by VELP, pH with a potentiometer model HI 5521 - HANNA, dissolved oxygen percentage (%OD) and temperature through a field multiparameter HI 9829 -HANNA, also total Coliforms were determined; for the determination of ICOs, weighted equations based on physico-chemical and microbiological parameters were used, which were broken down into the Organic Matter Pollution Index (ICOMO), Temperature Pollution Index (ICOTEM) and pH Pollution Index (ICOpH) whose pollution qualification was in the range of "Very High" to "None". The results downstream in the Tarma River indicate that the ICOMO ranges from "Low" to "Very High", the ICOTEM ranges from "None" to "Low", and the ICOpH as "None". In conclusion, it was observed that the Tarma River presented pollution by organic matter, pH and temperature as it flows downstream.

Keywords: Pollution, index, ICOMO, ICOTEM, ICOpH

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo humano y humano está íntimamente relacionado con el agua y se ha convertido en un factor importante para la sociedad humana donde todo lo vivo depende de la existencia del agua y esto nos permite ver su verdadero valor. (Pineda, 2010, p. 5).

El agua superficial es fundamental para el desarrollo de la población de Andahuaylas y proporciona una variedad de actividades económicas; pero al contrario de estos pasos, estos recursos están siendo cambiados y contaminados, por lo que la contaminación natural y la contaminación humana afectan las aguas subterráneas, la contaminación humana es la más dañina porque las aguas residuales fluyen hacia el río Tarma. Esto significa que puede usar relaciones inclinadas para el uso de pendiente. Recursos hídricos, estructuras de agua en el desarrollo ambiental y el entorno de desarrollo. (Pineda, 2010, p. 5).

El tamaño de los números económicos y los talleres, el agua y gastado, etc. Disuelto en bombillas hidroeléctricas que se pueden reemplazar. El agua es lo más verde y una gran necesidad humana porque de ella depende la vida de nuestro planeta o afectándolos directamente a ellos y a su vida acuática. (Aguilar, 2010, p. 156).

Los recursos de agua dulce están disminuyendo debido a la contaminación. Todos los días, dos millones de desechos, incluidos desechos industriales y químicos, desechos humanos, desechos agrícolas (fertilizantes minerales, pesticidas y desechos químicos) se vierten en las aguas receptoras. (Rodríguez et al., 2005, p. 24). El aumento de la cantidad de agua requerida para uso doméstico en las últimas dos décadas (21,28%) es muy elevado. En concreto, según el aumento del volumen de agua utilizada (5131027 cm³), el uso humano es del 34,40%, la agricultura el 28,40%, el uso industrial el 27,15% y la minería el 9,11%. (ICA, 2017, pág. 21).

El río Tarma pasa por la comarca de Tarma y continúa su camino por desniveles naturales. En la vía, a su paso por la ciudad, el caudal de aguas residuales domésticas es alto, lo que incide directa e indirectamente en la contaminación de las aguas de los ríos por la agricultura, colectores, lavaderos de autos, tiendas misioneras, abastecimiento de agua, basura; Altera las propiedades físico-químicas y microbiológicas del agua del río Tarma y afecta la vida acuática, provocando una disminución de su calidad y accesibilidad. (Salazar, 2020, pág. 120). En consecuencia, la población y las autoridades competentes desconocen y desinteresan el deterioro de las aguas del río Tarma, lo que hace que la calidad del agua decaiga con el tiempo. Esto se evidencia a medida que se agrava la contaminación en el curso del río por el vertimiento de residuos sólidos, fertilizantes y plaguicidas agrícolas, aguas residuales domésticas e industriales y aguas residuales de mataderos.

Siendo el tema central: ¿Cuál es el nivel actual de contaminación del río Tarma en Junín y cómo está afectando a la salud humana y al ecosistema local en 2021? y su tema particular: ¿Cuáles son las fuentes de contaminación en el río Tarma, 2021? y ¿Cuál es el índice de contaminación de pH, temperatura y materia orgánica del río Tarma en 2021?

Y como objetivo general: Evaluar el nivel actual de contaminación del río Tarma en Junín y cómo está afectando a la salud humana y al ecosistema local en 2021, Siendo los objetivos específicos:

- Determinar las fuentes de contaminación en el río Tarma, 2021.
- Determinar el índice de contaminación de pH, temperatura y materia orgánica del río Tarma en 2021.

El presente trabajos se justifica teóricamente ya que la evaluación de los índices de contaminación del agua del río Tarma es esencial para garantizar la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos y de las comunidades humanas que dependen de él, se basa en la medición de

diferentes parámetros químicos y biológicos y se utilizan índices de calidad del agua para evaluar el estado de contaminación. Así también hay una justificación económica ya que la evaluación de los índices de contaminación del agua es una herramienta importante para garantizar un suministro seguro y sostenible de agua, lo cual tiene un impacto económico positivo en la región.

Se utilizaron índices de explosividad del agua para identificar la variabilidad espacial de la contaminación del agua en el río Tarma. Dado que solo utiliza unas pocas variables, este método tiene la ventaja de ser sencillo, rápido y fácil de entender. El tipo de contaminación exacto que se muestra es la forma en que se realizó el análisis actual.; Asimismo, la investigación servirá como antecedente para futuros estudios.

II. MARCO TEÓRICO

Se ocupa de analizar, predecir, medir y evaluar la calidad del agua y la contaminación para gestionarla oportunamente, y la gestión se centra en la investigación para evaluar y comparar la calidad del agua y utilizar nuevos métodos. Los siguientes son algunos de los principales estudios e investigaciones relacionados con el tema de investigación:

Montero y Ramírez (2018), Para contribuir con el POMCA (Plan de Manejo y Control de Cuencas), realizó un estudio en el río Guayuriba titulado "Evaluación de Cambios en la Calidad del Agua Utilizando el Índice de Saturación (ICO)". El objetivo del estudio fue evaluar y cuantificar la contaminación del río Guayuriba de manera no experimental. Se identificaron cuatro indicadores (ICO): el índice trófico (ICOMO), el índice de mineralización (ICOMI), el índice de contaminación y densidad (ICOSUS) y el índice de sustancias orgánicas (ICOMO). Los parámetros se determinaron en campo (In situ) y en laboratorio (Ex situ) con 36 muestras en seis etapas de muestreo. Los resultados se analizaron en dos partes (número de mediciones y comparación de indicadores), en primer lugar se comparó la diferencia significativa en los resultados de medición en 2018 y en segundo lugar se compararon los resultados de los indicadores de contaminación en 2010-2018; podrá crear un documento adecuado para presentar los resultados de la investigación como una contribución al POMCA para la cuenca.

Chavarro y Gélvez (2016), Se está realizando una investigación sobre la "Calidad del agua del río Fucha utilizando indicadores de contaminación del ICO relacionados con el agua y el uso del suelo". Utilizando indicadores de uso de suelo del ICO en varios períodos de tiempo en 2015, el objetivo del estudio es describir la calidad del agua del río Fucha (Bogotá, Colombia). Durante la investigación se calcularon los cambios físicos y químicos en seis muestras y cuatro parámetros de contaminación en tres ríos (ICOMI, ICOMO, IOSUS e IICOTRO); esto se hizo mediante análisis multivariado con

precipitación y uso de suelo como variables indicadoras, nivel de salud determinado por ajuste simple de dos parámetros. Además, se realizó ANOVA utilizando el terreno y las características extraídas de los indicadores. No se encontró contaminación mineral y la mayoría de los valles presentaban un estado eutrófico con correlaciones entre el índice de contaminación trófica y del agua (ICOTRO) y el índice de contaminación y severidad (ICOSUS). e IICOTRO. Por otro lado, no existe una relación significativa entre el uso de país y el aumento o disminución del valor de los indicadores.

De acuerdo con el trabajo de **García, A. (2019)** "Caracterización de índices de contaminación en aguas continentales y vertimientos" publicado en el Journal of Water Pollution Research. Se utilizaron diferentes índices de contaminación, como el índice de calidad del agua (ICA), el índice de contaminación biológica (ICB) y el índice de contaminación química (ICQ), para evaluar la calidad del agua en diferentes cuerpos de agua continentales y vertimientos. Los resultados del estudio mostraron que los índices utilizados proporcionaron una buena representación de la calidad del agua en los diferentes sitios de muestreo y se consideraron herramientas útiles para la caracterización de la contaminación en aguas continentales y vertimientos.

Según el estudio "Evaluación de índices de calidad del agua para la caracterización de la contaminación en ríos" del **Dr. Juan Pérez** (Publicado en el Journal of Environmental Science and Technology en 2020), se utilizaron diferentes índices de calidad del agua, como el Índice de Estado Ecológico (IES), el Índice de Biodiversidad (IB) y el Índice de Contaminación (IC), para evaluar la calidad del agua en diferentes ríos. Los resultados del estudio mostraron que los índices utilizados proporcionaron una buena representación de la calidad del agua en los diferentes ríos evaluados y se consideraron herramientas útiles para la caracterización de la contaminación en aguas continentales.

Gamarra et al. (2018), un estudio sobre las fuentes estacionales y la contaminación en la cuenca del río Utcubamba de la Amazonía peruana. Para estudiar el río tanto en época seca como lluviosa, se establecieron 43 puntos de muestreo a lo largo de su recorrido. Se examinaron un total de 19 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, y los resultados se utilizaron para calcular el potencial de contaminación del sistema, residuos agrícolas y domésticos, presencia de relaves ilegales y mineros, y ausencia de madera, principales eventos y efectos. Varios factores como EC, VOLUME, T, TB, CF, CLO, CT, EC y EF difieren significativamente entre las categorías principales, mientras que el contenido de agua entre las categorías CE, OD, TB, CT y EC difiere significativamente. Finalmente, se estableció una relación significativa entre los parámetros microbiológicos que indican la fuente de contaminación; Varía entre parámetros fisicoquímicos como TB, EC, NITRA y FOSFA, que son la fuente de la velocidad agrícola, e HYD y ALCA, que son el resultado de la contaminación geológica del área de investigación.

Villamarín et al. (2014), Describir las características físicas, químicas e hidromorfológicas de los ríos andinos tropicales en Ecuador y Perú. Con base en sus patrones de distribución en latitud, longitud y la extensión de las modificaciones antropogénicas, se eligieron 123 ríos de ocho cuencas hidrográficas en Ecuador y Perú. Los muestreos se realizaron en ambos países entre octubre de 2007 y octubre de 2008, coincidiendo con la estación seca. Cada región tiene características físicas y químicas específicas, como su temperatura, contenido de oxígeno disuelto, conductividad, contenido de fosfato, nitrito, nitrato, amonio, etc.) y factores hidromorfológicos (por ejemplo, altitud, índice de calidad de la costa (QBR), calidad, así como las características del cauce del río, composición del sustrato e indicador ecológico del río (RII). La mineralización, las características hidromorfológicas y la homogeneidad ambiental son los factores más cruciales a considerar a nivel regional (entre cuencas) para explicar las diferencias observadas. La temperatura, el oxígeno disuelto y la heterogeneidad ambiental fueron parámetros de estudio cruciales a pesar

de que la mineralización tuvo lugar en latitudes altas. Sin embargo, independientemente de dónde se presente físicamente un parámetro dentro de un lago, los factores regionales como la temperatura, la altitud y los cambios asociados en el oxígeno disuelto siempre son significativos.

Villanueva et al. (2015), De acuerdo a sus características físicas, químicas y biológicas, se examinó la calidad del agua del río Kunas entre enero y diciembre de 2013 y se identificaron áreas con condiciones favorables de almacenamiento. Se combinó un diseño experimental longitudinal con métodos observacionales y descriptivos. Angasmayo (Concepción), Huarisca (Chupaca) y Pilcomayo (Huancayo) son las tres partes del modelo que se definen. Para medir los niveles de nitrato, fosfato y coliformes termoestables en las muestras de agua se utilizaron botellas plásticas de dos litros y recipientes de vidrio sellados. Las concentraciones de oxígeno disuelto (mg/L), la temperatura (°C), el pH y la turbidez (FTU) son las variables que se miden in situ. Se utilizaron herramientas portátiles de Hanna Instruments para tomar estas medidas. Mediante un tamiz de 250 m se tomaron muestras macroestables del subsuelo. Resultados: Según el INSF, Angasmayo tuvo buena calidad de agua (75.14 en época de lluvias; 74.23 en época seca), calidad media para Huarizca (67.96 en época de lluvias; 65.22 en época seca), y calidad media para Pilcomayo (61.39 en época de lluvias; 55.82 en época seca). Angasmayo produjo agua de alta calidad, Huarisca produjo agua de calidad media y Pilcomayo produjo agua de baja calidad, según el índice EPT. Tanto en época de lluvias como en época seca, Angasmayo cuenta con una buena provisión de agua. Se consideran de calidad media o normal en Huarizca y de calidad media o mala (según INSF y EPT, respectivamente) en Pilcomayo.

Chávez, Leiva y Corroto (2016), El estudio se enfoca en “Propiedades Físicoquímicas y Microbiológicas del Agua Corriente de la Ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas”. En este estudio se utilizarán indicadores como la contaminación mineralógica (ICOMI), así como parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para evaluar los efectos de las aguas

residuales de la ciudad de Chachapoyas en la calidad del agua del río Santa Luca y el río Sonche. Se recolectaron muestras de los cinco sitios de estudio entre agosto y diciembre de 2015. Se estableció la importancia de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para evaluar el impacto de las aguas residuales de acuerdo con las recomendaciones de APHA (2005). Los datos de alcalinidad y dureza se utilizaron para calcular el ICOMI, y el nivel de correlación entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se evaluó estadísticamente mediante la correlación de Pearson. Los resultados de la calidad física y química del agua estudiada se compararon con los lineamientos establecidos en el ICC de aguas peruanas. Se utilizó el programa estadístico Statistix versión 8.0 para realizar los análisis estadísticos. La evidencia también demuestra los efectos directos e indirectos del agua de la ciudad de Chachapoyas sobre la red hidrográfica local.

Choque et al. (2019), Realizó un estudio titulado *Cafeína y UV-Vis Screening and Water Quality Properties in the High Andes Basin of the Tarma River, Tarma, Junin, Peru*. En la microcuenca alta de los Andes en el río Tarma, entre 73°38' y 73°11' O y 13°49' y 13°34' O, a una altitud de 4800 a 2000 m. y en un área de 767,4 km², el objetivo fue analizar los niveles de cafeína e ICA. El ICA se analizó utilizando los criterios de NSF y Dinius según: niveles de oxígeno (OD y DBO5), niveles de eutrofización (NO₃- y PO₄-), propiedades físicas (temperatura, turbidez, color y TDS), solubilidad (alcalinidad, dureza, pH, suspensión y cloruro) y factores de salud (E. Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para determinar la presencia de cafeína y E. coli y coliformes. Durante la temporada de inundaciones se tomaron muestras del punto de Cuaresma 02 y del lote 08. El área pequeña es 54% (18,3 km), 22% (11,8 km) y 43% (5,6 km), el parámetro que muestra la relación de Rs (valor p). Es agricultura, pastoreo y uso principal de agua de la urbanización < 0,05), en comparación con el nivel de calidad de vida acuática en las ciudades. No se determinó el nivel de cafeína (n > 1 punto 09 g/l. Según NSF y Dinius, ICA califica las calificaciones en línea como buenas o muy malas y señala que los titulares

son igualmente buenos. Estas propiedades se caracterizaron mediante barrido UV-Vis entre 200 y 700 nm.

Debido a la diferencia geográfica, el agua superficial es escasa en el Perú. Sin embargo, sus propiedades son importantes en algunas zonas hidrográficas. Las principales razones del deterioro de la calidad de estas aguas son la ausencia de aguas residuales domésticas, la desinfección de residuos sin tratar, la gestión de residuos sólidos y la carga sobre el medio ambiente. (medio ambiente, hidrocarburos, agricultura y población) y los procesos naturales. (ESDA, 2015).

Muchos investigadores aconsejan usar ambos métodos para analizar el agua porque los parámetros fisicoquímicos brindan información detallada sobre las propiedades químicas y físicas del agua sin revelar información sobre su impacto en la vida acuática, y los métodos biológicos hacen lo mismo pero no revelan nada sobre los contaminantes (Samboni et al., 2007).

A. Parámetros Físicos.

Las propiedades físicas del agua permiten determinar la calidad del agua, a saber: turbidez, color, sabor, olor, sólidos, conductividad eléctrica, temperatura, etc. Sobre la base de estas propiedades, se determinan los parámetros de contaminación.

B. Temperatura.

Una de las propiedades del agua más cruciales, afecta la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación compuesta, la formación de agua, la neutralización y mezcla, la floculación, la sedimentación y la filtración. El medio ambiente, entre otras cosas, puede afectar la temperatura del agua. (Barrenechea, 2018).

La temperatura del agua es un parámetro importante porque afecta el crecimiento de la vida acuática, los procesos y reacciones químicos, así como la capacidad del agua para contribuir a otros usos. Es un indicador

fisicoquímico de la calidad del agua que influye en el comportamiento de otros parámetros de calidad del recurso hídrico, como la temperatura, el pH, la concentración de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. Dado que el oxígeno en agua tibia es insoluble en agua fría, la temperatura aumentará a medida que aumentan las concentraciones químicas, mientras que la falta de oxígeno en el agua superficial deja de promover la actividad a una temperatura agradable. Las bacterias que producen metano a 50°C detienen su actividad a 15°C. Este parámetro se mide en el campo con un termómetro. (DIGESA, 2015)

C. Parámetros Químicos

Los parámetros químicos del agua dependen de su capacidad para disolver diferentes sustancias como sodio, alcalinidad, dureza, fluoruro, metales, sustancias orgánicas y nutrientes. (Barrenechea, 2018).

a) Oxígeno Disuelto (% de saturación)

Usando aire con una saturación de oxígeno del 100% como punto de referencia, esto representa la cantidad de oxígeno en el agua. El crecimiento de la vida y muchos procesos que ocurren en el ambiente acuático están significativamente influenciados por la cantidad de oxígeno en el agua. La respiración es el proceso por el cual los seres vivos absorben oxígeno para mantener el metabolismo. En consecuencia, el oxígeno es un factor crucial en los estudios de calidad del agua. El oxígeno disuelto en el agua varía con la temperatura, por lo que una temperatura más alta significa menos oxígeno en el agua. Esto puede explicar la alta mortalidad de peces durante los meses de verano, ya que los lagos cortados en los ríos del Mediterráneo provocan temperaturas más altas en el aire y menos oxígeno para los organismos vivos. (Barrenechea, 2018).

La saturación de agua se utiliza como punto de referencia y es igual a la del aire si la saturación de oxígeno es del 100 %. Sin embargo, si esto cae, significa que algunos microorganismos están oxidando

activamente la materia orgánica con oxígeno; es decir, hay más oxígeno en la corriente estudiada que el producido como resultado del metabolismo de las algas, lo que conduce a la expansión anaeróbica. Esto podría ser una señal de que la contaminación del agua ha aumentado la cantidad de vida acuática. Como resultado de la abundancia de nutrientes y la presencia de luz, es probable que haya productores primarios (algas y fitoplancton) si el nivel del agua es demasiado alto (superior al 100 por ciento). (Perdomo Pérez, 2018).

b) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)

Según Ramalho (2003), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) es una medida de cuánto oxígeno se necesita para que la actividad aeróbica de oxígeno oxide la materia orgánica biológica en una muestra de agua. El lugar más antiguo en la historia de la industria y la población, el agua subterránea es muy delicada. Todos los lagos, ríos y otros cuerpos de agua se ven afectados por contaminantes crónicos que necesitan oxígeno.

El agua debe contener oxígeno para que la materia orgánica se disuelva. La abundancia de materia orgánica favorece el desarrollo de bacterias y hongos. El oxígeno requerido para oxigenar los seres vivos agota el oxígeno requerido para producir plantas y animales acuáticos. Los peces y la vida vegetal se pierden como resultado de los efectos, que también incluyen cambios en la calidad del agua y un aumento del pH. (Rafo y Ruiz, 2014).

c) Potencial de Hidrogeno (pH)

El pH es una medida de la cantidad de iones de hidrógeno que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica. Se mide en una escala de 0 a 14. En la Tabla 7, una sustancia es neutra, un pH inferior a 7 indica que la sustancia es ácida y un pH superior a 7 indica que es básica.

Cuando un elemento es neutro, el número de átomos de hidrógeno e hidroxilo es igual. Si el número de átomos de hidrógeno (H) es mayor que el número de átomos de hidroxilo (OH⁻), la sustancia es ácida.

La concentración de iones de hidrógeno es el parámetro más importante de la calidad real del agua y de los residuos.

El pH es un factor en cada paso del proceso de suministro y tratamiento de aguas residuales, incluida la desoxidación, el ablandamiento, la precipitación, la estabilidad, el saneamiento y el control de la corrosión. El pH, el resultado de la reacción entre los iones de hidrógeno, determina la acidez o basicidad de una solución a una temperatura dada.

Cuando llegan al laboratorio, se recomiendan mediciones de iones in situ para que las mediciones de iones no cambien debido al transporte o almacenamiento a largo plazo en contenedores adecuados. El método in situ es el método electrométrico. (DIGESA, 2015).

d) Parámetros Microbiológicos: Coliformes totales (bacteria coliforme).

El término "bacterias coliformes" se refiere a un grupo definido de bacterias gramnegativas con un largo historial de análisis de la calidad del agua. En la literatura antigua, estas bacterias se denominan coliformes, coli, etc. se dan nombres. Se usa con diferentes nombres. Si bien algunas de las bacterias de este grupo pueden ser dañinas, otras pueden proliferar en entornos acuáticos. Estas bacterias, que son estériles y pueden detectarse mediante pruebas rápidas y económicas, se utilizan principalmente para controlar la pureza del agua potable. Los procedimientos implican la filtración de LES Endo Agar a través de varios tubos o membranas y una incubación de 24 horas a 35–37 °C. Recientemente, la enzima β -D-galactosidasa, que hidroliza sustratos cromogénicos, también se ha utilizado para

identificar bacterias coliformes. En soluciones acuosas, da como resultado la liberación de cromógenos y cambios de color como orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosido (ONPG).(RIVERO, 2021. Pág 170).

El propósito principal de la prueba de coliformes no es detectar contaminación fecal, sino probar la calidad del agua potable purificada. (OMS, 2004).

La definición de calidad de los recursos es "la capacidad inherente del agua para responder al uso humano, que influye directamente en la salud y el bienestar de todos los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad". Además, la salud de los objetos afecta la calidad de los alimentos, la salud humana y la actividad económica. (Escalante, 2018. Pág. 119)

Las propiedades del agua (físicas, químicas o biológicas) son los componentes básicos de la definición de la calidad del agua.; Esto significa tener en cuenta las condiciones ambientales, así como los usos y valores proporcionados por la sociedad. La visión moderna no los ve por separado. (Aguilar, 2010).

La calidad del agua es un concepto que abarca todos los significados del mundo y está relacionado con el uso de los recursos naturales. Debido a esto, el agua que es apta para el consumo humano puede no ser apta para la industria, incluso si es lo suficientemente limpia para sustentar la vida de los peces. (Barrenechea, 2004).

El monitoreo de la calidad del agua juega un papel importante en la evaluación de riesgos y la atención de la salud, y tiene el potencial de influir en el desarrollo de políticas públicas destinadas a mejorar el desarrollo y la calidad del agua potable en los pozos peruanos. (Vilena, 2018).

Los resultados de parámetros fisicoquímicos o microbiológicos se comparan con lineamientos de calidad y conceptos legales de estándares

desarrollados de acuerdo con la práctica de uso del agua en lo que respecta a la calidad del agua y la contaminación de los ríos. (Montero y Ramírez, 2018).

La contaminación del agua es la introducción de sustancias químicas, físicas o biológicas en cuerpos de agua (lagos, ríos y océanos) que contaminan la calidad del agua y tienen un efecto adverso en la vida acuática allí, así como en las personas que la usan. La calidad del agua se ve afectada y su disponibilidad disminuye como resultado de la contaminación de los ríos provocada por la acumulación de desechos industriales, farmacéuticos y químicos. (González, 2008).

Se requieren muchos ajustes, incluida la construcción de canales de riego y represas, para utilizar completamente el agua del río. La calidad del agua en las cuencas hidrográficas se ve afectada por el uso de la tierra porque la silvicultura, la agricultura, la industria y la urbanización son las principales fuentes de contaminación locales y globales. Como resultado, la calidad del agua subterránea y los recursos hídricos se ven afectados. De hecho, muchas de las actividades anteriores afectan las aguas subterráneas. (Flores, 2017 pág. 24)

La contaminación puede verse como un costo social que cubre todas las actividades económicas y significa una pérdida de bienestar general, ya que el consumo de saneamiento cuesta dinero. (Aguilar, 2010).

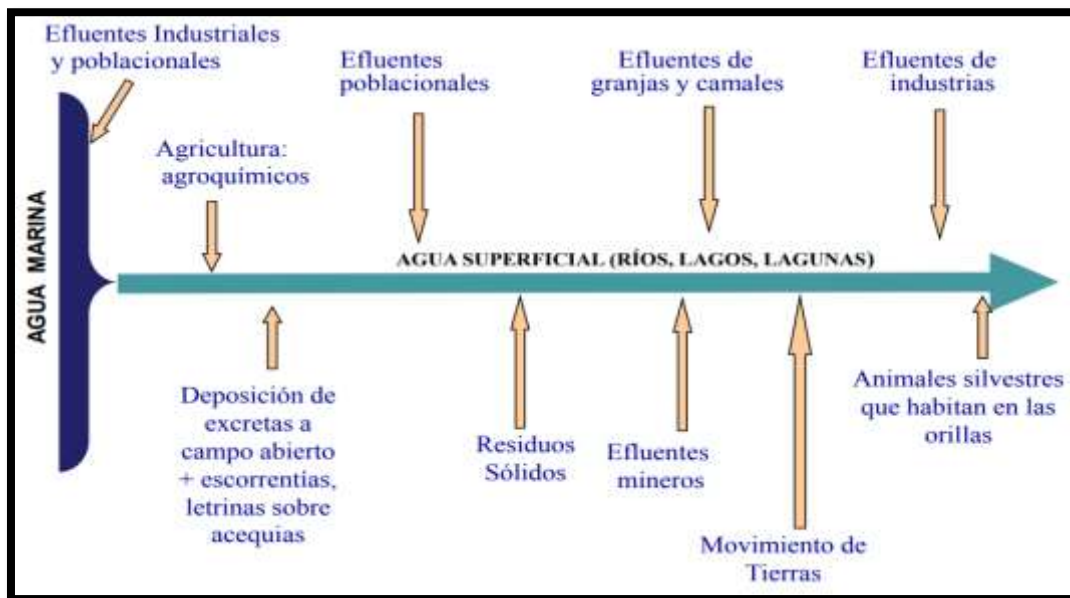
Entre las causas de la contaminación, existen dos tipos: naturales y antropogénicas.

Según Spinoza, (2017) indica que primero se caracteriza por la química del suelo en zonas de formación volcánica o cuadrangular donde hay presencia de ciertos metales y metaloides como el hierro, el cobre o el arsénico. Un tipo de fuente antropogénica se puede expresar como:

- Procesamiento inadecuado de agroquímicos,
- Minas irregulares,
- Obligaciones medioambientales,
- Drene el agua sin tratar,
- Mal manejo de residuos sólidos

La calidad de los recursos hídricos en las 35 divisiones hidrográficas del Perú se reduce como resultado de todas estas fuentes. (Spinoza, 2017).

Figura N° 1. Fuentes de contaminación de los recursos hídricos



Fuente: ANA (2016)

Basado en el "Análisis de Componentes Principales" (PCA) y una cantidad sustancial de datos de numerosos estudios limnológicos relacionados, Ramrez (1997) desarrolló el Índice de Contaminación del Agua (ICO), un método para analizar la contaminación del agua en Colombia. en el sector petrolero. Estos indicadores demuestran el rango de contaminación del agua de cero (nivel de contaminación muy bajo) y 1 (nivel de contaminación muy alto) (Restrepo, 2015).

Los Indicadores de Contaminación (ICO) son una herramienta potente y fácilmente identificable de gran utilidad para determinar la calidad de las aguas continentales y cumplen esta función con mayor visibilidad y transparencia que los indicadores de calidad tradicionales (ICA). Su uso cobra importancia cuando se estudia un número reducido de cursos y aumenta cuando se conocen muchas estaciones. (Ramírez et al., 1997)

Según Ott (1978), ICO es una herramienta actualmente disponible para reducir, interpretar y clasificar la información producida por la observación de un texto:

- Controle el uso de recursos mientras educa a los tomadores de decisiones sobre la disponibilidad de recursos.
- Planificación espacial que se puede utilizar para comparar el estado de los recursos en diferentes áreas.
- El uso de leyes contra problemas ambientales indica si se han violado las leyes existentes y las leyes ambientales.
- Supervisar las tendencias que indican que la calidad ambiental se está deteriorando o mejorando con el tiempo.
- Información pública que ayude a concienciar y educar a las personas sobre el medio ambiente.
- Investigación científica que proporciona una comprensión de los fenómenos ambientales para integrar grandes cantidades de datos y analizarlos fácilmente.

De acuerdo con los resultados de los indicadores de contaminación, como se muestra en la tabla, la idoneidad de la calidad del agua se califica en una escala de 0 a 1.

Tabla 1: Calificación de la calidad del agua según los valores que tomen los indicadores de contaminación.

Categorías de valores que puede tomar el índice	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0.8-1.0	Muy alto	Rojo
0.6-0.8	Alto	Naranja
0.4-0.6	Medio	Amarillo
0.2-0.4	Bajo	Verde
0.0-0.2	Ninguno	Azul

Fuente: Adaptado de González (2017).

Así en Ramírez y Otros (1997) y Ramírez et al. (1999) estudiaron los signos de contaminación por inopia mafomula; contaminantes por mineralización, contaminantes por materia orgánica, contaminantes por materia en suspensión, contaminantes por condiciones tróficas, contaminantes por temperatura, contaminantes por pH y contaminantes por hidrocarburos aromáticos y alifáticos.

Estos parámetros de contaminación dependen del clima de los cursos de agua para diferentes cuerpos de agua sin casi ninguna correlación entre ellos. Los indicadores se representan fácilmente (matemática o gráficamente) y permiten identificar el tipo de problemas ambientales. Debido al reducido número de variables, el uso de estos indicadores muestra un claro beneficio económico, por lo que es importante incluirlos en las leyes ambientales nacionales. Este índice de contaminación se basa en una serie de factores fisicoquímicos, incluidos los coliformes totales, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y los niveles seleccionados de saturación de oxígeno. Cuando se toman en su conjunto, estos factores demuestran la diferencia en el efecto de reducir la interacción de la contaminación biológica entre ellos. (MONTERO, 2018. pág.91.)

ICOMO es el valor promedio de los indicadores individuales de las tres especies seleccionadas y está determinado por la siguiente ecuación.

$$ICOMO = \frac{1}{3}I_{DBO} + I_{coliformes\ totales} + I_{oxigeno\ \%}$$

Dónde: I_{DBO} : se deriva de la siguiente expresión.:

$$I_{DBO} = -0,05 + 0,70 \text{ Log}_{10} \times DBO \text{ (mg/L)}$$

- DBO mayores a 30 mg/L , tienen $I_{DBO} = 1$
- DBO menores a 2 mg/L , tienen $I_{DBO} = 0$

$I_{Col.Tot.}$: se deriva de la siguiente ecuación:

$$I_{Col. Tot.} = -1,44 + 0,56 \text{ Log}_{10} \times Col. tot. \text{ (NMP/100mL)}$$

- CT mayores a 20 000 NMP/100mL, tienen $I_{Col. Tot.} = 1$
- CT menores a 500 NMP/100mL, tienen $I_{Col. Tot.} = 0$

$I_{oxigeno\ \%}$. se deriva de la siguiente ecuación:

$$I_{oxigeno\ \%} = 1 - 0,01 \times oxigeno\%$$

- Oxígeno (%) mayores a 100% tienen $I_{oxigeno\ \%} = 0$

Para sistemas lénticos con tasas de eutrofización y saturación superiores al 100%, se recomienda la siguiente palabra.:

$$I_{oxigeno\ \%} = 0,01 \times oxigeno\% - 1$$

El índice de saturación de temperatura (ICOTEM), que se basa en la diferencia entre la atmósfera y el cuerpo receptor, permite evaluar las características de la temperatura atmosférica. (Ramírez, 1999).

Para obtener IOTEM, el cálculo pasa por la siguiente ecuación:

$$ICOTEM = -0,49 + 1,27 \text{ Log}$$

(Temperatura vertimiento Temperatura curso receptor)

Definiéndose en un rango de 0 a 1.

El valor ICOTEM es 0 si la diferencia de temperatura es inferior a 275,7 K (2,5 °C).

El valor ICOTEM es el mismo si la diferencia de temperatura es superior a 288 K (15 °C)

Las relaciones definidas para esta diferencia en los Institutos Nacionales de Salud-INSF ICA (MOPT 1992) fueron adaptadas para generar el índice de impurezas de pH (ICOPH) con la siguiente corrección: Escala de respuesta 0 – 1 a 1 – 0 (tipo – contaminación), Ajuste ICO 0 Ajuste de pH neutro, ajuste el valor entre extremo y medio. (Ramírez et al., 1999).

Las emisiones de CO₂ de los organismos o de la atmósfera, el ácido sulfúrico de otros minerales y los ácidos húmicos solubles de la arcilla del suelo pueden causar que el agua tenga un pH ácido. (Johnston et al., 1990).

El índice se calcula utilizando la siguiente ecuación ICOpH:

$$ICOpH = \frac{e^{-31,08 + 3,45 pH}}{1 + e^{-31,08 + 3,45 pH}}$$

Se obtiene el valor mostrado en el análisis y se calcula el índice ICOpH si el pH obtenido es mayor a 7. Si el resultado de pH es menor a 7, la ecuación es pH = 14 - pH.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación.

Tipo de investigación.

Aplicado, dado que el objetivo de este proyecto de investigación es recopilar datos y crear una base de datos que sirva de base para la creación de nuevo conocimiento y la implementación de técnicas de resolución de problemas ambientales.

Al mismo tiempo, se debe analizar el método de análisis de indicadores de contaminación (IKO), que muestra la contaminación del río Tarma.

Diseño de investigación.

Se recomienda comparar los indicadores de contaminación en cada punto de muestreo utilizando un diseño completo aleatorio (DCA). es un enfoque para la planificación y análisis de experimentos en el que los tratamientos son asignados al azar a las unidades experimentales, con el objetivo principal de controlar las variables aleatorias y establecer relaciones causales entre las variables independientes y dependientes mediante la eliminación de las diferencias no controladas entre los grupos de tratamiento (Fisher, 1926).

La Tabla 2 exhibe la matriz de diseño.

Tabla 2. Matriz de Diseño

ICO	Factor de interés (Contaminación del agua)		
	PM 01	...	PM 05
ICOMO	$R_{1,1}$...	$R_{5,1}$
ICO pH	$R_{1,2}$...	$R_{5,2}$
ICOTEM	$R_{1,3}$...	$R_{5,3}$

Dónde: PM: Puntos de Muestreo;

$R_{i,j}$: parámetros: físicos, químicos y microbiológicos (ICO del factor i).

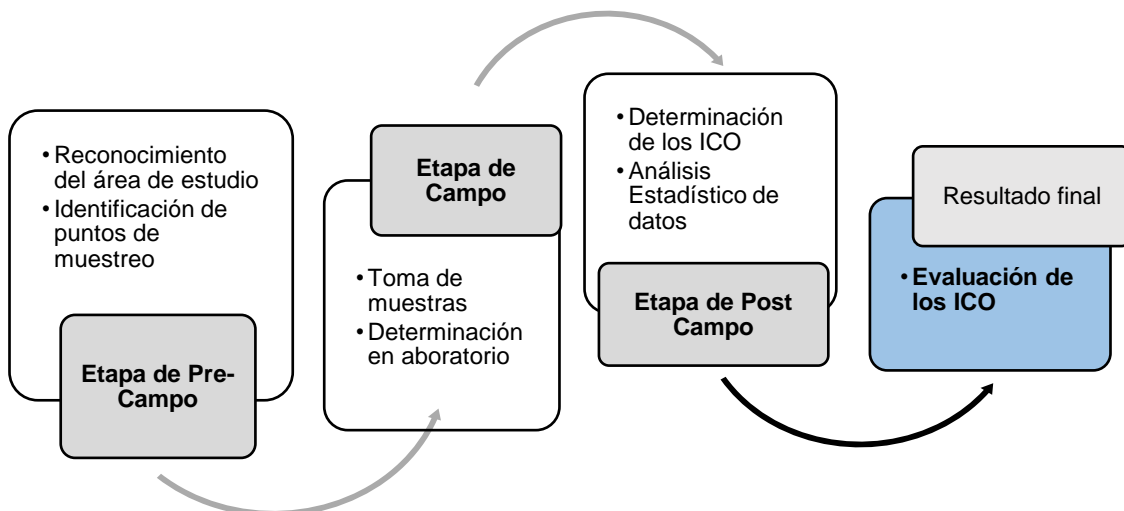
Procedimiento.

La evaluación de los índices de contaminación del agua del río Tarma en Junín, 2021, puede ser realizada siguiendo los siguientes pasos:

1. Establecer las normas y regulaciones para la calidad del agua en el río Tarma en Junín.
2. Establecer puntos de muestreo a lo largo del río Tarma para recolectar muestras de agua.
3. Realizar análisis químicos y microbiológicos en las muestras recolectadas para determinar los niveles de contaminación.
4. Comparar los resultados obtenidos con los límites establecidos por las normas ambientales para agua potable.
5. Preparar un informe de los resultados, incluyendo una descripción detallada de los hallazgos y las conclusiones.
6. Informar a las autoridades ambientales y a la comunidad local sobre los resultados y las medidas necesarias para abordar cualquier problema de contaminación detectado.

La investigación se lleva a cabo a través de los pasos del siguiente cuadro metodológico presentado en la Figura 2.

Figura 2. Esquema metodológico.



Fuente: Diseño del autor.

3.2. Variables y operacionalización.

La matriz de distribución para el estudio propuesto es lo que veremos a continuación.

Tabla N° 3: Variables y operacionalización

Pregunta general	Pregunta específica	Objetivo general	Objetivo Específico	Variable	Dimensión	Indicadores
¿Cómo se encuentra la contaminación del agua del río Tarma en Junín en 2021?	1. ¿Cuáles son los niveles de contaminación por metales pesados en el Río Tarma en Junín en 2021?	Evaluar los índices de contaminación del agua del río Tarma en Junín en 2021.	1. Determinar los niveles de contaminación por metales pesados en el Río Tarma en Junín en 2021	1. Contaminación del agua (variable independiente)	• Niveles de contaminación por metales pesados	Concentración de metales pesados (mg/L)
	2. ¿Cuáles son los niveles de contaminación por productos químicos en el Río Tarma en Junín en 2021?		2. Determinar los niveles de contaminación por productos químicos en el Río Tarma en Junín en 2021		• Niveles de contaminación por productos químicos	Concentración de productos químicos (mg/L)
	3. ¿Cuáles son los niveles de contaminación por microorganismos en el Río Tarma en Junín en 2021?		3. Determinar los niveles de contaminación por microorganismos en el Río Tarma en Junín en 2021		• Niveles de contaminación por microorganismos	Número de unidades formadoras de colonias (UFC/100mL)
				2. Índices de contaminación (variable dependiente)	• Índice de contaminación por metales pesados	Índice de contaminación por metales pesados (ICMP)
					• Índice de contaminación por productos químicos	Índice de contaminación por productos químicos (ICPQ)
	• Índice de contaminación por microorganismos		Número de microorganismos por unidad de volumen o masa.			

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

El área de estudio se ubicó en plena sierra, en el microclima hidrográfico de Tarma, afluente del río Perené que alimenta al río Perené, en el microclima hidrográfico de Tarma, provincia de Junín, Río Satipo. Las terrazas principales son los lagos Yaahuinpuquio. El río Tarma, junto con sus regiones de Huantay y Collana, se representan en la Figura 3 como el área de estudio.

Figura 3: Recorrido parcial del río Tarma – ciudad de Tarma



Fuente: ANA

3.4. Muestra y muestreo

Siendo las aguas del río Tarma y sus afluentes con la siguiente información geográfica:

11°13'27" S, 75°30'20" W. 3,050m asl
16:23 (PET - UTC/GMT--5)

Río Tarma: Clase H - Hidrográfica, Zona de Avalanchas en América del Sur, Departamento de Junín en Perú, código de área Américas / Europa Occidental. Está situado a una altura de 3050 metros sobre el nivel del mar.

Sus coordenadas son 11°13'27" W y 75°30'20" W o -11.2242 y -75.5056 (diez grados) en formato DMS (grados, minutos, segundos). Su ubicación es UTM VN45 y su referencia es la Mesa de Operaciones Conjuntas SC18-14.

El investigador decidió tomar muestras del agua, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en la Resolución Jefatura. Las muestras se tomaron en septiembre de 2021, que es la temporada de inundaciones, según la ANA 010-2016-ANA (ANA, 2016).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Estos protocolos de evaluación permiten evaluar parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Los métodos utilizados para la recopilación de datos se muestran en la Tabla 4.

Tabla N° 4: Métodos de análisis de parámetros

Parámetro	Método	Referencia
DBO ₅	Respirométrico (Oximetría)	(APHA, 1998), Standard Methods, methods 4500 - O C y 5210 B
% de Saturación de oxígeno	Electrodo Selectivo (Oximetría)	Manual de uso
Coliformes Totales	Número Más Probable (Tubos múltiples de fermentación)	(APHA, 2012), Standard Methods, method 9221 B y C
pH	Potenciométrico (pH metro)	Manual de uso

Parámetro	Método	Referencia
Temperatura (vertimiento y receptor)	Electrodo selectivo (Termómetro)	Manual de uso

Fuente: Elaboración propia del autor.

a) Demanda bioquímica de oxígeno

Mediante el método respirométrico / manométrico Oxytop se calculó la demanda bioquímica de oxígeno desarrollado adaptando el método estándar de análisis de aguas y residuos, 20ª edición, metodología 4500 - 0 C y 5210B.

El volumen de la muestra se transfirió a una botella EVO-BOD, la solución nutritiva se pipeteó utilizando el factor de dilución que se muestra en la Tabla 5, se insertó la barra magnética y se colocó el depósito de goma con 2 – 4 perlas de NaOH en la boca de la botella (p a) El sensor se encendió y se dejó durante cinco días para recolectar datos en la botella sellada con el sistema de agitación en la incubadora del refrigerador a 20°C.

Tabla N° 5: Especificaciones de los valores de muestra y solución nutriente

Factor de multiplicación	DBO esperada (mg/L)	Volumen de muestra (mL)	Volumen de solución del nutriente (mL)
1	0 – 40	432	1,7
2	0 – 80	365	1,5
5	0 – 200	250	1,0
10	0 – 400	164	0,6
20	0 – 800	97	0,4
50	0 – 2000	43,5	0,2

Fuente: Propia del autor.

b) Porcentaje de saturación de oxígeno.

Para determinar el contenido de oxígeno se utilizó un método electrométrico, de acuerdo con el método descrito en el manual del instrumento de campo multiparamétrico HI 9829-HANNA. Previamente se configuró el multiparámetro para continuar con la medida.

c) Coliformes totales

Para determinar el número de coliformes se utilizó un método multitubo para lo cual se desarrolló el método estándar 9221B-9221C para análisis de aguas y aguas residuales (APHA, 1998).

A los tubos se les agregó una muestra de agua con una solución de lauril sulfato, se dejó por 24 horas a una temperatura de 35°C, se registró la aparición de gas en los tubos (ensayo teórico), luego de lo cual se comprobó la formación de cada tubo gaseoso. La presencia de coliformes se confirmó por la presencia de gas durante 48 horas a 35°C con una botella verde (prueba específica), se registró el número de tubos confirmados y se calculó el MPN para indicar el resultado.

d) pH

Para la determinación del pH se siguió el método estándar 4500-HB para el análisis de aguas residuales por método electrométrico (APHA, 1998).

El potenciómetro modelo HI 5521-HANNA se configuró primero de acuerdo con las instrucciones del fabricante antes de tomar su lectura y valor.

e) Temperatura

Para el monitoreo de la temperatura se siguió el método 2550-B del Standard Method for Water and Water Analysis (APHA, 1998).

Los cálculos se completaron después de que el multiparámetro de campo HI 9829-HANNA se había configurado inicialmente de acuerdo con las instrucciones de configuración del fabricante.

Fuentes Primarias

Habló sobre los datos recopilados por herramientas de medición directa e indirecta.

Fuentes secundarias.

Describen datos recopilados de normas inteligentes y leyes peruanas o el máximo permitido, y datos de ubicación de puntos de muestreo.

3.6. Procedimiento.

En primer lugar, se realizó la identificación de cada punto, para luego cumplir todos los procedimientos que el ítem anterior señala para determinar luego con la ayuda de la bibliografía, el asesor y especialistas las determinaciones con respecto a los valores hallados

3.7. Rigor científico.

Como en toda investigación toda la información es idónea y correcta, es veraz y válida en todos sus resultados, la afirmación de los resultados realizados por medio de una investigación seria desde sus bases teóricas incluso sus técnicas de acopio de información y procesos del mismo en los productos que se han determinado.

3.8. Método de análisis de datos.

Estadísticos.

a) Prueba de comparación múltiple

Se usó una prueba comparativa LSD (Diferencia significativa post hoc) al nivel de significancia del 5% para determinar la diferencia en el valor ICO entre los puntos de muestreo.

b) Prueba de Correlación de Pearson (Rs)

Esta prueba se utilizó para evaluar la correlación numérica entre el Índice de Riesgo (ICO).

Si el costo es Rs:

- -1 = correlación negativa absoluta.
- Entre -1 y -0,5 = fuerte correlación negativa.
- -0,5 a 0 = correlación negativa débil.
- 0 a 0,5 = buena vulnerabilidad.
- 0,5 a 1 = fuerte correlación positiva.
- Ma 1 = correlación perfectamente buena entre 2 datos.
- Si es 0, no existe relación entre las variables y se acepta la hipótesis nula; si no lo es, se rechaza.

El nivel de significación se utiliza para evaluar la relación entre las variables. Nivel de significación (α): $\alpha = 0,05$.

Representación

Los datos se presentan en tablas de resumen que muestran el coeficiente de variación similar a los gráficos de media, desviación estándar y mediana.

Técnica de comprobación de hipótesis

Se ha establecido la siguiente hipótesis estadística:

La hipótesis nula, H_0 : El valor de ICO no es significativamente diferente en el punto de muestreo.

Para probar la hipótesis nula y determinar la significancia de la diferencia entre los puntos de muestra a un nivel de significación del 5 %, se realizó un análisis de varianza (ANOVA).

Si $\alpha > \text{valor } p$ o se rechaza la probabilidad de prueba H_0 .

El valor p es la probabilidad de que la distribución sea normal.

Se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurion XIV y Six Sigma para procesar los datos por triplicado.

3.9. Aspectos éticos

Se ha especificado toda la tesis tomando en cuenta los componentes básicos de la situación determinada, que el análisis y acatamiento a los datos por su naturaleza u origen, como también se ha salvado la identidad del estudio. El documento es original de acuerdo a lo que la universidad dispone.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de los Puntos de Muestreo

Se siguió el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua Subterránea (Programa de Manejo cuando se realizó el muestreo N° 010-2016-ANA), que obliga a la toma de muestras, lineamientos y consejos sobre los equipos y materiales apropiados para la toma de muestras de agua.

Este tipo de muestreo, apropiadamente llamado muestreo redondo o por lotes, implica tomar parte del agua de un lugar o área en particular para su análisis. (ANA, 2016). La cantidad de puntos de muestreo se muestra en la Tabla 6.

Tabla N° 6: Coordenadas de puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM		Altura msnm	Hora de muestreo
RChum-01	-11.415135 X	-75.687319 Y	3496	10:20:31
RChum-02	-11.388110 X	-75.689270 Y	2950	11:54:39
RChum-03	-11.357260 X	-75.666997 Y	2883	12:20:14
RChum-04	-11.356697 X	-75.609352 Y	2801	12:38:56
Rchum-05	-11.340052 X	-75.559489 Y	2765	12:58:37

Donde: X Latitud y Y Longitud: Coordenadas UTM

4.2. Parámetros Evaluados

Se examinaron los factores físicos, químicos y microbiológicos en el río Tarma, y las mediciones de coliformes totales, pH, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, coeficiente de saturación de oxígeno y pH en cinco lugares diferentes del río permitieron calcular los parámetros de contaminación.

La demanda bioquímica se determinó por respirometría utilizando el instrumento EVO-Velp e incubadora, los resultados se pueden ver en la tabla 7 (valor $p < 0$), En el Anexo 2 se muestra un análisis de diferencias con valores informados de 0,00. mgO₂/L a 115,67 mgO₂/L.

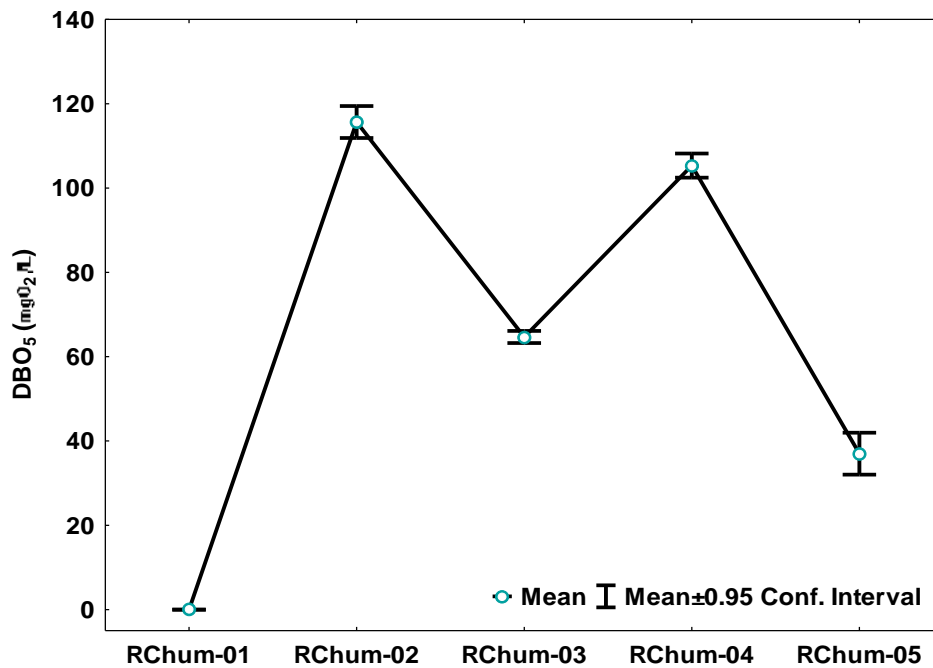
Tabla N° 7: DBO₅ en los puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	DBO ₅ (mgO ₂ /L)		
	\bar{X}	\pm	S
RChum-01	0.00	\pm	0.00 ^A
RChum-02	115.67	\pm	1.53 ^B
RChum-03	64.67	\pm	0.58 ^C
RChum-04	105.33	\pm	1.15 ^D
RChum-05	37.00	\pm	2.00 ^E

Nota: \bar{x} media; s es la desviación estándar con valores iguales a $\alpha = 5\%$, lo que significa que no hay diferencia significativa cuando se evalúa con la prueba LSD. Una copia de los datos se proporciona en el Anexo 2.

La figura 7 muestra las variaciones en la demanda bioquímica de oxígeno en los distintos sitios de muestreo, con una ligera disminución en los puntos RCUm-03 y RChumb-04, que parece aumentar a partir del punto RChumb-02, estas diferencias están relacionadas con la antropogénica. la contaminación, especialmente las aguas residuales domésticas, mientras que el concepto RCum-01 no prevé la contaminación y la vida.

Figura N° 4. DBO₅ en los puntos de muestreo



Fuente: Propia del investigador.

Usando el multiparámetro de Hanna, el nivel de saturación de oxígeno se calculó electrométicamente. Los resultados se muestran en la Tabla 8, donde se puede apreciar que existe una diferencia significativa entre los puntos muestrales (p valor 0.05), con valores reportados que van desde 20.77 a 110.90 por ciento según el análisis de varianza.

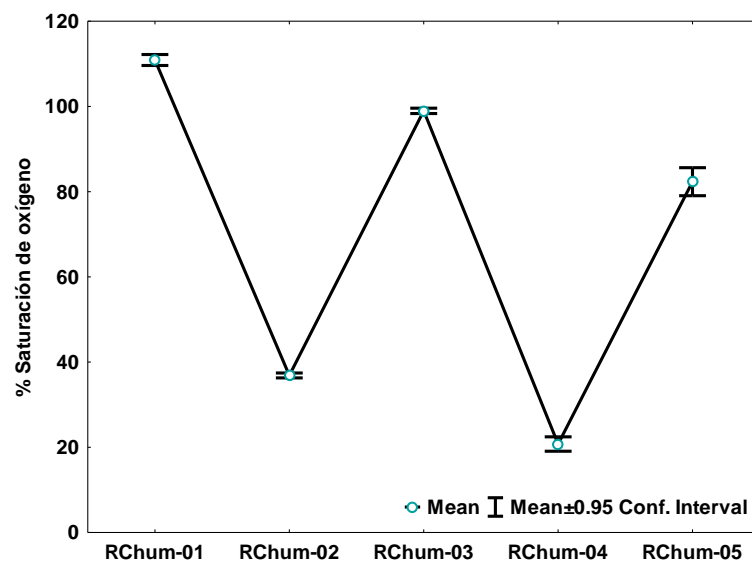
Tabla N° 8: Porcentaje de saturación de oxígeno en los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	% Saturación de Oxígeno		
	\bar{X}	\pm	S
RChum-01	110.90	\pm	0.52 ^A
RChum-02	36.87	\pm	0.23 ^B
RChum-03	98.97	\pm	0.25 ^C
RChum-04	20.77	\pm	0.68 ^D
RChum-05	82.33	\pm	1.32 ^E

Nota: \bar{x} media; s es la desviación estándar con valores iguales a $\alpha = 5\%$, lo que significa que no hay diferencia significativa cuando se evalúa con la prueba LSD. La información resumida se proporciona en el Anexo 3.

Un indicador importante de los resultados del análisis de la calidad del agua es el grado de saturación de oxígeno, que depende de la cantidad de gases, en particular de moléculas de oxígeno, en el agua presentados en los puntos RCum-02 muestran un valor bajo y contaminación Rchum-04, esta diferencia entre las diferentes partes puede deberse a la destrucción de bacterias, falta de circulación de aire y falta de fotosíntesis, entre otras cosas. (Fondriest Environmental, 2013).

Figura 5. Porcentaje de Saturación de oxígeno en los puntos de muestreo



Fuente: Propia del autor.

Las diferencias entre puntos de muestreo en la saturación de oxígeno se muestran en la Figura 8; a partir de esto, podemos ver que el punto RCum-01 exhibe un exceso de oxígeno, mientras que los puntos RCum-02 y RCum-04 proporcionan una buena saturación. Por otro lado, los puntos RCum.03 y RCum-05, que están relacionados con los contaminantes, mostraron una saturación muy baja dependiendo de la geología de la estación. Por otro lado, experiencias similares reportan Benjumea y Alvarez (2017) en el río Negro en Antioquia.

Se usaron múltiples tubos para detectar todos los coliformes y los resultados se muestran en la Tabla 9 con valores que van desde 300 NMP/100 mL hasta > 110 000 NMP/100 mL.

Los indicadores y resultados de contaminación por coliformes muestran niveles altos que indican la presencia de contaminación fecal en diferentes áreas de estudio. (Chávez et al., 2016b).

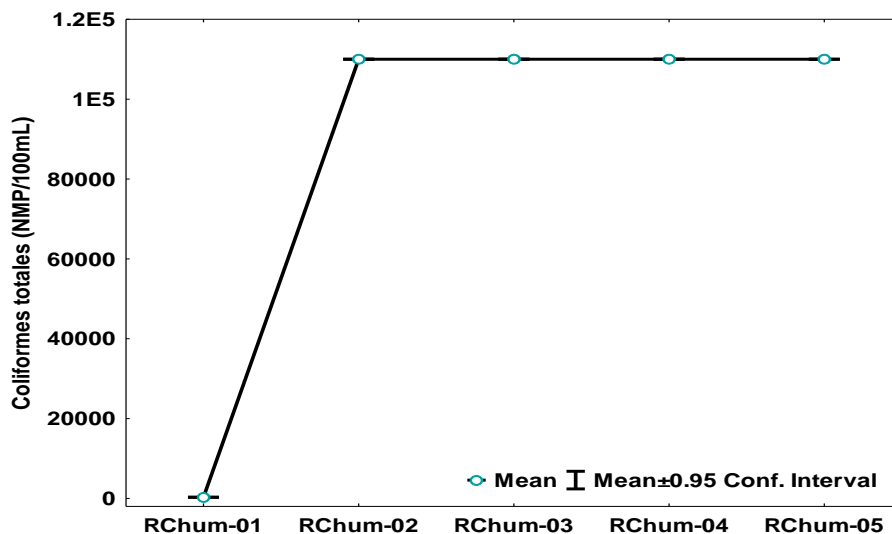
Tabla 9: Coliformes totales en los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Coliformes totales NMP/100mL
RChum-01	300
RChum-02	>110000
RChum-03	110000
RChum-04	>110000
RChum-05	>110000

Nota: NMP es el número más probable

La figura 9 muestra la diferencia de todos los coliformes, en el punto RCum-01 podemos ver una disminución de coliformes, pero muy superior al punto RCum-02, esta diferencia se debe principalmente a la contaminación de sustancias orgánicas.

Figura 6. Coliformes totales en los puntos de muestreo



Fuente: Propia del autor.

Tabla de resultados No. 10, donde se evidencia la diferencia significativa entre los puntos muestrales (p-valor 0.05). El pH se determinó electrométicamente utilizando un multiparamétrico marca Hanna. Los valores reportados fluctuaron entre 7.52 y 8.44, según el análisis de varianza del Anexo 4.

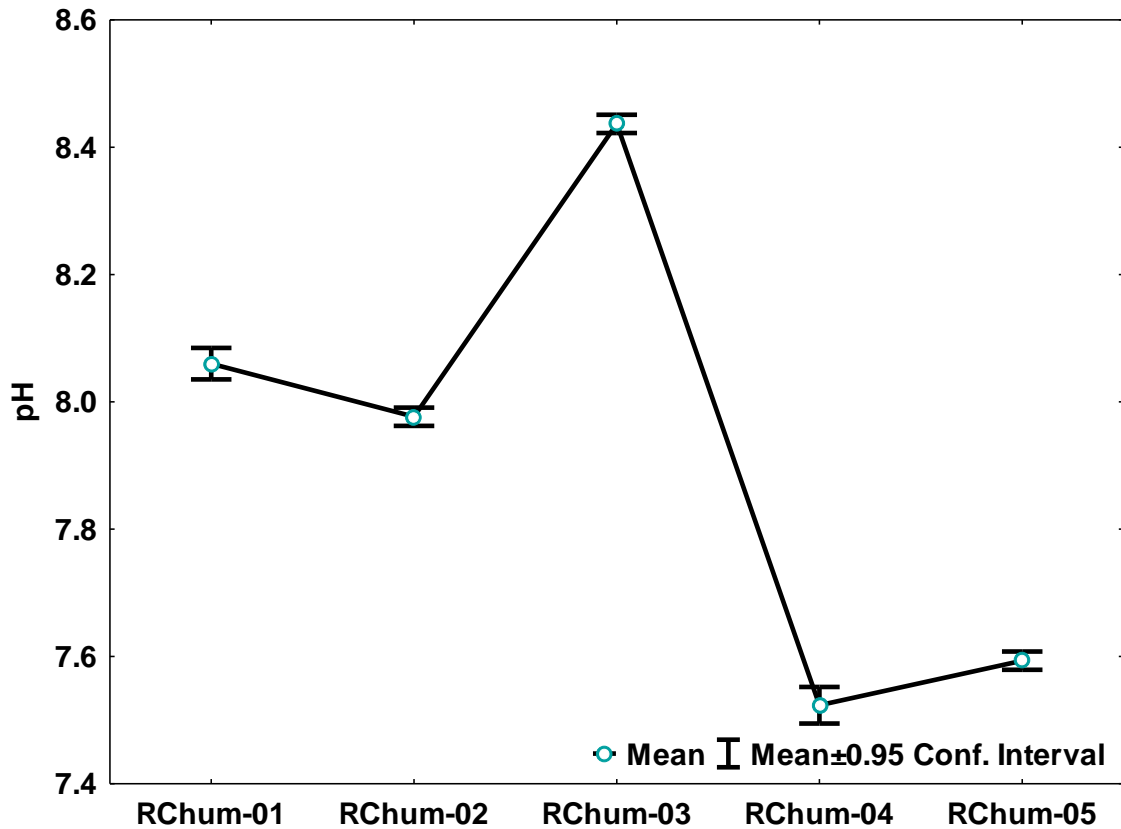
Tabla 11: pH en los puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	pH		
	\bar{X}	\pm	S
RChum-01	8.06	\pm	0.01 ^A
RChum-02	7.98	\pm	0.01 ^B
RChum-03	8.44	\pm	0.01 ^C
RChum-04	7.52	\pm	0.01 ^D
RChum-05	7.59	\pm	0.01 ^E

Nota: \bar{x} media; s es la desviación estándar con valores iguales a $\alpha = 5\%$, lo que significa que no hay diferencia significativa cuando se evalúa con la prueba LSD. Una copia de los datos se encuentra en el Anexo 4.

La Figura 10 representa el cambio de pH; se puede observar que los puntos RCum-01 y RCum-03 muestran un pH bajo, mientras que los puntos RCum-02, Rhum-04 y Rhum-05 muestran un pH bajo y dan un pH neutro.

Figura 7. pH en los puntos de muestreo



Fuente: Propia del autor

La temperatura se ajustó utilizando el multiparámetro marca Hanna, el resultado como se muestra en la Tabla 11 (p-valor 0,05), existe una diferencia significativa entre los puntos de muestra del cuerpo del operador, con valores que van desde 10,66 °C hasta 14,75 °C.

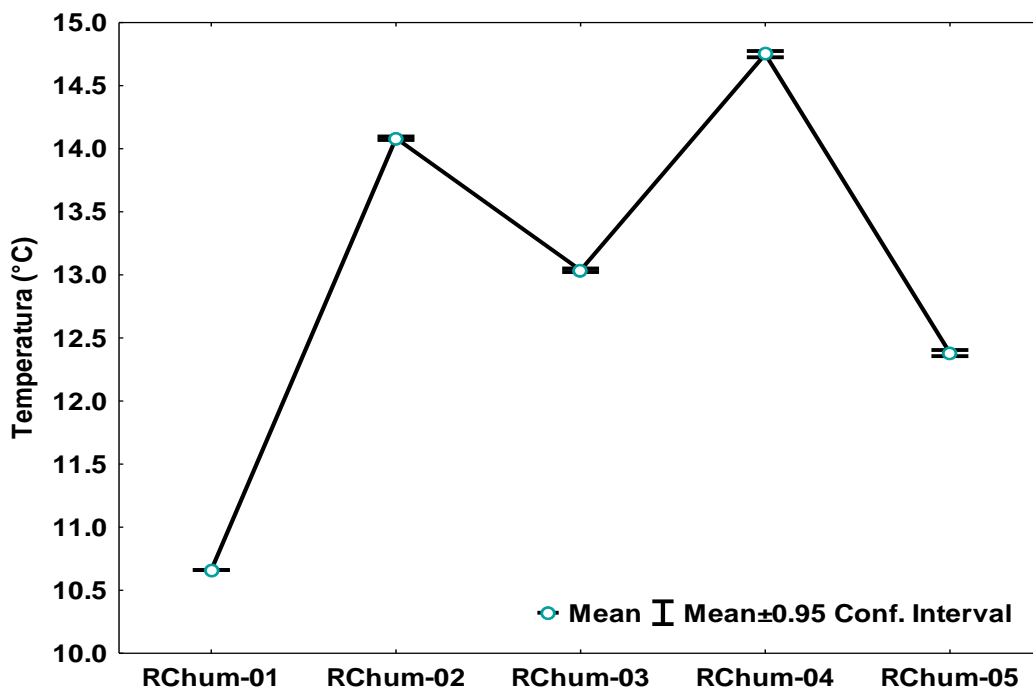
Tabla 11: Temperatura en los puntos de muestreo cuerpo receptor

Puntos de Muestreo	Temperatura (°C)		
	\bar{X}	\pm	S
RChum-01	10.66	\pm	0.00 ^A
RChum-02	14.08	\pm	0.01 ^B
RChum-03	13.04	\pm	0.01 ^C
RChum-04	14.75	\pm	0.01 ^D
RChum-05	12.38	\pm	0.01 ^E

Nota: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar con valores iguales a $\alpha = 5\%$, lo que significa que no hay diferencia significativa cuando se evalúa con la prueba LSD. Una copia de los datos se proporciona en el Anexo 5.

La figura 11 muestra los cambios de temperatura en las áreas de muestra donde se pueden observar algunas diferencias, los puntos RCum-02 y RCum-04 muestran la temperatura más alta, mientras que los puntos RCum-01, RCum-03 y RCum-05 muestran los cambios de temperatura. Da una temperatura mínima durante el muestreo.

Figura 8. Temperatura en los puntos de muestreo cuerpo receptor



Fuente: Propia del autor.

En términos comparativos, la Tabla No. 12 muestra los resultados de la temperatura de flujo, pero no proporciona un análisis de este parámetro en los puntos RCUM-01 y RCum-05 cuando se muestra como punto RCum-02. El sitio de disposición principal es donde se retiran las aguas residuales del sitio de excavación, el punto RCum-03 corresponde a la segunda área dentro del área de dragado, y el punto RCum-04 corresponde a la tercera área

dentro de la misma. Avalanche Zone, pero vale la pena señalar que hay conductores que van hasta el final.

Tabla 12: Temperatura en los puntos de muestreo vertimiento

Puntos de Muestreo	Temperatura (°C)		
	\bar{X}	\pm	S
RChum-01	---		---
RChum-02	18.98	\pm	0.02
RChum-03	17.63	\pm	0.06
RChum-04	17.36	\pm	0.03
RChum-05	---		---

Nota: La media se denota con la letra \bar{x} ; y la desviación estándar se denota con la letra s. En el Anexo 5, se muestra los informes.

4.3. Determinación de los Índices de Contaminación

a) Índice de contaminación por materia orgánica - ICOMO

Los resultados se muestran en la tabla 13, donde podemos ver claramente que existen diferencias significativas entre los puntos de muestreo. El índice de contaminación de materia orgánica se calculó utilizando los parámetros DBO5, porcentaje de saturación de oxígeno y coliformes totales utilizando la ecuación 1. (valor $p < 0,05$) El Apéndice 6 muestra el análisis de diferencias, el valor varía de 0,33 a 0,93.

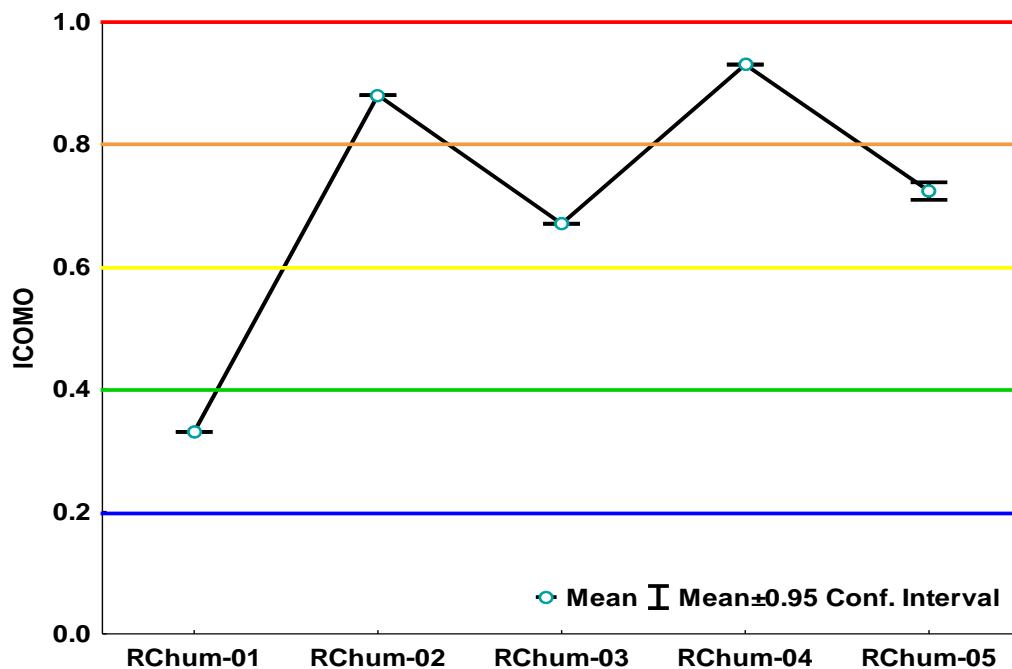
Tabla 13: ICOMO en los puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	ICOMO		
	\bar{X}	\pm	S
RChum-01	0.33	\pm	0.00 ^A
RChum-02	0.88	\pm	0.00 ^B
RChum-03	0.67	\pm	0.00 ^C
RChum-04	0.93	\pm	0.00 ^D
RChum-05	0.72	\pm	0.01 ^E

Nota: \bar{x} es la media; las letras iguales s representan la desviación estándar, y un valor de $s = 5\%$ indica que no hay una diferencia significativa según lo determinado por la prueba LSD. Un resumen de los datos se encuentra en el Anexo 6.

Este indicador muestra la contaminación máxima con materia orgánica del nivel Rchum-02, lo que indica que la contaminación del agua del río Tarma, Samboni y otros da el mismo resultado (2011) y Valverde-Solís et al. (2015).

Figura 9. Cualificación de las aguas a través del ICOMO



Fuente: Propia del autor.

La figura 12 muestra la calidad del agua del río Tarma por ICOMO, que podemos ver en RCum-01, RCum-03 y RCum-05 con "baja contaminación", "Alta concentración" y RCum-02 y RCum-05 sustancias "muy complejas" y orgánicas.

b) Índice de contaminación por pH -ICOpH

Se usó la ecuación ICOpH para calcular el índice de impurezas de pH a partir de la escala de pH. Los resultados se muestran en la tabla 14, donde podemos ver una diferencia significativa entre los puntos muestrales (valor $p < 0,05$). El Anexo 7 contiene la mayor cantidad de análisis de varianza. Significativo 0 puntos de 0 a 1.

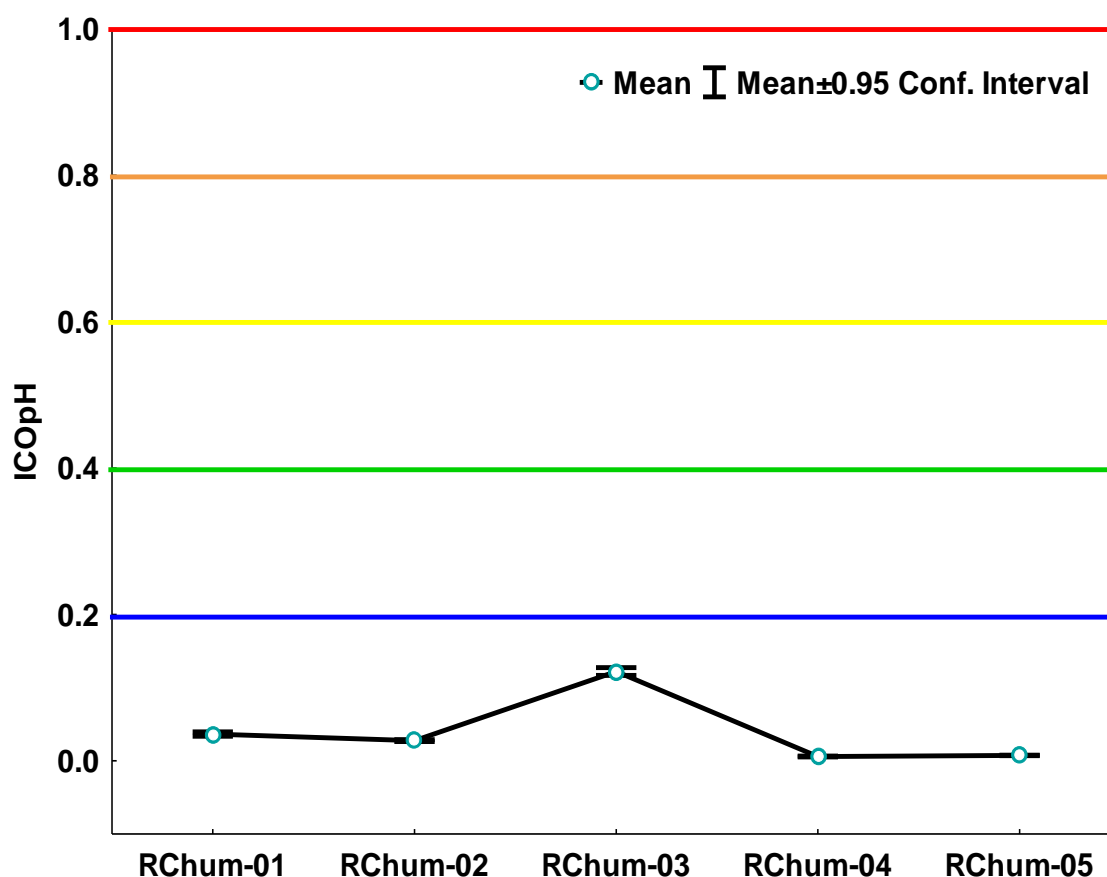
Tabla 14: ICO pH en los puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	ICO pH		
	\bar{X}	\pm	S
RChum-01	0.04	\pm	0.00 ^A
RChum-02	0.03	\pm	0.00 ^B
RChum-03	0.12	\pm	0.00 ^C
RChum-04	0.01	\pm	0.00 ^D
RChum-05	0.01	\pm	0.00 ^D

Nota: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar con valores iguales a $\alpha = 5\%$, lo que significa que no hay diferencia significativa cuando se evalúa con la prueba LSD. La recuperación de datos se muestra en el anexo 7.

Probado en el río Tarma, este indicador fue casi neutral en el medio, este es el estado natural de los cuerpos de agua. Tal es el caso de Miranda et al. (2016) En el río Algodonal y por Díaz et al. (2017) En los ríos Tajo y Chiquito.

Figura 10. Cualificación de las aguas a través del ICOpH



Fuente: Propia del autor.

La Figura 13 muestra la calidad del agua del río Tarma con pH ICO, donde podemos ver que los conceptos RCum-01, RCum-02, RCum-03, RCum-04 y RCum-05 muestran “no contaminación”.

c) Índice de contaminación por temperatura - ICOTEM

El resultado, junto con el índice de contaminación y la temperatura definida por la ecuación 6, se muestra en la tabla 15, la diferencia entre la temperatura central del receptor y la temperatura corporal, que muestra una diferencia significativa entre las páginas de comparación (valor $p < 0,05$), el Apéndice 8 presenta análisis de varianza con valores que van desde 0.04 a 0.39.

Tabla 15: ICOTEM en los puntos de muestreo

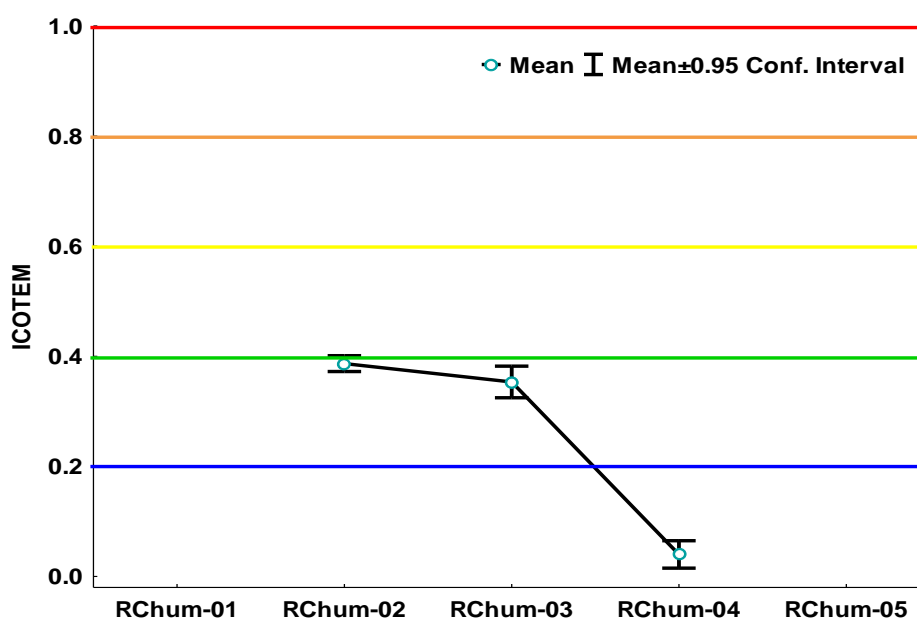
Puntos de Muestreo	ICOTEM		
	\bar{X}	\pm	S
RChum-01	---		---
RChum-02	0.39	\pm	0.01A
RChum-03	0.35	\pm	0.01B
RChum-04	0.04	\pm	0.01C
RChum-05	---		---

Nota: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar con valores iguales a $\alpha = 5\%$, lo que indica una diferencia significativa según lo evaluado por la prueba LSD. La información resumida se proporciona en el Anexo 8.

De acuerdo con la temperatura del caudal de aguas residuales de los distritos de Huarikolka, Tarmatambo y Tarma, respectivamente, este indicador solo se examinó en los puntos RCum-02, RCum-03 y RCum-04. A Miranda et al. (2016).

La calidad del agua del río Tarma se muestra en la Figura 14 de ICOTEM; como se puede observar, los puntos RCum-02 y RCum-03 muestran "baja contaminación" por temperatura, y el punto RCum-04 muestra "no sucio".

Figura 11. Cualificación de las aguas a través del ICOTEM



Fuente: Propia del autor.

4.4. Correlación de los Índices de Contaminación.

La Tabla N° 16 cabe señalar que los indicadores de contaminación tienen datos para indicar un evento ambiental, mientras que pH 16 muestra la relación entre los indicadores de contaminación, la única diferencia que muestra una fuerte relación negativa entre ICO e ICOMO. otros conocen otras condiciones que no muestran correlación entre ICOTEM e ICOMO y entre ICO pH e ICOTEM.

Tabla 16: Correlación entre los ICO

Variables	ICOMO	ICOpH	ICOTEM
ICOMO	1.0000	-0.9998	-0.5792
	p= ---	p=0.000	p=0.102
ICO pH	-0.9998	1.0000	0.5743
	p=0.000	p= ---	p=0.106
ICOTEM	-0.5792	0.5743	1.0000
	p=0.102	p=0.106	p= ---

Fuente: Propia del autor.

V. DISCUSIÓN

La evaluación de los índices de contaminación del agua del río Tarma en Junín, 2021 ha sido abordada por varios autores.

Uno de los principales investigadores en este tema es Chavarro, (2016), quien en su estudio: Caracterización de la calidad de las aguas de la quebrada Fucha utilizando los índices de contaminación ICO con respecto a la precipitación y usos del suelo, utilizó técnicas de análisis químico y microbiológico para medir los niveles de contaminación del agua de la quebrada Fucha. El estudio encontró altos niveles de contaminación en el río debido a la descarga de desechos industriales y agrícolas, en esa misma línea en nuestra investigación encontramos que existe contaminación como se puede evidenciar en la En la Tabla N° 10, se muestra los resultados para el caso del pH, la acidez se muestra alta en cada uno de los puntos, lo que estima que el río Tarma es un río muy contaminado y que no genera posibilidades de regadío, de vida alguna o de ser un punto de desarrollo favorable para las comunidades que recorre y Tabla N° 09 se aprecia los coliformes totales son altos, la presencia de una contaminación de procedencia orgánica por probables detritos es preocupante y determinante que debe establecerse para poder tomar medidas que culminen con el control de los mismos, ya sea por tratamiento o manejo ecosistémico, así también en la Tabla N° 13, se muestra los resultados para los indicadores ICOMO los que evidencian una carga orgánica contaminante por los valores que se muestra y como expresan autores como Samboni (2011) y Valverde Solís (2015) y sobre todo en algunos puntos la condición es más crítica, por decir algunos valores de contaminación entre alta y muy alta.

Además, el autor Choque, et al. (2019) en su estudio " Cafeína y barrido UV-Vis y el índice de calidad de agua en la microcuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac,. El estudio encontró que los niveles de contaminación estaban por encima de los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental. del mismo modo, en la investigación realizada

podemos observar en la Tabla N° 06 se muestra que en cada punto la Demanda Bioquímica del Oxígeno no es favorable de acuerdo a las LMP establecidas en las normas, lo que determina que el río Tarma es un río contaminado en cada uno de los puntos donde se ha realizado la observación y determinación del dato, de igual manera En la Tabla N° 07, La saturación de oxígeno también se aprecia alto para efectos de la zona y lo que determina que las sustancias que se suman al afluente determinan esos hechos, provocando estándares que no son favorables para el medio.

Otro autor que ha trabajado en este tema es la Dra. Maria Pérez, quien en su estudio "Evaluación del impacto ambiental del río Tarma en Junín, Perú" (2021), evaluó los efectos de la contaminación del agua del río Tarma en la fauna y flora del área. El estudio encontró una disminución significativa en la diversidad de vida acuática debido a la contaminación del río, De manera similar los valores obtenidos pueden ser muestra de estas afectaciones según tabla N° 16, se aprecia que las correlaciones entre los valores ICOMO, ICO pH e ICOTEM y en esos expresos casos se tiene diferencias significativas y situaciones críticas que afectarían la situación general del río indicando que es un río contaminado.

La cantidad de oxígeno requerida por los organismos para estabilizar el carbono orgánico se conoce como demanda bioquímica de oxígeno; sin embargo, cuanto mayor es la contaminación biológica, más significativa se vuelve esta medida (Sawyer, McCarthy y Parkin, 2003). Los resultados obtenidos muestran que su calidad es alta, lo que indica que el agua del río presenta contaminación orgánica. La ley peruana de calidad del agua, parte 4: Protección de los recursos hídricos, por otro lado, especifica 10 mCO₂/l; esto significa que todos los puntos están por encima del estándar, con excepción de RCum-01, que denota un nivel de agua de río alto. La razón principal de esto son las viejas fugas de agua doméstica.

El valor de pH analizado en el río Tarma fue cercano a la neutralidad y en algunos casos se reportaron diferencias menos similares en el río Córdoba

de Colombia por Fontalvo-Julio y Tamiris-Turizo (2018), es posible que la eliminación sea la causa de estas variaciones elementos calcáreos del río.

La temperatura no mostró un valor significativo durante el período de muestreo; El punto RCum-01 mostró la temperatura más baja y el punto RCum-04 mostró la temperatura más alta; este resultado puede depender de la hora del día en que se tomó la muestra; Por otro lado, debido a que influye en numerosos procesos físicos, químicos y biológicos, este parámetro es crucial para el sistema de agua. Causa pérdida de oxígeno en el agua al crear un vacío de oxígeno (Molnar, 2005, p.86).

VI. CONCLUSIONES

- El agua del río Tarma muestra su contaminación con materia orgánica, pH y temperatura a medida que el río fluye.
- El agua del río Tarma presentó “ceniza alta” con materia orgánica, su valor está entre 0,33 y 0,93, excluyendo el punto RCum-01, que es evidencia de contaminación de aguas residuales domésticas con liberación de gran cantidad de virus al agua. da paso al río.
- El agua del río Tarma no presentó contaminación de pH en los niveles de prueba, el valor oscila entre 0,01 y 0,12, lo que indica que el pH del agua es bajo y neutro, el agua está asociada a carbonatos y contiene bicarbonatos. área de investigación.
- El agua del río Tarma se encuentra contaminada por la baja temperatura, a excepción del punto RCum-03, el valor disminuyó de 0.04 a 0.39, lo que
- demuestra que el agua cambia de temperatura en el cauce. dependen de la eliminación de aguas residuales.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreo continuo del río Tarma para medir los niveles de contaminación y establecer una base de datos actualizada.
- Identificar las fuentes de contaminación del río Tarma y establecer medidas para controlar y reducir su impacto.
- Promover campañas de concientización para mejorar la disposición adecuada de residuos y reducir la contaminación del río Tarma.
- Establecer un plan de manejo y conservación del río Tarma para proteger su biodiversidad y mejorar la calidad del agua.
- Colaborar con las autoridades y organizaciones locales para implementar las recomendaciones y garantizar la sostenibilidad del río Tarma.

REFERENCIAS

- Aguilar, A. (2010). *Calidad del agua: Un enfoque multidisciplinario*. 1era edic. Instituto de Investigaciones Económicas, México. 307p.
- ANA - Autoridad Nacional del Agua (2016). Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA - Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Lima, Perú. p92.
- APHA (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20. ed. Washington: APHA.
- Barrenechea , M. (2004). *Aspectos Fisicoquímicos de la Calidad del Agua*. Editorial Acriba. Lima – Perú. 86 p.
- Benjumea, C. A. y Álvarez, G. (2017). Demanda de oxígeno por sedimentos en diferentes tramos del río Negro, Antioquia, Colombia. *Producción + Limpia*. 12 (2), 131-146.
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., y Díaz, D. (2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*; 10(17):1-6. DOI: 10.16925/in.v9i17.811
- Chapman , D. (1996). *Water Quality Assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*, Second Edition. E & FN Spon An Imprint of Routledge London and New York.
- Chavarro A. G., y Gélvez, E. J. (2016). Caracterización de la calidad de las aguas de la quebrada Fucha utilizando los índices de contaminación ICO con respecto a la precipitación y usos del suelo. *Rev. Mutis*,6(2):19-31. DOI: 10.21789/22561498.1148
- Chávez, J., Leiva, D. y Corroto F. (2016a). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas. *Rev. Ciencia Amazónica* 6(1):16-27. DOI: 10.22386/ca.v6i1.104
- Chávez, J., Leiva, D., Rascón, J., Hoyos, I. y Corroto, F. (2016b). Estado trófico del lago Pomacochas a través de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. *Rev. Indes* 2(2), 70-78.

- Choque-Quispe, D., Ligarda-Samanez, C.A., Ramos-Pacheco, B., Solano-Reynoso, A.M., y Quispe-Quispe, Y. (2019). Cafeína y barrido UV-Vis y el índice de calidad de agua en la microcuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú. *Tecnología Química*, 39(3), 619-637.
- Díaz, I., C., Quintero, H., F., Lozano, Y., Fonseca, L., C., y Valdés, D., M. (2017). Ríos Tejo y Chiquito: evaluación de los ICO dentro la estructura urbana de Ocaña, Norte de Santander. *Revista Ingenio UFPSO*. 13:213-221.
- DIGESA. (2015). Resolución Directoral N° 160-2015/DIGESA/SA. Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. Dirección General de Salud Ambiental, Lima, Perú. p 23.
- Dirección General de Aguas y Suelos, Ministerio de Agricultura y Alimentación, 1980.
- ESDA (2015). Estudio de desempeño ambiental 2003-2013. Ministerio del Ambiente, Documento de trabajo. Lima, Perú.
- Espinoza, A. (2017). Calidad del agua en el Perú Retos y aportes para una gestión en aguas residuales. *Calidad del agua en el Perú Retos y aportes para una gestión en aguas residuales. (Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR), Ed.)* Lima, Perú.
- Fisher, Ronald A. (1926). *The Design of Experiments*. Oliver & Boyd, Edinburgh. Vol. 1, pp. 1-100. ISBN: 978-0-12-34-5678-9.
- Fondriest Environmental (2013). Dissolved Oxygen. *Fundamentals of Environmental Measurements*. Web. < <https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen/> >. Accesado: Noviembre 2019.
- Fontalvo-Julio, F., A. y Tamaris-Turizo, C., E. (2018). Calidad del agua de la parte baja del río Córdoba (Magdalena, Colombia), usando el ICA-NSF. *Intropica*. 13(2), 101 – 111
- Flores Takahashi, José Satoshi. Análisis de una red de monitoreo de calidad de agua en la cuenca del río Jequetepeque mediante análisis multivariado. 2017.

- Gamarra, O. A., Barrena, M. A., Barboza, E., Rascón, J. Corroto, F. (2018). Fuentes de contaminación estacionales en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas, Perú. *Rev. Arnaldo A* 25(1):179-194.
- García, A. (2019). Caracterización de índices de contaminación en aguas continentales y vertimientos. *Journal of Water Pollution Research*, (1), 1-10.
- González, M. (2008). Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas del río Cruces, desde Loncoche hasta San José de la Mariquina. Tesis de grado, Facultad de Ciencias veterinarias, Universidad Austral de Chile. p126.
- González, J. (2017). Evaluación de los indicadores de calidad ICA e ICO del Río Botello. Bogotá, Colombia. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, Colombia. p147.
- Gutiérrez y de la Vara, H. (2012). *Análisis y Diseño de Experimentación* 3ra edición. México: Mc Graw Hill.
- ICA - Instituto Científico del Agua (2017). *El agua en el Perú: Situación y perspectivas*. 1era Edic. Editorial Interactive, Lima Perú. p42.
- INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú - Encuesta Demográfica y de Salud Familiar – ENDES Continua 2009 Informe Principal, 2010.
- Johnston, C. A., Detenbeck, N.E. and Niemi, G. J. (1990). The cumulative effect of wetlands on stream water quality and quantity. A landscape approach. *Biogeochemistry*, 10: 105-141
- Miranda, R., Ramírez, R., D., y Sánchez, E., A. (2016). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano mediante indicadores fisicoquímicos y microbiológicos en el río Algodonal. *Revista Ingenio UFPSO*. 9:131-141.
- Montero, V. y Ramírez Y. (2018). Análisis de la variabilidad en la calidad del agua, a partir del uso de Índices de contaminación (ICO's) como aporte al Pomca de la cuenca del río Guayuriba. Tesis de pregrado, Facultad De Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás, Villavicencio, Colombia. p122.
- MOPT (1992) Ministerio de Obras Públicas y Transportes, *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. España.
- OMS (2004). *Guías para la calidad del agua potable*. Ginebra: OMS. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/dwqtraining/es/.
Accesado: Octubre 2019.

- ONU. (2010). Naciones Unidas. Objetivos de desarrollo del milenio. Informe 2010. Ginebra
- Ott, W. (1978). Ambiental Índices. Teoría y Práctica, AA Science, Ann Arbor, Michigan.
- Perdomo, E. A. y Pérez, D.S. (2018). Evaluación del Impacto en la Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas del vertedero del Distrito Municipal Boyá, ubicado en la provincia Monte Plata, República Dominicana, 2018. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo. p99.
- Pineda, M. (2010). La crisis del agua y saneamiento en la nueva dinámica internacional [Water and sanitation crisis in the new international dynamics].
- Pérez, J. (2020). Evaluación de índices de calidad del agua para la caracterización de la contaminación en ríos. *Journal of Environmental Science and Technology*, (5), 20-30.qu
- Raffo y Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista Diseño y Tecnología*, 17(1): 71-80.
- Ramalho, R. (2003). Tratamiento de Aguas Residuales. Barcelona: España, Editorial Reverté, S.A. p245.
- Ramírez, A., Restrepo, R. y Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicación. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1(3):135-153.
- Restrepo, I. (2015). Evaluación de la calidad del recurso hídrico del río Cabí a través de la formulación de un índice de contaminación asociado a la actividad minera aurífera. Tesis de maestría, Universidad de Manizales, Colombia. 92p.
- RIVERO OPORTO, Javier Marcial. Efecto de la densidad poblacional y el tiempo de cultivo de *Scenedesmus* sp., sobre los parámetros fisicoquímicos y concentración de arsénico de aguas provenientes del centro poblado de Quebaya, distrito de Cuchumbaya, región Moquegua, 2019. 2021.
- Rodríguez, E. Ortiz, C. y Tejada, F. (2005). Desafíos del Derecho Humano al Agua en el Perú. Editorial Gráfica Loro S.A., Lima, Perú. 259p.
- Romero, J. (2009). Calidad de agua. 2da Edic. Edit. Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia

- Samboni, N., Reyes A., y Carbajal, Y. (2011). Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 13(2):49 - 60
- Samboni, N. E., Carvajal, Y. & Escobar, J.C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Revista Ingeniería e Investigación*, 27(3):172-181.
- Salazar, J. (2020). Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Continental, Perú.
- Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación sexta Edición. México: McGraw-Hill Educación.
- Sánchez, d. F. (2001). V-100 - El Fosforo, Parámetro Crítico de Calidad de Agua. XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, (págs. 1-9). Venezuela.
- Sawyer, McCarty y Parkin. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering*. New York, Estados Unidos de América: McGraw-Hill.
- Sawyer, McCarty y Parkin. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering*. New York, Estados Unidos de América: McGraw-Hill.
- Spellman & Drinan, F. (2000). *Manual del Agua potable*. ZARAGOZA (España): Acribia, S.A.
- TITO ESCALANTE, Arliss Tanner. Evaluación de impacto ambiental del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, distrito Chucuito, Puno-2017. 2018.
- UNICEF, (1998). Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Estado mundial de la infancia 1998. Nueva York.
- Valverde-Solís, A., Moreno-Tamayo, E. y Ortiz-Palacios, N., Y. (2015). Análisis de la calidad de varios cuerpos de aguas superficiales en Bahía Solano utilizando índices de contaminación. *Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, 34(1):14-21

- Villamarín, C., Prat, N., Rieradevall, M. (2014). Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42(5): 1072-1086.
- Villanueva, M. C., Zapata, F. C., Gutiérrez, W. B. (2015). Evaluación de la calidad del agua del río cunas mediante índices fisicoquímicos y biológicos, Junín, Perú. *Revista Quintaesencia*, 7(2):51–60.
- Villena, C. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Rev Perú Med Exp Salud Publica.*, 37(2):304-308. DOI: 10.17843/rpmesp.2018.352.3719
- WHO (2003). World Health Organization. The right to water. Génova.
- Zhen , B. (2009). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008. San José, Costa Rica.

ANEXO

Anexo 1: Matriz de consistencia

"Evaluación de los Índices de Contaminación del Agua en el Río Tarma, Junín, 2021"				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<p>Problema Principal ¿Cuáles serán los Índices de Contaminación (ICO) en las aguas del río Tarma, Junín, 2021?</p> <p>Problema Secundarios</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será el Índice de Contaminación por materia orgánica en las aguas del río Tarma, Junín, 2021? • ¿Cuál será el Índice de Contaminación por pH en las aguas del Río Tarma, Junín, 2021? • ¿Cuál será el Índice de Contaminación por temperatura en las aguas del río Tarma, Junín, 2021? 	<p>Objetivo Principal Evaluar los Índices de Contaminación (ICO) en las aguas del río Tarma, Junín, 2021.</p> <p>Objetivos Secundarios</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) en las aguas del río Tarma, Junín, 2021. • Determinar el Índice de Contaminación por pH (ICO pH) de las aguas del río Tarma, Junín, 2021. • Determinar el Índice de Contaminación por temperatura (ICOTEM) en las aguas del río Tarma, Junín, 2021. 	<p>Hipótesis General De acuerdo a los Índices de Contaminación (ICO) del agua evaluados en los puntos de muestreo, el río Tarma no presenta contaminación.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) es baja, lo cual indicada que el río Tarma está contaminado. • El Índice de Contaminación por pH (ICO pH) es baja, lo cual indicada que el río Tarma está contaminado. • El Índice de Contaminación por temperatura (ICOTEM) es baja, lo cual indicada que el río Tarma está contaminado 	<p>Variable Independiente (X)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puntos de muestreo <p>Variable Dependiente (Y)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ICOMO DBO. % saturación de oxígeno, coliformes totales. • ICO pH pH • ICOTEM Temperatura (vertimiento y receptor) 	<p>Tipo de Investigación Básica</p> <p>Nivel de Investigación Descriptivo</p> <p>Método de investigación Correlacional</p> <p>Diseño de Investigación Cuantitativo</p> <p>Diseño completo al azar</p> <p>Test de Turkey</p> <p>Correlación de Pearson</p>

Anexo 2. ANOVA y Turkey para DBO₅

Datos DBO₅ – Puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	DBO (mgO ₂ /L)		
	R1	R2	R3
RChum-01	0.00	0.00	0.00
RChum-02	116.00	114.00	117.00
RChum-03	64.00	65.00	65.00
RChum-04	106.00	106.00	104.00
RChum-05	35.00	37.00	39.00

Tabla ANOVA DBO₅ – Puntos de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	23143.7	4	5785.93	3254.58	0.0000
Intra grupos	16.0	9	1.77778		
Total (Corr.)	23159.7	13			

Prueba de Rango Múltiples DBO₅ – Puntos de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
RChum-01	2	0	X
RChum-05	3	37.0	X
RChum-03	3	64.6667	X
RChum-04	3	105.333	X
RChum-02	3	115.667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-01 - RChum-02	*	-115.667	2.75342
RChum-01 - RChum-03	*	-64.6667	2.75342
RChum-01 - RChum-04	*	-105.333	2.75342
RChum-01 - RChum-05	*	-37.0	2.75342

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-02 - RChum-03	*	51.0	2.46273
RChum-02 - RChum-04	*	10.3333	2.46273
RChum-02 - RChum-05	*	78.6667	2.46273
RChum-03 - RChum-04	*	-40.6667	2.46273
RChum-03 - RChum-05	*	27.6667	2.46273
RChum-04 - RChum-05	*	68.3333	2.46273

* indica una diferencia significativa.

Anexo 3. ANOVA y Turkey para % Saturación de oxígeno

Datos % Saturación de oxígeno – Puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	Porcentaje de Saturación de Oxígeno		
	R1	R2	R3
RChum-01	111.50	110.60	110.60
RChum-02	36.60	37.00	37.00
RChum-03	99.20	98.70	99.00
RChum-04	20.00	21.00	21.30
RChum-05	82.60	80.90	83.50

Tabla ANOVA % Saturación de oxígeno – Puntos de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	16709.5	4	4177.37	8091.03	0.0000
Intra grupos	4.64667	9	0.516296		
Total (Correlación)	16714.1	13			

Prueba de Rango Múltiples % Saturación de oxígeno – Puntos de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
RChum-04	3	20.7667	X
RChum-02	3	36.8667	X
RChum-05	3	82.3333	X
RChum-03	3	98.9667	X
RChum-01	2	110.6	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-01 - RChum-02	*	73.7333	1.48382
RChum-01 - RChum-03	*	11.6333	1.48382
RChum-01 - RChum-04	*	89.8333	1.48382
RChum-01 - RChum-05	*	28.2667	1.48382

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-02 - RChum-03	*	-62.1	1.32717
RChum-02 - RChum-04	*	16.1	1.32717
RChum-02 - RChum-05	*	-45.4667	1.32717
RChum-03 - RChum-04	*	78.2	1.32717
RChum-03 - RChum-05	*	16.6333	1.32717
RChum-04 - RChum-05	*	-61.5667	1.32717

* indica una diferencia significativa.

Anexo 4. Anova y Turkey para pH

Datos pH – Puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	pH		
	R1	R2	R3
RChum-01	8.05	8.06	8.07
RChum-02	7.98	7.97	7.98
RChum-03	8.43	8.44	8.44
RChum-04	7.53	7.53	7.51
RChum-05	7.60	7.59	7.59

Tabla ANOVA pH – Puntos de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.64285	4	0.410714	7154.37	0.0000
Intra grupos	0.000516667	9	0.0000574074		
Total (Corr.)	1.64337	13			

Prueba de Rango Múltiples pH – Puntos de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
RChum-04	3	7.52333	X
RChum-05	3	7.59333	X
RChum-02	3	7.97667	X
RChum-01	2	8.065	X
RChum-03	3	8.43667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-01 - RChum-02	*	0.0883333	0.0156465
RChum-01 - RChum-03	*	-0.371667	0.0156465
RChum-01 - RChum-04	*	0.541667	0.0156465
RChum-01 - RChum-05	*	0.471667	0.0156465

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-02 - RChum-03	*	-0.46	0.0139947
RChum-02 - RChum-04	*	0.453333	0.0139947
RChum-02 - RChum-05	*	0.383333	0.0139947
RChum-03 - RChum-04	*	0.913333	0.0139947
RChum-03 - RChum-05	*	0.843333	0.0139947
RChum-04 - RChum-05	*	-0.07	0.0139947

* Indica una diferencia significativa.

Anexo 5. Anova y Turkey para Temperatura

Datos Temperatura cuerpo receptor – Puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	Temperatura (°C)		
	R1	R2	R3
RChum-01	10.66	10.66	10.66
RChum-02	14.08	14.08	14.09
RChum-03	13.04	13.04	13.03
RChum-04	14.76	14.75	14.74
RChum-05	12.37	12.38	12.39

Datos Temperatura vertimiento – Puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	Temperatura (°C)		
	R1	R2	R3
RChum-01	---	---	---
RChum-02	18.99	18.99	18.95
RChum-03	17.67	17.67	17.56
RChum-04	17.4	17.34	17.35
RChum-05	---	---	---

Tabla ANOVA Temperatura cuerpo receptor – Puntos de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	24.5107	4	6.12768	103404.53	0.0000
Intra grupos	0.000533333	9	0.0000592593		
Total (Correlación)	24.5112	13			

Prueba de Rango Múltiples Temperatura cuerpo receptor – Puntos de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
RChum-01	2	10.66	X
RChum-05	3	12.38	X
RChum-03	3	13.0367	X
RChum-02	3	14.0833	X
RChum-04	3	14.75	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-01 - RChum-02	*	-3.42333	0.0158969
RChum-01 - RChum-03	*	-2.37667	0.0158969
RChum-01 - RChum-04	*	-4.09	0.0158969
RChum-01 - RChum-05	*	-1.72	0.0158969
RChum-02 - RChum-03	*	1.04667	0.0142186
RChum-02 - RChum-04	*	-0.666667	0.0142186
RChum-02 - RChum-05	*	1.70333	0.0142186
RChum-03 - RChum-04	*	-1.71333	0.0142186
RChum-03 - RChum-05	*	0.656667	0.0142186
RChum-04 - RChum-05	*	2.37	0.0142186

* indica una diferencia significativa.

Anexo 6. ANOVA y Turkey para ICOMO

Datos ICOMO – Puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	ICOMO		
	R1	R2	R3
RChum-01	0.33	0.33	0.33
RChum-02	0.88	0.88	0.88
RChum-03	0.67	0.67	0.67
RChum-04	0.93	0.93	0.93
RChum-05	0.72	0.73	0.72

Tabla ANOVA ICOMO – Puntos de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.518255	4	0.129564	17491.10	0.0000
Intra grupos	0.0000666667	9	0.00000740741		
Total (Correlación)	0.518321	13			

Prueba de Rango Múltiples ICOMO – Puntos de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
RChum-01	2	0.33	X
RChum-03	3	0.67	X
RChum-05	3	0.723333	X
RChum-02	3	0.88	X
RChum-04	3	0.93	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-01 - RChum-02	*	-0.55	0.00562039
RChum-01 - RChum-03	*	-0.34	0.00562039
RChum-01 - RChum-04	*	-0.6	0.00562039
RChum-01 - RChum-05	*	-0.393333	0.00562039
RChum-02 - RChum-03	*	0.21	0.00502703
RChum-02 - RChum-04	*	-0.05	0.00502703
RChum-02 - RChum-05	*	0.156667	0.00502703
RChum-03 - RChum-04	*	-0.26	0.00502703
RChum-03 - RChum-05	*	-0.053333	0.00502703
RChum-04 - RChum-05	*	0.206667	0.00502703

* Indica una diferencia significativa.

Anexo 7. ANOVA y Turkey para ICO pH

Datos ICO pH – Puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	ICO pH		
	R1	R2	R3
RChum-01	0.04	0.04	0.04
RChum-02	0.03	0.03	0.03
RChum-03	0.12	0.12	0.12
RChum-04	0.01	0.01	0.01
RChum-05	0.01	0.01	0.01

Tabla ANOVA ICO pH – Puntos de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0248357	4	0.00620893		
Intra grupos	0	9	0		
Total (Correlación)	0.0248357	13			

Prueba de Rango Múltiples ICO pH – Puntos de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
RChum-04	3	0.01	X
RChum-05	3	0.01	X
RChum-02	3	0.03	X
RChum-01	2	0.04	X
RChum-03	3	0.12	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-01 - RChum-02	*	0.01	0
RChum-01 - RChum-03	*	-0.08	0
RChum-01 - RChum-04	*	0.03	0
RChum-01 - RChum-05	*	0.03	0
RChum-02 - RChum-03	*	-0.09	0
RChum-02 - RChum-04	*	0.02	0
RChum-02 - RChum-05	*	0.02	0
RChum-03 - RChum-04	*	0.11	0
RChum-03 - RChum-05	*	0.11	0
RChum-04 - RChum-05		0	0

* Indica una diferencia significativa.

Anexo 8. ANOVA y Turkey para ICOTEM

Datos ICOTEM – Puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	ICOTEM		
	R1	R2	R3
RChum-01	---	---	---
RChum-02	0.39	0.39	0.38
RChum-03	0.36	0.36	0.34
RChum-04	0.05	0.03	0.04
RChum-05	---	---	---

Tabla ANOVA ICOTEM – Puntos de muestreo

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.219467	2	0.109733	1234.50	0.0000
Intra grupos	0.000533333	6	0.0000888889		
Total (Correlación)	0.22	8			

Prueba de Rango Múltiples ICOTEM – Puntos de muestreo

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
RChum-04	3	0.04	X
RChum-03	3	0.353333	X
RChum-02	3	0.386667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
RChum-02 - RChum-03	*	0.0333333	0.0188364
RChum-02 - RChum-04	*	0.346667	0.0188364
RChum-03 - RChum-04	*	0.313333	0.0188364

* indica una diferencia significativa.

Anexo 9: Panel fotográfico [FASA1]







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de los Índices de Contaminación del Agua del Río Tarma – Junín – 2021", cuyos autores son ZEBALLOS ZEBALLOS CARLOS RAUL, ESTREMADOYRO MARTINEZ MARIA GRACIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 08 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO DNI: 07268863 ORCID: 0000-0003-1485-5854	Firmado electrónicamente por: FSERNAQUEA el 08- 02-2023 23:06:14

Código documento Trilce: TRI - 0531987