



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Actividades antrópicas y calidad del agua en el río Chumbao,
provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR:

Quispe Quispe, Yadyra (ORCID: 0000-0002-5232-693X)

ASESOR:

Mg. Sc. Pillpa Aliaga, Freddy (ORCID: 0000-0002-8312-6973)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios por permitirme cumplir mi objetivo profesional. A mi madre Felicitas, quien es mi principal motivo para seguir adelante, a mis hermanos que me apoyaron en todo momento, me dieron fuerzas y no me dejaron sola y al amor de mi vida, Helio; por todos ellos cada día trato de ser mejor en todos los aspectos de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al Señor nuestro Dios que me dio las fuerzas y la sabiduría para seguir adelante con mi investigación.

A mi madre que fue mi soporte en este largo camino apoyándome para no rendirme y lograr mi objetivo.

Al Mg. David Choque Quispe por su guía de principio a fin para la elaboración de este trabajo de Investigación.

A la Mg. Betsy Suri Ramos Pacheco por su apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo de investigación.

Al asesor y a los integrantes del jurado por su dedicación, sus observaciones y recomendaciones a la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1 Tipo y diseño de investigación	13
3.2 Variables y Operacionalización	14
3.3 Población, muestra y muestreo.....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos	15
3.6 Método de análisis de datos	16
3.7 Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIONES	26
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS.....	42

Índice de tablas

Tabla 1. Calificación de la calidad del agua según los valores que tomen los índices de contaminación	11
Tabla 2. Matriz de Diseño	13
Tabla 3. Coordenadas de puntos de muestreo	14
Tabla 4. Temperatura en los puntos de muestreo cuerpo receptor	20
Tabla 5. Temperatura en los puntos de muestreo vertimiento	21
Tabla 6. ICOTEM en los puntos de	21
Tabla 7. pH en los puntos de muestreo.....	22
Tabla 8. ICO pH en los puntos de muestreo	22
Tabla 9. DBO5 en los puntos de muestreo.....	23
Tabla 10. Porcentaje de saturación de oxígeno en los puntos de muestreo.....	24
Tabla 11. Colifórmes totales en los puntos de muestreo.....	24
Tabla 12. ICOMO en los puntos de muestreo	25
Tabla 13. Matriz de Consistencia	42
Tabla 14. Matriz de operacionalización de variables	43

Índice de figuras

Figura 1. Flujograma de la Unidad Hidrográfica del Río Chumbao	7
Figura 2. Fuentes de contaminación de los recursos hídricos.....	10
Figura 3. Esquema metodológico.....	15
Figura 4. Temperatura en los puntos de muestreo cuerpo receptor.....	20
Figura 5. Cualificación de las aguas a través del ICOTEM.....	21
Figura 6. pH en los puntos de muestreo.....	22
Figura 7. Cualificación de las aguas a través del ICOPH.....	22
Figura 8. DBO ₅ en los puntos de muestreo.....	23
Figura 9. Porcentaje de Saturación de oxígeno en los puntos de muestreo	24
Figura 10. Colifórmes totales en los puntos de muestreo.....	24
Figura 11. Cualificación de las aguas a través del ICOMO.....	25

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua en el río Chumbao-Andahuaylas, por medio de los Índices de Contaminación (ICO), este estudio se realizó en el tramo con coordenadas UTM: 682457.8 X, 8483792 Y a 667376.7 X, 8491705.7Y; fueron considerados 05 puntos de muestreo cada 4 kilómetros aproximadamente. Se identificaron que actividades antrópicas influyen sobre la calidad del agua y se midieron parámetros fisicoquímicos del agua tales como DBO5 por respirometría, pH con un potenciómetro, porcentaje de oxígeno disuelto (%OD) y la temperatura a través de un multiparámetro de campo, asimismo se determinó un parámetro microbiológico, los coliformes totales por el método de tubos múltiples; para determinar los ICO's se utilizó ecuaciones ponderadas basadas en parámetros fisicoquímicos y microbiológico, desglosadas en Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), Índice de contaminación para temperatura (ICOTEM) e índice de contaminación para pH (ICOpH) cuya cualificación de contaminación estuvo en el rango de "Muy alto" a "Ninguno". Los resultados aguas abajo en el río Chumbao indican que el ICOMO oscilan entre "Bajo" a "Muy alto", el ICOTEM entre "Ninguno" a "Bajo", y el ICOpH como "Ninguno". En conclusión, las actividades antrópicas identificadas fueron: doméstica, industrial, agrícola, pecuaria y acuícola y se observó que el río Chumbao presentó contaminación por materia orgánica y alteración en sus características de pH a medida que discurre el río aguas abajo; sin embargo, no se evidenció alteración de temperatura de acuerdo a los ICO's evaluados.

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

Abstract

The objective of the research was to evaluate the effect of anthropic activities on water quality in the Chumbao-Andahuaylas river, through the Pollution Indices (ICO), this study was carried out in the section between UTM coordinates: 682457.8 X, 8483792 Y to 667376.7 X, 8491705.7Y; 05 sampling points were considered approximately every 4 kilometers. It was identified that anthropic activities influence the quality of the water and physicochemical parameters of the water such as BOD5 were measured by respirometry, pH with a potentiometer, percentage of dissolved oxygen (% DO) and temperature through a field multiparameter. determined a microbiological parameter, the total coliforms by the multiple tube method; To determine the ICO's, weighted equations based on physicochemical and microbiological parameters were used, which were broken down into the Organic matter contamination index (ICOMO), the contamination index for temperature (ICOTEM) and the contamination index for pH (ICOpH). whose contamination rating ranged from "Very High" to "None". The downstream results in the Chumbao River indicate that the ICOMO ranges from "Low" to "Very High", the ICOTEM between "None" to "Low", and the ICOpH as "None". In conclusion, the anthropic activities identified were: domestic, industrial, agricultural, livestock and aquaculture and it was observed that the Chumbao River presented contamination by organic matter and alteration in its pH characteristics as the river flows downstream; however, no temperature alteration was evidenced according to the ICO's evaluated.

Keywords: Pollution index, ICOMO, ICOTEM, ICOpH.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del ser humano y de los pueblos ha estado estrechamente vinculado al agua, convirtiéndose en un factor importante para las sociedades, haciendo que cada ser vivo dependa de la existencia del agua, esto hace percibir su importancia vital.

Al ser el agua el recurso natural de mayor importancia y de necesidad primordial, es la sociedad la que se beneficia extensamente de los servicios ecosistémicos que brinda el agua que proviene de ríos, acuíferos, lagos o el mar, paradójicamente es el ser humano quien influye e impacta directa o indirectamente sobre ellos y su biota acuática (Aguilar, 2010, p.156).

Pese a la abundancia del agua en la Tierra, del total del agua solo 2,53% del es agua dulce y lo que resta consta de agua salada. Alrededor de las dos terceras partes del agua dulce están almacenadas en glaciares y nevados. (UNESCO-WWAP, 2003, p.8). Sin embargo, la disminución del agua es causado por la contaminación. Aproximadamente 2 millones de toneladas de residuos y desechos se arrojan a diario en las aguas superficiales, se incluyen residuos de la industria y químicos, vertimientos humanos residuos agrícolas (entre fertilizantes, pesticidas y residuos de pesticidas) (UNESCO-WWAP, 2003, p.8).

Asimismo, según la Pontificia Universidad Católica del Perú (2015, pg. 15), el estado peruano ha determinado que se tiene al año una descarga de desagües aproximadamente de 960,5 m³ en aguas superficiales, aguas subterráneas y en el mar. De esta cantidad de descargas, 64% corresponden a desagües domésticos, el 25,4% de los efluentes son mineros, el 5,6% corresponde a desagües industriales, el 4,4% desagües pesqueros, y el 0,2% petroleros.

Con esta constante amenaza al recurso hídrico, preocupa altamente el aumento de la necesidad total del agua para uso consuntivo (21.28 %) en los últimos veinte años. Precisamente el uso poblacional represento un incremento de 34.40 %, el uso agrario un 28.40 %, el uso industrial un 27.15 % y el uso minero un 9.11 % en relación al incremento del volumen del agua usado (5,131.027 hm³). (ICA, 2017, p.3).

El río Chumbao atraviesa los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas, y Talavera, teniendo en el transcurso afluentes naturales que desembocan en su cauce. Los distritos mencionados influyen directa e indirectamente en el nivel de contaminación del agua del río Chumbao, por la descarga de aguas residuales domésticas, aguas pecuarias, crianza de truchas, lavaderos de carros, aguas de mataderos con altos contenidos de carga orgánica, la disposición de residuos sólidos, escorrentía de fertilizantes y plaguicidas usados en la agricultura de la zona alterando sus características físicas, químicas y microbiológicas y afectando sus ecosistemas acuáticos, lo que hace que su calidad y su disponibilidad para usarla se reduzca en el tiempo, Es así que se desconoce el tipo y grado de contaminación en la zona de estudio.

En ese sentido es pertinente mencionar que el aprovechamiento, manejo y gestión de este recurso debe enfocarse sobre un planeamiento basado en la intervención de aquellos que hacen uso del agua, de los planificadores y aquellos responsables en tomar decisiones a todo nivel considerando la investigación, es así que al tener poca información sobre el estado de calidad y nivel de contaminación del río Chumbao se presenta este trabajo de investigación con la finalidad de conocer las actividades antrópicas y los Índices de Contaminación (ICO's) del agua del río Chumbao.

Se justifica teóricamente que la investigación aportara conocimientos sobre el uso de los índices de contaminación en la calidad del agua; de acuerdo con la justificación práctica, la investigación contribuirá a evaluar la degradación de este recurso, lo que nos dará una idea más cercana de su estado, en cuanto a la justificación metodológica se aplicó los índices de contaminación del agua, que son una herramienta para valorar el recurso agua; la justificación ambiental radica en que la investigación ayudara a resaltar la importancia del agua del río Chumbao y promover su cuidado con estrategias y métodos preventivos para combatir la acelerada contaminación y degradación de este recurso; contribuyendo al desarrollo sostenible de la zona.

Teniendo el problema ya identificado se definió el siguiente problema general ¿Cuál es el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del río Chumbao? y los siguientes problemas específicos: PE1: ¿Cuáles son las

actividades antrópicas que influyen sobre la calidad de agua en el río Chumbao?, PE2: ¿Cuál es el Índice de Contaminación para Temperatura (ICOTEMP) en las aguas del río Chumbao?, PE3: ¿Cuál es el Índice de Contaminación para pH (ICOpH), en las aguas del río Chumbao? y PE4: ¿Cuál es el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO), en las aguas del río Chumbao?

Para poder responder a las interrogantes antes planteadas se estableció el siguiente objetivo general: Evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, 2019; y cuatro objetivos específicos que fueron los siguientes: OE1: Identificar las actividades antrópicas que influyen en la calidad del agua en el río Chumbao, OE2: Determinar el Índice de Contaminación para Temperatura (ICOTEMP) en las aguas del río Chumbao, OE3: Determinar el Índice de Contaminación para pH (ICOpH) en las aguas del río Chumbao y OE4: Determinar el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) en las aguas del río Chumbao.

Finalmente, la hipótesis General de la investigación fue: Las actividades antrópicas afectan en la Calidad del Agua del río Chumbao, y las hipótesis específicas fueron: HE1: Las actividades antrópicas que influyen en la calidad del agua del río Chumbao son agrícola, acuícola, pecuaria, industrial y doméstica, HE2: Los niveles del Índice de Contaminación para Temperatura (ICOTEMP) indican que existe contaminación antrópica en las aguas del Río Chumbao. HE3: Los niveles del Índice de Contaminación para pH (ICOpH) indican que existe contaminación antrópica en las aguas del Río Chumbao y HE4: Los niveles del Índice de Contaminación por materia orgánica (ICOMO) indican que existe contaminación antrópica en las aguas del Río Chumbao.

II. MARCO TEÓRICO

Calla (2019) en su investigación identificó y evaluó las actividades humanas en base al estudio de la Zonificación económica ecológica (ZEE) de la zona de estudio, realizó la observación directa y aplicó un protocolo de muestreo para identificar que actividades antrópicas influían en la calidad del agua, además para evaluar la calidad del agua se evaluó algunas variables hidromorfológicas y parámetros fisicoquímicos, para lo cual se aplicó el índice de calidad de agua – PRATI y el índice biológico – BMWP para macro invertebrados; finalmente se aplicó una correlación entre los resultados de los parámetros fisicoquímicos.

Choque et al. (2019) evaluaron el nivel de cafeína y el ICA en la microcuenca alto andina del río Chumbao según NSF y Dinius, se consideraron los siguientes parámetros: OD y DBO5 que indica el nivel de oxígeno; NO₃⁻ y PO₄⁻ los que indican el nivel de eutrofización; parámetros físicos como Turbidez, Temperatura, Color y TDS, sustancias disueltas como Dureza, Alcalinidad, pH, Cloruros y Conductividad; y E. coli y Colifórmes que indica aspectos de salud. Según los resultados obtenidos existe una predominancia del uso del agua para agricultura, pastura y urbanización; los parámetros exponen una correlación positiva, por lo que superan los ECA's para vida acuática en los puntos urbanizados, asimismo no se evidenció niveles de cafeína y por otro lado para los puntos lóticos el ICA según NSF y Dinius categorizaron a la calidad del agua como buena y muy mala; y para las lagunas en cabecera de cuenca una calidad del agua como excelente.

Montero y Ramírez (2018) en su investigación evaluaron y cuantificaron la contaminación del agua en el río Guayuriba-Colombia, se usó un método no experimental para analizar la variabilidad en la calidad del agua se usaron los siguientes índices de contaminación: ICOMI, ICOMO, ICOSUS, e ICOTRO y para obtener los resultados se realizó un análisis estadístico de los parámetros evaluados y una comparación de los índices de contaminación en diferentes años, hallando una diferencia significativa de los resultados para el análisis estadístico y se compararon los índices para el año 2010 y 2018.

Por otro lado Custodio, Chanamé y Bulege (2017) evaluaron la calidad del agua en el río Cunas – Junín, a través de índices fisicoquímicos y biológicos, evaluaron la calidad del agua de este río por medio de índices físicos, químicos y biológicos con el objetivo de hallar zonas con estado de conservación bueno, para ello usaron métodos de observación, descripción y explicación definiendo tres sectores de muestreo, para estos tres sectores los resultados arrojados por la investigación fue una calidad de agua buena media y mala según los Índices de calidad evaluados.

Del mismo modo, Chavarro y Gélvez (2016) caracterizaron la calidad de las aguas en la quebrada Fucha, para el estudio se evaluaron variables fisicoquímicas y microbiológicas y se determinaron los siguientes índices de contaminación: ICOMO, ICOMI, ICOSUS e ICOTRO; con el fin de cumplir con el objetivo se hizo un análisis multivariado de correlación a los cuatro índices incluyendo como variable e indicador a la precipitación y usos del suelo respectivamente, finalmente se realizó un análisis de varianza con los usos del suelo y los índices de contaminación. En conclusión, no se halló contaminación por mineralización además no hubo correlación significativa entre los usos del suelo y la variación en el valor de los índices de contaminación.

Asimismo, Chávez, Leiva y Corroto (2016) caracterizaron fisicoquímica y microbiológicamente las aguas residuales en Chachapoyas-Perú, el objetivo fue estudiar como influían los afluentes residuales de dicha ciudad sobre la calidad del agua en el río Sonche y el río Santa Lucía evaluando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se evaluó también el ICOMI, y se compararon los resultados hallados con los valores establecidos en los ECAs para aguas, esta comparación determinó la influencia que tienen las aguas residuales en la calidad fisicoquímica de los ríos estudiados, estadísticamente se determinó la correlación de Pearson, la que estableció el grado de relación entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados. Finalmente, se demostró un impacto negativo tanto directa como indirectamente a las aguas residuales originadas por la población de Chachapoyas sobre el río perteneciente a la ciudad.

Loayza y Cano (2015) a fin de evaluar cómo afectan las actividades antrópicas a la calidad del agua basado en las actividades desarrolladas en la subcuenca del río Shullcas en Huancayo, midieron en el agua parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los valores medidos fueron comparados con los ECA para agua. Los resultados evidenciaron que los parámetros microbiológicos medidos (*Escherichia Coli* y coliformes fecales) sobrepasaron a los ECA para agua en la categoría: 3, resultado que indico que la calidad del agua del rio se vio influenciada por actividad doméstica en sus sectores medio y bajo, sin embargo, pese a que se desarrolla la actividad ganadera en la parte alta de la subcuenca, los parámetros estimados testificaron que el agua del rio Shullcas, no presento contaminación.

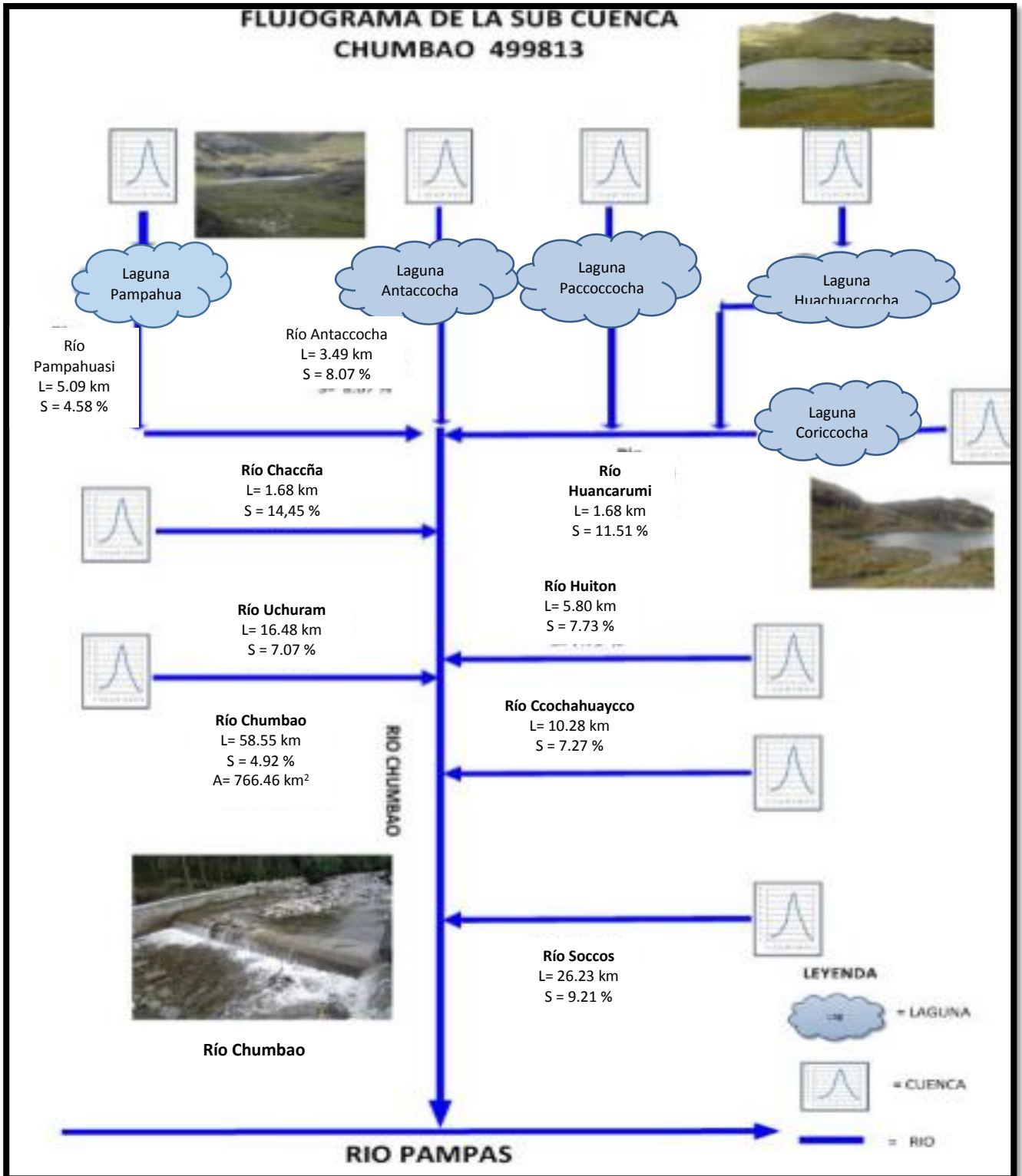
Políticamente la Unidad Hidrográfica Chumbao está ubicada en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo, Anco Huallo (Uripa) Ranracancha y Ocobamba en la provincia de Chincheros del departamento de Apurímac (ANA, 2013).

Hidrográficamente está localizado en la parte baja y margen derecha del río Pampas, así mismo se ubica entre las subcuencas de Pacucha y Huancaray. Por las características hidrográficas que presenta, recibe el aporte de agua de sus tributarios, abarcando una superficie de 766.46 km²; siendo su principal curso el tramo río Chumbao con una longitud de 61.92 km, desde su nacimiento hasta la desembocadura en el río Pampas y cuya pendiente media es de 5.14% ,nace sobre los 4,000 msnm y recibe el aporte de las lagunas Huachacocha, Pacococha, Antacocha y Pampahuasi; aguas abajo recibe también aporte de varios riachuelos y quebradas ubicadas en la margen derecha e izquierda de su cauce. (ANA, 2013). La figura 1 muestra un flujograma de la cuenca.

Una propiedad física del agua es la temperatura y expresa qué tan caliente o fría está el agua, se define además como la medida de la energía térmica media de una sustancia. La temperatura es un factor importante a considerar al evaluar la calidad del agua, este parámetro afecta las tasas metabólicas y la actividad biológica de los organismos acuáticos, además la solubilidad del oxígeno y otros gases disminuirá a medida que aumente la temperatura, esto significa que los lagos y arroyos más fríos pueden contener más oxígeno disuelto que las aguas más cálidas, si el agua está muy caliente, no retendrá oxígeno suficiente para

que los organismos acuáticos sobrevivan y se acelerará el proceso fotosintético, así como la remoción de materia orgánica.(Fondriest Environmental, 2013)

Figura 1. Flujiograma de la Unidad Hidrográfica del Rio Chumbao



Fuente: Adaptado de ANA, (2013)

El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno libre disuelto en el agua, puede expresarse en mg / L, partes por millón (ppm) o en porcentaje de saturación, la saturación, en este sentido, es la cantidad máxima de oxígeno que teóricamente se puede disolver en el agua a una altitud y temperatura determinadas; se mide la cantidad de oxígeno libre que se disuelve en el agua, ya que puede usarse como una indicación de la capacidad de un hábitat acuático en particular para sustentar los organismos vivos que viven en él. Indica la cantidad de oxígeno libre disponible para que lo utilicen los organismos. Una concentración alta o baja de oxígeno libre en un hábitat acuático afecta la calidad del agua, así como los organismos en ella. Por lo tanto, este parámetro a menudo se mide para establecer la calidad del agua y evaluar su capacidad para sustentar la vida. La temperatura, la presión y la actividad biológica del agua pueden afectar el nivel de oxígeno libre disuelto en el agua (Biology, s.f.).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) mide la cantidad de oxígeno necesario para los procesos de oxidación de la materia orgánica biodegradable, que hay en el agua, a consecuencia de la acción de oxidación aeróbica. (Ramalho,2003), la materia orgánica necesita oxígeno para degradarse por lo que el oxígeno usado para oxidarla utiliza el oxígeno que se usa para el desarrollo tanto de flora como de fauna que habita en el agua, parte de los impactos negativos al ecosistema es la variación de la calidad del agua, y probable incremento en el pH, generando la reducción de plantas y peces. (Raffo y Ruiz, 2014).

El pH es la medida de la acidez o basicidad del agua, la escala de medida va de 0 a 14, un pH neutro tiene una escala de 7, los pH menores a 7 indican acidez, mientras que valores mayores a 7 indican basicidad. El pH es un indicador importante de que el agua está cambiando químicamente; el pH esta expresado en unidades logarítmicas, cada número representa un cambio de 10 veces en la acidez/basicidad del agua. Los pH muy altos y bajos podrían ser perjudiciales para el uso del agua, la contaminación origina cambios en el pH del agua, pudiendo dañar a los animales y plantas que viven en el agua. (USGS, 2018)

Entre los parámetros Microbiológicos están los colifórmes totales (bacteria colifórme). Este término de "bacteria colifórme" describe a un grupo definido de

bacterias gram negativas que tienen una influencia histórica en la evaluación de la calidad del agua. Unas cuantas de las bacterias que se encuentran en este grupo son casi definitivamente de origen fecal, mientras que otros miembros también pueden replicarse en ambientes de agua adecuados, estas bacterias, que pueden determinarse mediante pruebas simples y económicas, se utilizan principalmente para evaluar la calidad sanitaria general del agua potable tratada y desinfectada finalmente (OMS, 2004).

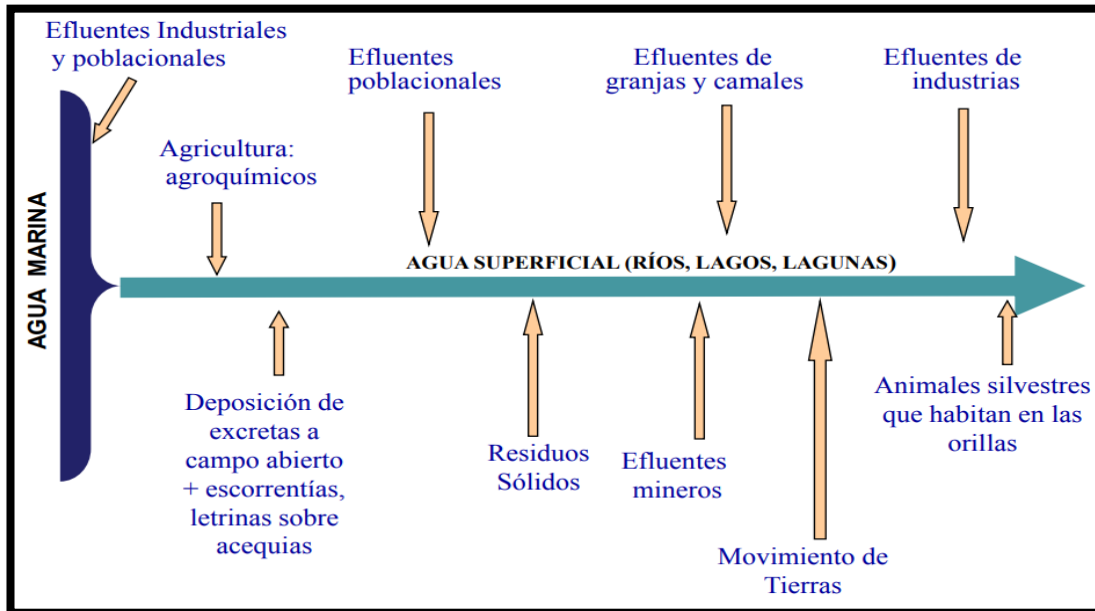
Calidad del Agua se refiere a las características físicas, químicas o biológicas que tiene el agua, es también la capacidad inherente del agua para dar respuesta a los múltiples usos que se pueden adquirir de ella, que a su vez inciden directamente sobre el equilibrio de los ecosistemas que habitan en ella y en el bienestar del ser humano; por lo tanto, la salud humana, la calidad de alimentos, la biodiversidad, y las actividades económicas dependen de la calidad del agua. (Fibras y Normas de Colombia, 2019). Es así que, como factor de salud, calidad de agua potable, parte de evaluación de riesgos y estrategia para desarrollar políticas públicas direccionadas hacia un desarrollo sostenible, la vigilancia de la calidad de agua es una función muy esencial. (Villena, 2018).

Contaminación del agua, implica la introducción de material químico, físico o biológico en ríos, laguna, lagos, u océanos, que va degradando la calidad del agua afectando a los organismos vivos que la habitan, y a los seres vivos que la consumen, originando grandes problemas ecológicos, sociales y económicos, disminuyendo su disponibilidad para su uso. Cualquier uso del agua incluida su extracción y la descarga de desechos, conlleva a impactos específicos y generalmente predecibles, en la calidad del medio ambiente acuático. Además de estos usos intencionales del agua, existen varias actividades humanas que tienen efectos indirectos e indeseables y devastadores sobre el medio acuático. (Chapman, 1996).

Se mencionan dos causas de contaminación del agua: naturales y antropogénicas. La primera causa está caracterizada por la naturaleza química de los suelos en zonas con presencia de volcanes donde existe la presencia de ciertos metales y metaloides. La segunda causa y fuente de contaminación antropogénica se representa por: el manejo no adecuado de agroquímicos, la

minería informal, pasivos ambientales, vertimientos de aguas residuales no tratadas, mal manejo de residuos sólidos, entre otros. (Espinoza, 2017, p.32).

Figura 2. Fuentes de contaminación de los recursos hídricos.



Fuente: ANA (2016)

Los Índices de Contaminación de Agua (ICO) se desarrollaron por primera vez por Ramírez, Restrepo y Viña (1997) en Colombia, quienes realizaron un Análisis de Componentes Principales a los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de análisis limnológicos evaluados durante los monitoreos hidrológicos para la industria petrolera, y definieron a los ICO's como criterios para evaluar el grado de contaminación en el agua a través de un número en un rango de 0 a 1, es decir un nivel muy bajo y un nivel muy alto de contaminación respectivamente (Restrepo, 2015). Para calificar la calidad del agua de acuerdo a los resultados hallados y evaluados de los Índices de contaminación se establece un rango de 0 a 1, así lo señala la Tabla 1.

Tabla 1. Calificación de la calidad del agua según los valores que tomen los índices 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: Ramírez, Restrepo y Cardeñosa. Índices de Contaminación para Caracterización de Aguas Continentales y Vertimientos. Formulaciones. Ciencias Tecnologías y futuro (1999).

El **Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO)**, es expresado en variables fisicoquímicas, de estas variables fueron seleccionadas la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), los colifórmes totales y el porcentaje de saturación de oxígeno, estas se agrupan y recogen diferentes efectos de la contaminación orgánica. El ICOMO, está definido como el valor promedio de los índices de cada una de las tres variables elegidas y es calculada con la siguiente ecuación.

Ecuación 1:

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

Dónde:

I_{DBO} : se obtiene a partir de la siguiente expresión:

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

- Demanda bioquímica de oxígeno > a 30 mg/L , tienen $I_{DBO} = 1$
- Demanda bioquímica de oxígeno < a 2 mg/L , tienen $I_{DBO} = 0$

$I_{Col.Tot.}$: se determina con la siguiente expresión:

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

- Colifórmes totales > a 20 000 NMP/100mL, tienen $I_{Col. Tot.} = 1$
- Colifórmes totales < a 500 NMP/100mL, tienen

$$I_{Col. Tot.} = 0$$

$I_{oxigeno\ \%}$: se determina con la siguiente expresión:

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

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

Se sugiere para aquellos sistemas lenticos en proceso de eutrofización y con porcentaje de saturación mayor al 100% reemplazar la expresión por:

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

El Índice de contaminación para temperatura (ICOTEM) “facilita la evaluación del impacto generado por la temperatura en vertimientos, y toma como base la diferencia entre este y el cuerpo receptor” (Ramírez, Restrepo y Cardeñosa, 1999). El cálculo para obtener el ICOTEM es a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 2:

$$ICOTEM = -0,49 + 1,27 \text{ Log} \\ (\text{Temperatura vertimiento} - \text{Temperatura curso receptor})$$

Definiéndose en un rango de 0 a 1.

- Si la diferencia en temperatura es $<$ a 275.7 K (2,5°C), el ICOTEM tiene un valor de 0.
- Si la diferencia en temperatura es $>$ a 288 K (15°C), el ICOTEM tiene un valor igual a 1.

La acidez del agua puede darse debido al CO₂ disuelto que proviene de la atmósfera o los seres vivos; del ácido sulfúrico de minerales, de ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo (Johnston, Detenbeck y Niemi, 1990).

El cálculo del índice es ICOpH se tiene la siguiente ecuación:

Ecuación 3:

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

Si el pH tomado es $<$ a 7, entonces el pH = 14 – pH Tomado, si el pH tomado es mayor a 7 se toma el valor reportado en el análisis y se calcula el índice ICOpH.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

- La investigación pertenece al enfoque Mixto, ya que se utilizó datos numéricos y visuales Sampieri (2014), se midió y estimo parámetros físicos, químicos y microbiológicos que fueron usados para calcular los índices de contaminación del agua y a través de la observación se identificaron las actividades antrópicas.
- De acuerdo con Ñaupas, et.al. (2018) el tipo de investigación fue Aplicada, ya que se aplicaron conocimientos teóricos en campo para hacer un diagnóstico sobre la variación de la contaminación por materia orgánica, para pH y para temperatura en el agua del rio Chumbao en los diferentes puntos de muestro, al mismo tiempo, se investigó la manera en que los índices de contaminación (ICO's) cualifica la calidad del agua del rio Chumbao.
- La investigación corresponde al diseño de investigación **No Experimental** de tipo **Transectorial Correlacional – causal**, según Sampieri (2014) estos diseños describen la relación entre dos o más variables en un momento dado en función de la relación causa-efecto. Se hizo también un análisis estadístico para evaluar la variación espacial de los parámetros e índices de contaminación, para lo cual se estableció un Diseño Completo al Azar (DCA). La Tabla 2 muestra 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,i} : parámetros: físicos, químicos y microbiológicos(ICO del factor i).

Fuente: Elaboración propia

- Con respecto al Nivel de investigación este fue Explicativo, ya que se explicó como las actividades antrópicas influyen en los niveles de los índices de contaminación evaluados.

3.2 Variables y Operacionalización

Se estudiaron dos variables, independiente y dependiente, cada una descrita con sus dimensiones e indicadores, así como su definición conceptual y operacional, la matriz de operacionalización se presenta en la tabla 16 del Anexo 2.

- Variable Independiente: Actividades antrópicas
- Variable Dependiente: Calidad del agua

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Corresponde a las aguas que discurren en el río Chumbao, en la provincia de Andahuaylas.

Muestra: Representado por la cantidad de agua colectada (1000 ml) en cada punto de muestreo, en total se evaluaron 5 puntos a lo largo del río Chumbao cada 4 kilómetros aproximadamente.

Muestreo: El muestreo de agua fue a criterio del investigador, se observó la existencia de afluentes naturales y afluentes generados por actividad antrópica, las que influyen en los parámetros medidos, las muestras fueron recolectadas en el mes de Setiembre del 2019.

La toma de muestras se basó en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA), que es de uso obligatorio. Se tomaron muestras simples o puntuales o llamadas también discretas, este tipo de muestra consiste en tomar una cantidad de agua en un determinado punto o lugar para su análisis individual. (ANA, 2016). En la Tabla 2 se observa las coordenadas de los puntos de muestreo y en el Anexo 18 se muestra un mapa de ubicación de cada punto.

Tabla 3. Coordenadas de puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM		Altura msnm	Hora de muestreo
RChum-01	682457.8 X	8483792 Y	3496	10:20:31
RChum-02	676659.8 X	8489942.7 Y	2950	11:54:39
RChum-03	673857.8 X	8489386.7 Y	2883	12:20:14
RChum-04	669719.4 X	8489597.6 Y	2801	12:38:56
Rchum-05	667376.7 X	8491705.7 Y	2765	12:58:37

Donde, X y Y Coordenadas UTM

Fuente: Elaboración propia

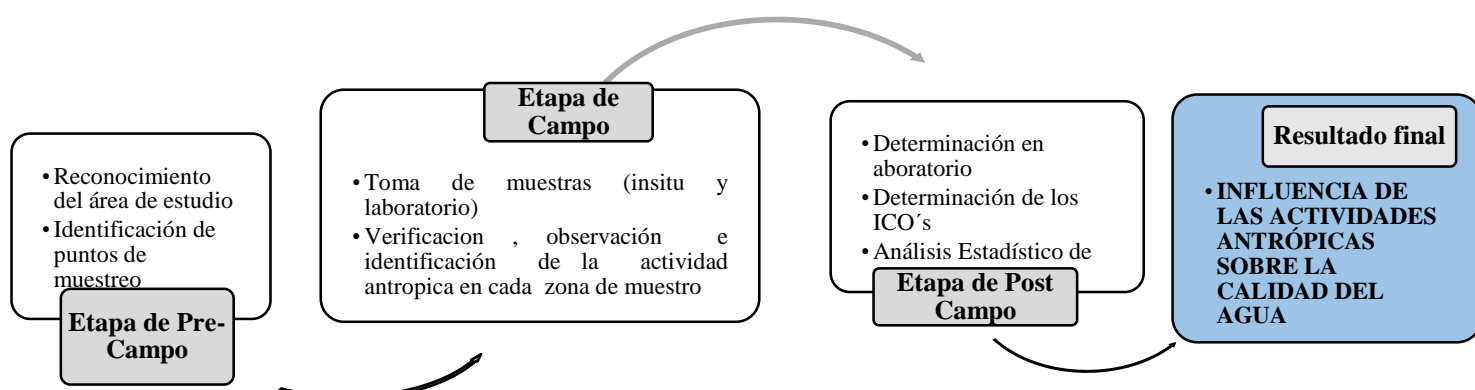
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica usada para recolectar los datos fue la observación directa, se registraron los datos tanto de los parámetros medidos como de las actividades halladas en el área de estudio, en una Ficha de recolección de datos N°00X-2019, mostrada en el Anexo 13.

3.5 Procedimientos

El trabajo de investigación siguió las etapas establecidas en el siguiente esquema metodológico, mostrado en la Figura 4.

Figura 3. Esquema metodológico.



Fuente: Elaboración propia

Para la Etapa de Pre campo, en cuanto a la elección de los puntos de muestreo se realizó una visita previa a la zona de estudio, identificando la accesibilidad y seguridad del camino.

Asimismo, para la Etapa de campo, se siguieron los siguientes pasos:

- Se tomó nota de las actividades antrópicas en el punto de muestreo.
- Con el GPS se tomaron las coordenadas del punto de muestreo.
- Se midieron primero los parámetros in situ y se registró las medidas, estos parámetros fueron: Porcentaje de Saturación de Oxígeno, pH y temperatura.
- Se prepararon los frascos para coleccionar las muestras de análisis en laboratorio y se procedió a rotular cada frasco para luego preservarlas y almacenarlas en un cooler (recipiente térmico), los parámetros para laboratorio fueron: coliformes totales y DBO5.

La etapa post campo se refiere al análisis de los datos en gabinete, primero se describieron y analizaron las actividades antrópicas identificadas en el río Chumbao, en seguida se determinaron los ICO's y se realizó el análisis

estadístico empleando los programas estadísticos Statgraphics centurión XIV y Six Sigma.

3.6 Método de análisis de datos

a) Procesamiento de datos

Porcentaje de saturación de oxígeno: Para la determinación del porcentaje de oxígeno se utilizó el método electrométrico, para lo cual se siguió el procedimiento descrito en el manual de uso del equipo Multiparámetro de campo HI 9829–HANNA. Previo a este proceso se calibró el Multiparámetro para proceder con la medición.

pH: Para la determinar el pH se utilizó el método potenciométrico, se siguió la metodología, 4500-H+B Método estándar para el examen de agua y aguas residuales (Standard Method for the Examination of Water and Wastewater) (APHA, 1998). Se calibró previamente el potenciómetro modelo HI 9829 – HANNA según las instrucciones del fabricante, posteriormente se realizó la lectura, registrando los valores.

Temperatura: Para la determinar la temperatura se usó el método electrométrico, se siguió la metodología 2550-B Método estándar para el examen de agua y aguas residuales (Standard Method for the Examination of Water and Wastewater), (APHA, 1998). Previamente se calibro el Multiparámetro de campo HI 9829 –HANNA, siguiendo el procedimiento de calibración del fabricante, posteriormente se realizó la lectura, registrando los valores en el Multiparámetro.

Demanda bioquímica de oxígeno: Para la determinar la demanda bioquímica de oxígeno se utilizó el método Respirométrico/manométrico – Oxitop, analizado en laboratorio.

Colifórmes totales: Para determinar los colifórmes totales se usó el método de tubos múltiples, analizado en laboratorio.

b) Análisis estadístico

Se planteó la siguiente Hipótesis nula para el análisis estadístico:

H₀: los valores del ICO en los puntos muestreo en el rio Chumbao no presentan diferencia significativa.

Para comprobar la hipótesis planteada se hizo un análisis de varianza (ANOVA) de los datos, con el propósito de evaluar la variación espacial, esta prueba de hipótesis se realizó con una significancia del 5%.

Al rechazo de la hipótesis nula del ANOVA, donde H_0 se rechaza si $\alpha > p\text{-value}$ o probabilidad evaluada (donde $p\text{-value}$, es la probabilidad evaluada para una distribución normal); se aplicó el **test de LSD** (Lead Significant Difference) con un nivel de significancia del 5% (prueba de comparación múltiple), esto con la finalidad de conocer la diferencia de los valores de los parámetros e índices de contaminación entre los puntos de muestreo, es decir para conocer la diferencia significativa.

Los resultados obtenidos por triplicado, fueron procesados empleando el paquete estadístico Statgraphics centurión XIV y Statistical software.

3.7 Aspectos éticos

Para asegurar la confidencialidad de los datos, la investigación respeta cuidadosamente la autoría de las fuentes de información, tanto nacionales como internacionales, citando debidamente las referencias con el estilo ISO 690, tal como lo sugiere la Universidad Cesar Vallejo, del mismo modo se cumple con el código de ética de investigación de la universidad.

IV. RESULTADOS

4.1 Identificación de actividades antrópicas que influyen en la calidad de del río Chumbao

Agricultura, la actividad se hace presente en la parte media y baja de la cuenca del río Chumbao, observándose el cultivo de papa y maíz en su mayoría, así lo menciona el Estudio de identificación y priorización de zonas y cadenas productivas en la Provincia de Andahuaylas (2019) donde indica que la papa es el cultivo principal que se produce en grandes áreas de cultivo, así como otros cultivos andinos y cereales como el maíz (p.15). Por lo que al ser el cultivo de papa el principal en la zona de estudio se hace uso de una variedad de agroquímicos entre herbicidas, plaguicidas (organoclorados, fosforados) y fertilizantes sintéticos (N, P, K); asimismo se pudo observar que los envases de estos productos no son desechados adecuadamente, ya que se son tirados al suelo eliminándose el producto que pudo haber quedado en el envase, y ser arrastrados a las fuentes de agua.

Acuicultura - Crianza de truchas, esta actividad se observó en la parte alta (cercana a la cabecera de cuenca) del río con un sistema semi-intensivo, donde se identificaron 11 piscigranjas; las que hacen uso del agua del río Chumbao que desvían el agua del río y la conducen a estanques de tierra donde se da la crianza de trucha en su mayoría, el agua tiene un flujo continuo o constante, desembocando en el mismo río aguas abajo, llevando consigo residuos de materia orgánica ya sea por los subproductos metabólicos de la trucha o restos de su alimento, cabe destacar que después de las piscigranjas aguas abajo del río existe un tributario de origen lagunar.

Ganadería, La actividad ganadera en la provincia de Andahuaylas constituye una parte de la economía de la zona y entre los principales animales en la zona se tienen 87,200 cabezas de vacuno, 206,200 cabezas de ovino, 10,339 cabezas de camélido (llama), 46,970 cabezas de caprino y 75,630 cabezas de porcino (INEI-IV Censo Nacional Agropecuario 2012), sin embargo esta actividad es complementaria a la agricultura y se da en menor escala en las cercanías al río Chumbao y básicamente con una producción familiar con crianza de carácter

tradicional y rudimentario a lo largo de todo el río, no obstante se genera desechos orgánicos (estiércol) con contenido de nutrientes, microorganismos patógenos y sólidos suspendidos.

Arrojo de residuos sólidos, se pudo observar que, en diferentes puntos, el río se vierten bolsas plásticas con desechos sólidos, generados tanto por la población que habita y el comercio (ferias y negocios) que se desarrolla en las cercanías a al cauce del río, para tratar de revertir esta actividad antrópica se realizan actividades de limpieza en el río Chumbao por parte de las municipalidades ya sea de San Jerónimo, Andahuaylas o Talavera, sin embargo por la falta de consciencia ambiental de la población esta mala práctica continua.

Lavaderos de carros, la actividad se da desde el distrito de San Jerónimo hasta el distrito de Talavera en las zonas peri urbana y urbana, donde en algunas zonas se lavan carros particulares e incluso se lava ropa y hacen uso de algunos detergentes, estos productos químicos influyen en la variación de los parámetros de calidad química del agua del río.

Vertimiento de aguas residuales domésticas, las aguas residuales domésticas son las que se generan en las viviendas y su vertimiento se puede observar sobre todo en la parte media y baja del río, en las zonas urbanizadas, donde los desagües sin un tratamiento previo son eliminados directamente al río, actuando este como un colector natural de las aguas residuales domésticas, contaminando continuamente e influenciando sobre la calidad del agua, justamente se reportó un elevado índice de contaminación por materia orgánica.

Arrojo de desmontes, la presencia de desmontes con desechos de construcción como producto de la expansión urbana, es también una de las malas prácticas que se lleva a cabo en el río Chumbao, ya que afecta a la profundidad del cauce del río generando un estrangulamiento de este, pudiendo provocar algún desborde, además al ser desechos de construcción en su mayoría conformado por tierra, restos de cemento y yeso, estos alteran la calidad del agua influyendo sobre las concentraciones de sólidos totales, tornándola turbia.

Vertimiento de aguas residuales de Camales, cercana al río Chumbao se tiene la presencia del camal de San Jerónimo ubicado en el distrito del mismo nombre,

donde se realiza el sacrificio de ganado ovino, vacuno y porcino, esta actividad genera aguas residuales con gran cantidad de residuos orgánicos principalmente sangre, orina, estiércol, alimentos no digeridos, grasas y agua del aseo del camal, estos residuos contaminantes son eliminados directamente al río Chumbao sin ningún tratamiento previo. Asimismo, el Anexo 25 indica un resumen de los puntos de muestreo donde se presentan las actividades antrópicas.

4.2 Determinación del Índice de Contaminación para Temperatura - ICOTEM

Este índice se determinó a partir de la diferencia entre la temperatura de vertimiento y temperatura del cuerpo receptor, empleando la Ecuación 2,

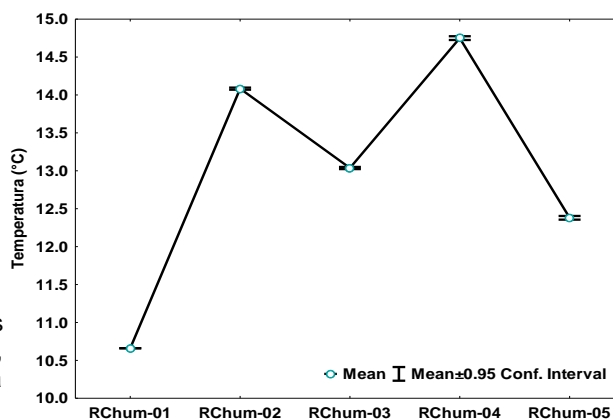
Los resultados de la temperatura se observan en la **Tabla 4**, donde se aprecia la existencia de una diferencia significativa entre los puntos de muestreo del cuerpo receptor (p-value <0,05), el Anexo 3 muestra el análisis de Varianza, los valores reportados oscilaron entre 10.66 °C y 14.75°C.

Tabla 4. 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, letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con $\alpha = 5\%$. La réplica de datos se muestra en el Anexo 3.

Figura 4. Temperatura en los puntos de muestreo cuerpo receptor.



En la **Figura 4**, se observa la variación de la temperatura en los puntos de muestreo, en ella se puede apreciar ligeras variaciones, los puntos RChum-02 y RChum-04 presentaron la mayor temperatura y los puntos RChum-01, RChum-03 y RChum-05 presentaron la menor temperatura durante el muestreo.

Por otro lado, la **Tabla 5**, muestra los resultados de la temperatura de vertimiento al cauce del río en los puntos RChum-02, RChum-03 y RChum-04, no habiendo

vertimientos en los puntos RChum-01 y RChum-05 para la evaluación de este parámetro.

Tabla 5. 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: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar. La réplica de datos se muestra en el Anexo 3.

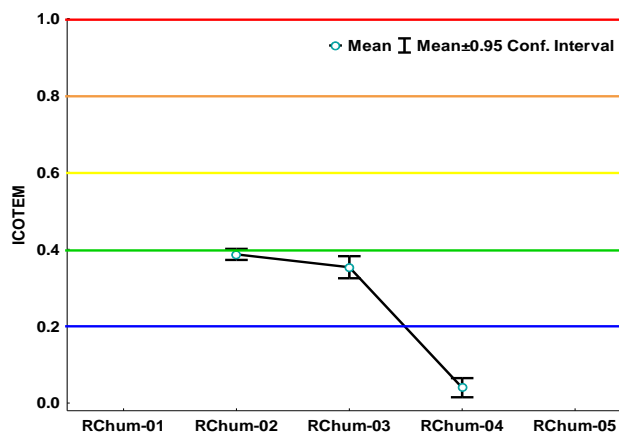
La **Tabla 6** muestra los resultados del índice de contaminación para temperatura, donde se aprecia que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo (p-value < 0.05), el Anexo 4 muestra el análisis de Varianza, los valores oscilaron entre 0.04 a 0.39.

Tabla 6. 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, letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con $\alpha = 5\%$. La réplica de datos se muestra en el Anexo 4.

Figura 5. Cualificación de las aguas a través del ICOTEM.



Este índice sólo fue evaluado en los puntos RChum-02, RChum-03 y RChum-04 con base a la temperatura de vertimiento de aguas residuales de los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera respectivamente.

La **Figura 5**, muestra la cualificación del agua del río Chumbao a través del ICOTEM, donde podemos apreciar que los puntos RChum-02 y RChum-03 presentaron “baja contaminación” y el punto RChum-04 presentó “ninguna contaminación” por efectos de temperatura.

4.3 Determinación del Índice de Contaminación para pH -ICOpH

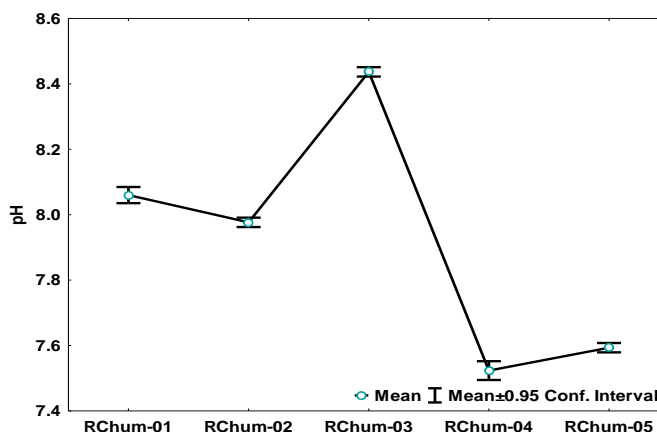
Los resultados del pH se pueden observar en la **Tabla 7**, se puede apreciar que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo ($p\text{-value} < 0,05$) el Anexo 5 muestra en análisis de Varianza, los valores reportados oscilaron entre 7.52 y 8.44.

Tabla 7. 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} es la media; s es la desviación estándar, letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con $\alpha = 5\%$. La réplica de datos se muestra en el Anexo 5.

Figura 6. pH en los puntos de muestreo.



La **Figura 6**, muestra la variación de pH, en la cual se puede apreciar que los puntos RChum-01 y RChum-03 presentan un pH ligeramente básico, mientras que los puntos RChum-02, RChum-04 y RChum-05 presentaron un pH neutro.

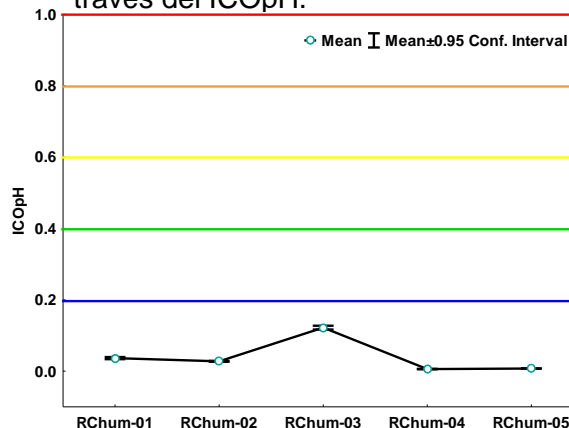
El índice de contaminación para pH se determinó basado en el parámetro de pH, empleando la ecuación 3 para el ICOpH, la **Tabla 8** muestra los resultados, donde se aprecia que existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo ($p\text{-value} < 0.05$), el Anexo 6 muestra el análisis de Varianza, los valores oscilaron entre 0.01 a 0.12.

Tabla 8. 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, letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con $\alpha = 5\%$. La réplica de datos se muestra en el Anexo 6.

Figura 7. Cualificación de las aguas a través del ICOpH.



Este índice evaluado en el río Chumbao presentó un rango natural promedio cercano al neutro. La **Figura 7**, muestra la cualificación del agua del río Chumbao a través del ICO pH, donde podemos apreciar que los puntos RChum-01, RChum-02, RChum-03, RChum-04 y RChum-05 presentaron “ninguna contaminación” por efectos del pH.

4.4 Determinación del Índice de Contaminación por Materia Orgánica - ICOMO

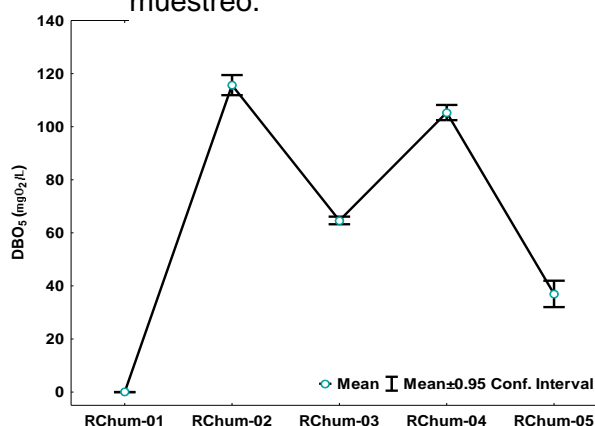
Demanda bioquímica , se muestran los resultados en la **Tabla 9**, en ella se puede apreciar la existencia de una diferencia significativa entre los puntos de muestreo ($p\text{-value} < 0,05$), el Anexo 7 presenta el análisis de varianza, los valores reportados oscilaron entre $0.00 \text{ mgO}_2/\text{L}$ a $115.67 \text{ mgO}_2/\text{L}$.

Tabla 9. 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} es la media; s es la desviación estándar, letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con $\alpha = 5\%$. La réplica de datos se muestra en el Anexo 7.

Figura 8. DBO₅ en los puntos de muestreo.



La **Figura 8**, muestra la variación de la demanda bioquímica de oxígeno en los diferentes puntos de muestreo, en ella se puede apreciar que se incrementa a partir del punto RChumb-02 con ligeros descensos en los puntos RChum-03 y RChumb-05.

Porcentaje de saturación de oxígeno se pueden observar los resultados en la **Tabla 10**, donde se aprecia la existencia de una diferencia significativa entre los puntos de muestreo ($p\text{-value} < 0.05$) el Anexo 8 muestra el análisis de Varianza, los valores reportados oscilaron entre 20.77% y 110.90%.

Tabla 10. 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} es la media; s es la desviación estándar, letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con $\alpha = 5\%$. La réplica de datos se muestra en el Anexo 8.

Los resultados reportados muestran valores bajos en los puntos RChum-02 y Rchum-04, indicando contaminación, y valores altos en los puntos RChum-01, RChum-03 y RChum-05, lo que indica una buena saturación en los puntos.

La **Figura 9**, muestra la variación del porcentaje de saturación de oxígeno entre los puntos de muestreo, en ella podemos apreciar que el punto RChum-01 presentó una sobresaturación de oxígeno, mientras que los puntos RChum-03 y RChum-05 presentaron buena saturación de oxígeno.

Colifórmes totales, se observan los resultados en la **Tabla 11**, donde se aprecia que existe diferencia entre los puntos de muestreo, los valores reportados oscilaron entre 300 NMP/100mL a >110000 NMP/100mL.

Tabla 11. Colifórmes totales en los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Colifórmes 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. Los resultados del análisis se muestran en el Anexo 9.

Figura 9. Porcentaje de Saturación de oxígeno en los puntos de muestreo

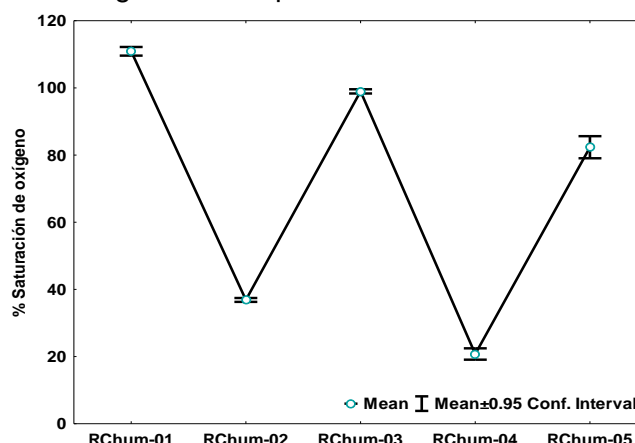
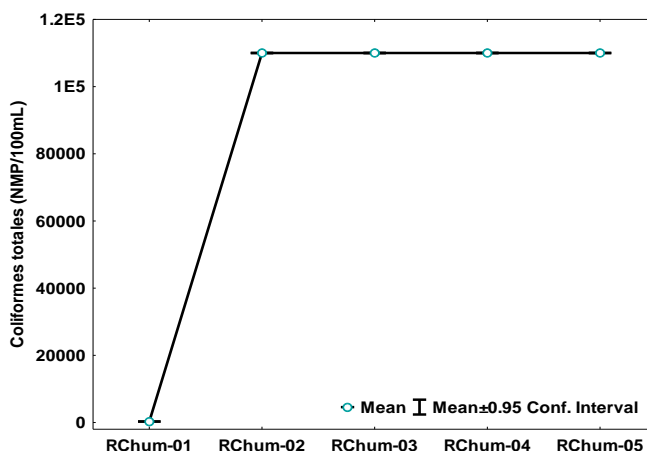


Figura 10. Colifórmes totales en los puntos de muestreo.



La **Figura 10** muestra la variación de coliformes totales, en ella podemos apreciar que el punto RChum-01 presentó baja concentración de coliformes mientras que a partir del punto RChum-02 estas se incrementaron excesivamente.

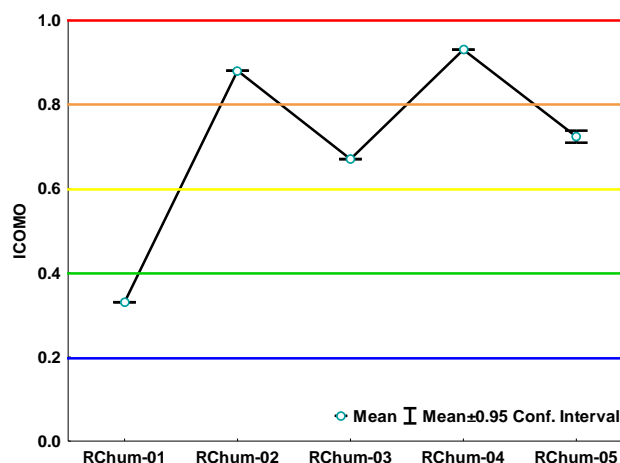
El índice de contaminación por materia orgánica se determinó a partir de los parámetros DBO₅, % saturación de oxígeno y coliformes totales, empleando la **Ecuación 1**, los resultados se observan en la **Tabla 12**, donde podemos apreciar la existencia de una diferencia significativa entre los puntos de muestreo (p-value < 0.05) el Anexo 10 muestra el análisis de Varianza, los valores oscilaron entre 0.33 a 0.93.

Tabla 12. 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; s es la desviación estándar, letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con $\alpha = 5\%$. La réplica de datos se muestra en el Anexo 10.

Figura 11. Cualificación de las aguas a través del ICOMO.



La **Figura 11**, muestra la cualificación del agua del río Chumbao a través del ICOMO, donde podemos apreciar que los puntos RChum-01 indico “baja contaminación” los puntos RChum-03 y RChum-05 indicaron “contaminación alta”, y los puntos RChum-02 y RChum-04 indicaron “contaminación muy alta” por materia orgánica.

V. DISCUSIONES

5.1 Identificación de actividades antrópicas que influyen en la calidad de del rio Chumbao

Las actividades antrópicas identificadas desarrolladas en el rio Chumbao son 8, similares actividades fueron identificadas por Calla (2019) en el rio Mashcón y Loayza (2015) en el rio Sullcas.

La actividad agrícola en la zona está caracterizada por el uso de agroquímicos y fertilizantes, según Ongley (1997), los fertilizantes poseen un contenido alto de fosforo y nitrógeno, los que son responsables en mayor medida de la contaminación del agua superficial por procesos eutrofización; del mismo modo tanto los plaguicidas, fungicidas, herbicidas, constituyen una fuente de contaminación del agua por la escorrentía. García y Rodríguez (2012) mencionan que estas sustancias pueden ser arrastrados por corrientes de agua y aire transportándolos a grandes distancias hasta llegar a cuerpos de agua, lo que puede perturbar en los diferentes niveles de un ecosistema (p.2); Por otro lado, la actividad acuícola se presenta con la crianza de truchas en la parte alta del rio; Bushmann (2015) indica que esta actividad de manera intensiva genera el deterioro del medio ambiente ya que se vierte altas cantidades de desechos de sus heces y de sus alimentos no consumidos por los peces; lo que genera un costo ambiental, económico y social. La actividad ganadera en la zona no es intensiva, sin embargo, según Londoño, Rivera, Bernal y Castaño (2012) una ganadería intensiva es una fuente de contaminación que contribuye al deterioro del agua y en relación a la pendiente del terreno se hace posible el transporte del desecho pecuario (estiércol de carga orgánica) hacia las fuentes de agua, aunque a lo largo del rio Chumbao esta actividad no es tan sobresaliente si influye con bajos niveles de desechos de esta actividad al rio. En lo que respecta a las actividades domésticas se tiene la descarga de aguas residuales domésticas, Atencia (2007) refiere que las aguas residuales domesticas contienen materia orgánica biodegradable, materia inorgánica, nutrientes, nitrógenos y organismos patógenos, por lo general la materia orgánica es la responsable de la variación de DBO5 en el agua, así como son una fuente grande de colifórmes totales. Del mismo modo se identificó arrojamiento de residuos

sólidos al río Chumbao, en cuanto a esta actividad, Chiara et al. (2010), refirieron que los residuos sólidos y la calidad del agua se han vuelto importantes problemas ambientales en los últimos años, en especial en países en desarrollo, los desechos sólidos, la basura y el arrojado de desmontes degradan la apariencia física de los cuerpos de agua y causan deterioro de la calidad del agua. Finalmente, refiriéndonos a la actividad industrial, está se da por el vertimiento de agua residual del camal de San Jerónimo, donde según lo observado en campo se identificó que se vierten residuos como orina, estiércol, alimentos no digeridos, grasas y agua del aseo del propio camal, producto de esta actividad que se desarrolla. Ante esta actividad Barraza y Palpa (2011), mencionan que los desechos generados por los camales son ricos en materia orgánica, por ello para su oxidación biológica se requiere de oxígeno, al haber una cantidad elevada de materia orgánica habrá mayor consumo de oxígeno por lo tanto disminuye su concentración en el cuerpo de agua receptor llegando muchas veces a consumir la totalidad del oxígeno, esto trae consecuencias a la vida acuática, además afecta a otros parámetros como: DBO5, pH, coliformes fecales, entre otros.

5.2 Índice de Contaminación para Temperatura - ICOTEM

Temperatura: Los resultados de los parámetros medidos en las aguas del río Chumbao (cuerpo receptor) se mostraron en la Tabla 4, en ella se puede apreciar que la temperatura no presentó valores extremos durante el muestreo realizado; el punto RChum-01 presentó la mínima temperatura y el punto RChum-04 la máxima temperatura; estos resultados se relacionan con la hora del día en que se tomaron las muestras; por otra parte, este parámetro es muy importante en un sistema hídrico debido a que afecta la mayoría de los procesos físicos, químicos y biológicos, si el agua presenta temperaturas bajas provoca una alta concentración de oxígeno disuelto y mayor disponibilidad de nutrientes, por el contrario si la temperatura es alta genera la volatilización de oxígeno generando la pérdida del oxígeno disuelto en el agua (Molnar, 2005, pp.86). Del mismo modo, la Tabla 5 muestra los resultados de los valores de temperatura de vertimiento al cauce del río Chumbao en los puntos RChum-02, RChum-03 y RChum-04, se pudo evaluar que en el punto RChum-02 se presentó el primer punto de vertimiento, donde se descargan aguas residuales provenientes del

distrito de San Jerónimo incluyendo aguas residuales del camal, el punto RChum-03 corresponde al segundo punto de vertimiento el cual está ubicado en el distrito de Andahuaylas, y punto RChum-04 corresponde al tercer punto de vertimiento ubicado en el distrito de Talavera, sin embargo, cabe mencionar que existen descargas de desagües en todo el trayecto. Tanto en el cuerpo receptor como en los vertimientos los puntos que registraron los valores más altos de temperatura fueron RChum-02, RChum-03 y RChum-04. Aznar y Alonzo (2000), mencionan que estas temperaturas elevadas se deben al vertimiento de aguas provenientes de la industria, aguas residuales domesticas lo que ocasiona la disminución del oxígeno.

El índice de contaminación para temperatura se mostró en la Tabla 6, donde se pudo observar que los valores oscilaron entre 0.04 a 0.39, indicando ninguna contaminación en el punto RChum-04 a baja contaminación en los puntos RChum-02 y RChum-03 para temperatura. Valores similares fueron reportados por Miranda, Ramirez y Sanchez, 2016. La diferencia entre el ICOTEMP con el ICOpH y el ICOMO es que este índice considera tanto el vertimiento como el cuerpo receptor para así explicar que este cambio representa contaminación (Quiñones y Martinez, 2019). Este índice obtuvo un valor de diferencia menor a 0.4 lo que señala un índice de baja contaminación para temperatura.

5.3 Índice de Contaminación para pH - ICOpH

pH: Los valores de pH evaluados se muestran en la Tabla 7, estos valores fueron cercanos al neutral y en algunos casos ligeramente básicos, los valores hallados se encuentran dentro del rango establecido en la normativa peruana para los estándares de calidad de agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático que establece un rango de pH entre 6.5 a 9. Variaciones de pH similares fueron reportados por Fontalvo y Tamiris (2018) en el río Córdoba, Colombia, quienes indican que estas variaciones están asociadas a la remoción de material calcáreo en el cauce del río.

La tabla 8 mostro los valores determinados de este índice evaluado en el río Chumbao, con valores inferiores a 0.2 lo, esto lo cualifica con ninguna contaminación, los valores de este índice presentaron un rango natural promedio

cercano al neutro, siendo esta una condición natural de los cuerpos de agua. Valores similares fueron reportados por Miranda, Ramírez y Sánchez (2016) en el río Algodonal y por Díaz et al. (2017) en los ríos Tejo y Chiquito, que mostraron un rango de variación natural en los cuerpos de agua.

5.4 Índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO

La demanda bioquímica de oxígeno: se define como la cantidad de oxígeno que requieren los organismos para estabilizar la materia orgánica carbonosa, sin embargo, cuanto mayor es el nivel de contaminación orgánica, mayor es el valor de este parámetro (Sawyer, McCarty y Parkin, 2003), los resultados obtenidos en los puntos RChum-02, RChum-03, RChum-04 y RChum-05 muestran que los valores son muy altos indicando que las aguas de río presentan alta carga de contaminantes orgánicos. Por otra parte, la normativa peruana a través de los estándares de calidad de agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático establece $10 \text{ mgO}_2/\text{L}$, lo cual indica que todos los puntos a excepción del RChum-01 sobrepasan el límite indicando que el río presenta alta contaminación, concentraciones altas están asociadas a la contaminación antrópica identificada en esos puntos, principalmente descargas de aguas residuales domésticas, aguas residuales del camal San Jerónimo, arrojamiento de residuos sólidos sin embargo, también se puede apreciar que el punto RChum-01 no presentó contaminación por materia orgánica debido a la baja actividad antrópica que se desarrolla en la zona de muestreo.

Porcentaje de saturación de oxígeno: En la Tabla 10 se mostraron los resultados de este parámetro, donde se pudo observar que el punto RChum-01 presentó una sobresaturación de oxígeno, mientras que los puntos RChum-03 y RChum-05 presentaron buena saturación de oxígeno sin embargo esta zona no presenta características de una zona libre de contaminación ya que se tienen actividades antrópicas cercanas como, arrojamiento de residuos sólidos, arrojamiento de desmontes y aguas residuales domésticas, estos valores están asociados a la geomorfología del cauce, como señalan Jiménez y Vélez (2006); y al cambio de la pendiente del río Chumbao que permite una aireación y autodepuración del agua en el río (Choque et al, 2019) . Por otra parte, los puntos RChum.02 y RChum-04 presentaron porcentajes de saturación muy bajos, los cuales están relacionados

a los valores altos de DBO_5 mostrados en dichos puntos, asociados a los contaminantes que son vertidos al cauce del río como el vertimiento de aguas residuales domésticas y del camal que se da en estos puntos, las variaciones entre los diferentes puntos puede ser debido a la descomposición microbiana, la falta de contacto atmosférico para la difusión y la ausencia de fotosíntesis entre otros factores (Fondriest Environmental, 2013). Por otra parte, valores similares fueron reportados por Benjumea y Álvarez (2017) en el río Negro, Antioquia.

Colifórmnes totales: Los colifórmnes son indicadores de contaminación, los resultados muestran valores elevados en los diferentes puntos de muestreo indicando la existencia de contaminación de origen fecal en la zona de estudio (Chávez *et al.*, 2016). Los resultados de este parámetro se mostraron en la Tabla 11, donde se pudo apreciar que el punto RChum-01 tiene un valor de 300 NMP/100MI, mientras que los puntos RChum-02, RChum-03, RChum-04 y RChum-05 tienen valores iguales y mayores a 110000 NMP/100mL, es decir a medida que el río desciende aguas abajo los valores incrementan debido a que el río atraviesa la zona urbana donde hay mayor incidencia de actividades antrópicas como descargas de aguas residuales domésticas y de camal con alto contenido de materia orgánica y arrojado de residuos sólidos. Resultados similares fueron obtenidos por Atencia (2007), donde los valores elevados de colifórmnes totales que hallaron se atribuye a descargas de aguas residuales domésticas de origen antrópico.

Los resultados del Índice de Contaminación por Materia Orgánica se mostraron en la Tabla 12, este índice refleja alta contaminación (0.67-0.93) por materia orgánica a partir del punto Rchum-02, evidenciando contaminación de las aguas del río Chumbao, resultados similares fueron reportados por Samboni, Reyes y Carbajal (2011) y Valverde, Moreno y Ortiz (2015), en la subcuenca Zanjón Oscuro y Bahía Solano respectivamente, quienes obtuvieron valores altos para el ICOMO, asociando esta contaminación a las aguas residuales.

VI. CONCLUSIONES

1. En la parte alta del río Chumbao se desarrolla la actividad de crianza de truchas, en seguida a medida que el río discurre aguas abajo por la parte media y baja de la cuenca donde se asienta la población, se tiene la influencia de actividades de agricultura, ganadería, lavaderos de carros, arrojamiento de residuos sólidos, vertimiento de aguas residuales domésticas, arrojamiento de desmontes y vertimiento de aguas residuales del camal; estas actividades son las principales fuentes de contaminación que influyen en la calidad del agua del río Chumbao.
2. Las aguas del río Chumbao presentaron “contaminación muy alta” por materia orgánica a excepción del punto RChum-01, los valores oscilaron entre 0.33 a 0.93, evidenciando contaminación por aguas residuales principalmente domésticas y aguas residuales del camal con alta carga microbiana las cuales son descargadas al curso del río.
3. Las aguas del río Chumbao “no presentaron contaminación” para pH en ninguno de los puntos evaluados, los valores oscilaron entre 0.01 a 0.12 evidenciando que las aguas presentan un pH ligeramente básico y neutro, asociadas a carbonatos y bicarbonatos presentes en la zona de estudio y al mismo tiempo no se pudo evidenciar la contaminación por actividad antrópica.
4. Las aguas del río Chumbao presentaron baja contaminación para temperatura a excepción de los puntos RChum-02 y RChum-03, los valores oscilaron entre 0.04 a 0.39 evidenciando que las aguas presentaron una variación de temperatura del cauce esto asociado a la actividad de descargas de aguas residuales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un monitoreo continuo para la vigilancia de la calidad del agua del río Chumbao.
2. Difundir la importancia que implica realizar estudios de análisis y evaluación del nivel de contaminación presente en río Chumbao para fortalecer la conciencia y educación ambiental en el cuidado de este recurso hídrico tan importante para la población.
3. Se recomienda investigar más parámetros para la evaluación de otros Índices de contaminación de agua en el río Chumbao.
4. Publicar y dar a conocer los resultados obtenidos en la investigación a las autoridades que gestionan este recurso hídrico con la finalidad de implementar medidas y acciones de prevención y recuperación para evitar la degradación de la calidad del agua.

REFERENCIAS

AMERICAN Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA). [en línea] 20. ed. Copyright . Washington, 1998. [Fecha de consulta: 16 de junio de 2019]. Disponible en: http://srjcstaff.santarosa.edu/~oraola/Assets/APHA_SM_20.pdf .

AGUDELO, Pablo A.; RIVERA, Jorge. E.; BERNAL, María. E.; CASTAÑO, Elmer. Caracterización del riesgo de contaminación por actividades pecuarias en el río Molinos, Villamaría. *Revista Veterinaria y Zootecnia* [en línea] Vol. 6 (2), Julio-diciembre 2012, [fecha de consulta: 25 de diciembre de 2020]. Disponible en <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v6n2a05.pdf> ISSN: 2011-5415

AGUILAR, Alonso. Calidad del agua: Un enfoque multidisciplinario [en línea]. 1era edic. México, junio 2010. [Fecha de consulta: 16 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://ru.iiec.unam.mx/65/1/CalidadAgualmpr.pdf> ISBN: 9786070214554

ANA – Autoridad Nacional de Agua, ALA Bajo Apurímac Pampas, Andahuaylas. Evaluación de los Recursos Hídricos en Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros [en línea]. Noviembre 2013. [Fecha de consulta: 25 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/47>.

ANA - Autoridad Nacional del Agua, Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA - Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Lima, Perú. p92. 2016.

ATENCIA, Carlos. Diagnóstico de la contaminación por vertimientos de aguas residuales domésticas y residuos sólidos domésticos sobre la microcuenca monte dentro hasta el sector de la bocatoma del acueducto de la ciudad pamplona. Proyecto de pasantía (Ingeniero ambiental). Universidad libre de Colombia facultad de Ingeniería Ambiental san José de Cucuta. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/198447843.pdf>

AZNAR, Antonio A.; ALONSO, Álvaro. Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. *Revista Gestión Ambiental*. [en línea]. vol. 2(23), 2000. [fecha de consulta: 01 de enero de 2020]. Disponible en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf> .

BARRAZA, Alan J. y PALPA, Gino. Comparación de eficiencias en el tratamiento de las aguas residuales provenientes de un Camal utilizando en forma independiente reactores UASB y filtros contenedores a escala piloto. Tesis (Ingeniero Sanitario). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. Disponible en http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3350/1/barraza_fa.pdf

BENJUMEA, Carlos. y Álvarez, Geraldine. Demanda de oxígeno por sedimentos en diferentes tramos del río Negro Rionegro, Antioquia, Colombia [en línea]. 12 (2), Julio - Diciembre de, 2017. [fecha de consulta: 22 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n2/1909-0455-pml-12-02-00131.pdf> .

BIOLOGY online [fecha de consulta: 21 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.biologyonline.com/dictionary/dissolved-oxygen>

BUSCHMANN, Alejandro. Impacto ambiental de la acuicultura, el estado de la investigación en Chile y el mundo [en línea]. Osorno, Chile: Terram Publicaciones. 2015 [fecha de consulta 28 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://www.cetmar.org/DOCUMENTACION/dyp/ImpactoChileacuicultura.pdf>

CALIDAD del agua: definición, factores y criterios. [Mensaje en un blog], Colombia. Fibras y normas de Colombia S.A.S [Fecha de consulta: 01 de enero de 2020]. Recuperado de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/calidad-del-agua-definicion-factores-y-criterios/>

CALLA, José A. Actividades antrópicas y calidad del agua en la cuenca del río Mashcón. Tesis (Ingeniero forestal) Cajamarca, Perú. Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3319/ACTIVIDADES%20ANTR%C3%93PICAS%20Y%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20EN%20LA%20>

[CUENCA%20DEL%20R%C3%8DO%20MASHC%C3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/handle/10665/41850)

CHAPMAN, Deborah. Water Quality Assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring, [en línea]. 2nd ed. London: E & FN Spon, 1996. [fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41850> ISBN: 0419216006

CHAVARRO A.G., y GELVEZ, E.J. 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. *Revista Mutis*, [en línea]. 6(2):19-31, 2016. [fecha de consulta: 11 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/1148> . ISSN:2256-1498

CHÁVEZ, Jhesibel; LEIVA, Dámaris, RASCÓN, Jesús, HOYOS Ingrid y CORROTO, Fernando. Estado trófico del lago Pomacochas a través de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. [en línea] *Revista Indes* 2(2), 70-78. 2016 b. [fecha de consulta: 12 de Agosto de 2020]. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/77/191>. ISSN: 2310-0664

CHAVEZ, Jhesibel; LEIVA, Dámaris. Y CORROTO Fernando. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas. [en línea]. *Revista Ciencia Amazónica* 6(1):16-27, 2016. [fecha de consulta: 12 de Agosto de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22386/ca.v6i1.104>

CHIARA, Emanuela, et al. Solid Waste and Water Quality Management Models for Sagarmatha National Park and Buffer Zone, Nepal. *BioOne* [en línea]. 30(2):127-142, 2010. [fecha de consulta: 30 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://bioone.org/journals/mountain-research-and-development/volume-30/issue-2/MRD-JOURNAL-D-10-00028.1/Solid-Waste-and-Water-Quality-Management-Models-for-Sagarmatha-National/10.1659/MRD-JOURNAL-D-10-00028.1.full> .

CHOQUE, David ; LIGARDA, Carlos A.; RAMOS, Betsy S., SOLANO, Aydeé M. y QUISPE, Yadyra. Cafeína y barrido UV-Vis y el índice de calidad de agua en la microcuenca alto andina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú. *Revista Tecnología Química*, 2019. [en línea]. 39(3), pp. 619-637. [fecha de consulta: 11 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4455/445560283010/html/index.html>

CUSTODIO, María; CHANAMÉ, Fernán; BULEGE, Wilfredo (2015). Evaluación de la calidad del agua del río cunas mediante índices fisicoquímicos y biológicos, Junín, Perú. Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú [en línea]. N° 2006-4116, 2017. [fecha de consulta: 13 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4686> . ISSN 1990 - 7044

DÍAZ, Ingrith C.; QUINTERO, Hemell F.; LOZANO, Yeeny; FONSECA, Luis C., y VALDES, Diana M. Ríos Tejo y Chiquito: evaluación de los ico's dentro la estructura urbana de Ocaña, Norte de Santander. *Revista Ingenio UFPSO* [en línea]. Enero-Junio, 2017. Vol.13 Num.1. [fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2150> . ISSN: 2011-642X

ESPINOZA, Pavel. Calidad del agua en el Perú Retos y aportes para una gestión en aguas residuales (Derecho, Ambiente y Recursos Naturales). [en línea]. 1ª ed., Lima: Sonimágenes del Perú SCRL, 2017 [fecha de consulta: 19 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2806> ISBN: 978-612-4210-50-1.

FONDRIEST Environmental, Inc. "Dissolved Oxygen". Fundamentals of Environmental Measurements. 19 de noviembre de 2013. Disponible en: <https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen/> , Accesado: 10 agosto 2020.

FONTALVO, Fernando A. y TAMARIS Cesar, E. (2018). Calidad del agua de la parte baja del río Córdoba (Magdalena, Colombia), usando el ICA-NSF. *Revista Intropica* [en línea] julio-diciembre, 2018 13(2), [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2020]. Disponible en:

<https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/2510> .

ISSN: 2389-7864

GARCÍA, Cipriano, RODRÍGUEZ, Guadalupe Durga. Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai* [en línea]. 2012, 8 (3b), 1-10 [fecha de Consulta: 28 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177005> ISSN: 1665-0441.

ICA - Instituto Científico del Agua. El agua en el Perú: Situación y perspectivas. [en línea]. Lima Perú. p42, 2017. Disponible en: <https://ciga.pucp.edu.pe/publicaciones/el-agua-en-el-peru-situacion-y-perspectivas/>

INEI – Instituto Nacional de Estadística e informática, IV Censo Nacional Agropecuario 2012. [en línea]. Julio 2013. [Fecha de consulta: 27 de diciembre de 2012]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/modsinia/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=1378&idformula=>

JIMENEZ, Mario A.; Vélez, Maria V. Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial. *Revista Avances en recursos hidráulicos* [en línea]. Octubre 2006, n° 14. [fecha de consulta: 01 de enero de 2021]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/arh/article/view/9331/9974> . ISSN 0121 - 5701

JOHNSTON, Carol A.; DETENBECK, Naomi E. and NIEMI, Gerald J. The cumulative effect of wetlands on stream water quality and quantity. A landscape approach. *Biogeochemistry* [en línea] 10: 105-141, 1990. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF00002226>

LOAYZA, Jessenia L. y CANO, Pedro A. Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del Río Shullcas – Huancayo – Junín. Tesis (Ingeniero Forestal y Ambiental). Huancayo, Perú. Universidad Nacional Del Centro del Perú Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, 2015. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3507>

MIRANDA, Rocio ; RAMÍREZ, Royman D.y SANCHEZ, Edgar A. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano mediante indicadores fisicoquímicos y microbiológicos en el río Algodonal. *Revista Ingenio UFPSO*. [en línea]. Ene-Junio, Vol. 10, Num.1, 2016. [fecha de consulta: 09 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2088/2038>. ISSN 2011-642X.

MOLNAR, William. *Laboratory Investigations: AP Environmental Science Lab Manual*. Washington D. C.: Apadventure, 2005.

MONTERO, V. y RAMIREZ Y. 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 (Ingeniero Ambiental). Colombia: Facultad De Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás, Villavicencio, 2018. 122pp.

ÑAUPAS, Humberto, VALDIVIA, Marcelino Raul, PALACIOS Jesús Josefa y ROMER, Hugo. *Metodología de la investigación* Quinta edición. [en línea], tercera edición. Perú Ediciones de la U. 2013. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2020] Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf> . ISBN 978-958-762-876-0

ONGLEY, E.D. *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos* [en línea]. Burlington, Canadá, 1997. [Fecha de consulta: 30 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/W2598S/w2598s00.htm#Contents>. ISBN 92-5-303875-6

ORGANIZACIÓN mundial de la salud. *Guías para la calidad del agua potable*. Ginebra: OMS, 2004. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/dwqtraining/es/. Accedido: Octubre 2019.

OTT, W., *Environmental Indices., Theory and Practice*, Aa Science, Ann Arbor, Michigan, 1978.

PONTIFICIA Universidad Católica del Perú. Cinco años de la ley de recursos hídricos en el Perú Segundas jornadas de derecho de aguas [en línea]. 1.^a ed. Perú, [fecha de consulta: 21 de setiembre de 2020]. Disponible en: http://jornada.pucp.edu.pe/derecho-de-aguas/wp-content/uploads/sites/8/2013/07/Libro-Aguas-PUCP_Final.pdf . ISBN: 978-612-4206-77-1

QUIÑONES, Jessica; MARTÍNEZ Leidy L. Análisis de la afectación en la calidad del agua del caño siete vueltas del municipio de Villavicencio por vertimientos de aguas residuales. Tesis (Ingeniero Ambiental), Villavicencio, Universidad Santo Tomás facultad de ingeniería ambiental, 2019. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/19535/2019lorenamartinez?sequence=6&isAllowed=y> .

RAFFO, Eduardo y RUIZ, Edgar. Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista Diseño y Tecnología* [en línea] 17(1): 71-80, 2014. [fecha de consulta: 28 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/12035/10751> . ISSN: 1810-9993

RAMALHO, R. Tratamiento de Aguas Residuales [en línea] Barcelona: España, Editorial Reverté, S.A. p245, 2003. [fecha de consulta: 17 de junio de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/IngAmbientalMX/tratamiento-de-aguas-residuales-rs-ramalho>

RAMIREZ A.; RESTREPO, R y CARDEÑOSA, M. Índices de Contaminación para Caracterización de Aguas Continentales y Vertimientos. Formulación. *Revista Ciencia, Tecnología y Futuro* [en línea]. 1999, vol.1, n.5 [fecha de consulta: 21 de Agosto de 2020], pp.89-99. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53831999000100008 . ISSN 0122-5383.

RESTREPO, Ivan. 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 (Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente). Colombia: Universidad de Manizales, 2015. Disponible en:

https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2438/Res_trepo_Ivan_Rodrigo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SAMBONI, Natalia E.; REYES Aldemar y CARBAJAL, Yesid. Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta. *Revista Ingeniería y Competitividad*, [en línea]. 13(2), p.49-60, 2011 [fecha de consulta: 14 de noviembre de 2020]. 13(2):49-60, 2011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291323530004> ISSN: 0123-3033

SAMPIERI, Roberto; FERNANDEZ, Carlos; BAPTISTA, Maria del Pilar. Metodología de la Investigación. [en línea]. sexta Edición, México. McGRAW-HILL Education. 2014 [fecha de consulta: 11 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf> . ISBN: 978-1-4562-2396-0

SAWYER, Clair, MCCARTY Perry y PARKIN, Gene. Chemistry for Environmental Engineering and Science. [en línea]. Fifth Edition, New York, Estados Unidos de América: McGraw-Hill, 2003. [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://4lfonsina.files.wordpress.com/2012/11/chemistry_for_environmental_engineering_and_science.pdf . ISBN 0-07-248066-1.

USGS science for a changing world. 21 de noviembre 2018. Disponible en https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/ph-and-water?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

UNESCO-WWAP. Agua para las personas, agua para la vida, Resumen ejecutivo del mundo de la ONU, Informe de desarrollo hídrico [en línea], 2003. [fecha de consulta: 11 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>

VALVERDE, Arlyn; MORENO, Edinson y ORTIZ, Nerlyn Y. Análisis de la calidad de varios cuerpos de aguas superficiales en Bahía Solano utilizando índices de contaminación [en línea]. Vol.34, Nú.1 , 2015. [fecha de consulta: 12 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://revistas.utch.edu.co/ojs5/index.php/revinvestigacion/article/view/553> .

VILLENA, C. Calidad del agua y desarrollo sostenible. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública [en línea]. Lima: Copyrigh, 2018 [fecha de consulta: 12 de Octubre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>. ISSN: 1726-4642

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Tabla 13. Matriz de Consistencia

“Actividades antrópicas en la calidad del agua en el río Chumbao, Andahuaylas – Apurímac, 2019”				
Problema de estudio	Objetivos de estudio	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema General: ¿Cuál es el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del río Chumbao?</p> <p>Problemas específicos: PE1: ¿Cuáles son las actividades antrópicas que influyen en la calidad del agua del río Chumbao? PE2: ¿Cuál es el Índice de Contaminación para Temperatura (ICOTEMP) en las aguas del río Chumbao? PE3: ¿Cuál es el Índice de Contaminación para pH (ICOpH), en las aguas del río Chumbao? PE4: ¿Cuál es el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO), en las aguas del río Chumbao?</p>	<p>Objetivo General Evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del río Chumbao.</p> <p>Objetivos específicos: OE1: Identificar las actividades antrópicas que influyen en la calidad del agua del río Chumbao. OE2: Determinar el Índice de Contaminación para Temperatura (ICOTEMP) en las aguas del río Chumbao. OE3: Determinar el Índice de Contaminación para pH (ICOpH) en las aguas del río Chumbao. OE4: Determinar el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO), en las aguas del río Chumbao.</p>	<p>Hipótesis General: Las actividades antrópicas afectan en la calidad del agua del río Chumbao.</p> <p>Hipótesis específicas: HE1: Las actividades antrópicas que influyen en la calidad del agua del río Chumbao son agrícola, acuicola, pecuaria, industrial y doméstica. HE2: Los niveles del Índice de Contaminación para Temperatura (ICOTEMP) indican que existe contaminación antrópica en las aguas del Río Chumbao. HE3: Los niveles del Índice de Contaminación para pH (ICOpH) indican que existe contaminación antrópica en las aguas del Río Chumbao. HE4: Los niveles del Índice de Contaminación por materia orgánica (ICOMO) indican que existe contaminación antrópica en las aguas del Río Chumbao.</p>	<p>Independiente Actividades Antrópicas</p> <p>Dependiente Calidad del agua</p>	<p>Enfoque de investigación Mixto</p> <p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Diseño de Investigación No experimental de tipo Transectorial Correlacional – Causal</p> <p>Nivel de investigación Explicativo</p>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 14. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	
Independiente						
ACTIVIDADES ANTROPICAS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE AGUA	Son aquellas acciones innatas al ser humano que pueden impactar sobre el equilibrio de la calidad del agua. La mayoría de estas actividades, por la magnitud que representan ocasionan grandes alteraciones, dejando en riesgo la existencia de los diversos organismos que habitan el planeta y que además incluye al ser humano.	Es el tipo de Actividad antrópica que genera contaminación en el agua identificada en cada punto de muestreo tomado.	Actividad agrícola Actividad acuicola Actividad pecuaria Actividad industrial Actividad domestica	Tipo de cultivo crianza de truchas Crianza de vacuno, Crianza de ovino, Crianza de camélido, Crianza de caprino y Crianza de porcino Vertimiento de aguas residuales de Camal Lavaderos de carros, Arrojo de residuos sólidos, Vertimiento de aguas residuales domésticas Arrojo de desmontes	Unidad	
Dependiente						
CALIDAD DEL AGUA	Describe las características químicas, microbiológicas y físicas del agua que inciden directamente sobre la salud de los ecosistemas que en ella habitan y en el bienestar del ser humano; de la calidad de este recurso hídrico depende la salud humana, la biodiversidad, la calidad de los alimentos, y las actividades económicas.	Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) Expresado en diferentes variables químicas y microbiológicas, de las que se seleccionaron demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), coliformes totales y porcentaje de saturación del oxígeno, estos tres parámetros en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica	Propiedad química del agua	Nivel de saturación de oxígeno	%	
		Índice de Contaminación para pH (ICOpH) " Las aguas pueden tener pH ácidos por el CO2 disuelto desde la atmosfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo" (Johnston ,Detenbeck y Niemi,1990).	Propiedad microbiológica del agua	Nivel de DBO ₅	Nivel de coliformes totales	mg O ₂ /L
			Propiedad química del agua	Nivel de pH		[H ⁺]
		Índice de contaminación para temperatura (ICOTEMP) "Posibilita la evaluación del impacto generado por la temperatura en vertimientos, y toma como base la diferencia entre este y el cuerpo receptor " (Ramírez, 1999).	Propiedad Física del agua	Nivel de temperatura		°C

Fuente: elaboración propia

Anexo 3: ANOVA y LSD 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	Gl	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 4: ANOVA y LSD 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	Gl	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 5: ANOVA y LSD 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	Gl	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
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 6: ANOVA y LSD 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	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0248357	4	0.00620893		0.0000
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 7: ANOVA y LSD 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	Gl	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
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 8: ANOVA y LSD 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
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 9: Resultados de laboratorio de coliformes totales en los puntos de muestreo

Datos coliformes totales-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: 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} son las diluciones para la determinación de coliformes totales, NMP/100mL es el Número más probable por 100 mililitros.

Anexo 10: ANOVA y LSD 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	Gl	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 11: Certificado de calibración del Multiparámetro HANNA

CALIBRATION POINTS: 7.01 pH 4.01 pH 10.01pH 5.00mS/cm
 OPERATOR: S.O 0% D.O 100% D.O

QC INSPECTION
 APPEARANCE
 FUNCTIONING
 DISPLAY

TESTING POINT/S: 7.01pH 10.01pH 1413µS/cm 111.6mS/cm@25°C
 READING/S: 7.02pH 10.02pH 1420µS/cm 112.3mS/cm 25.00°C

INSPECTOR: DA LOT NR: 26318

Ambient testing conditions: Temperature: 23.38°C Humidity: 41.25 RH

HANNA instruments Testing Certificate

Tested Parameters:
 pH ORP
 Conductivity RH%
 Temperature D.O.

Cosmetic
 Mechanics

Part code: HI 7609829-30
SN: R3416242
 Lot Nr.: 26318
 Inspector ID: DA

HANNA instruments Testing Certificate

Tested Parameters:
 pH ORP
 Conductivity RH%
 Temperature D.O.

Cosmetic
 Mechanics

Part code: HI 7609829-4
SN: WIKH004532
 Lot Nr.: 26318
 Inspector ID: DA

HANNA instruments Testing Certificate

Tested Parameters:
 pH ORP
 Conductivity RH%
 Temperature D.O.

Cosmetic
 Mechanics

Part code: HI 7609829-1
SN: 777056
 Lot Nr.: 26318
 Inspector ID: DA

HANNA instruments Testing Certificate

Tested Parameters:
 pH ORP
 Conductivity RH%
 Temperature D.O.

Cosmetic
 Mechanics

Part code: HI 7609829-2
SN: P32284
 Lot Nr.: 26318
 Inspector ID: DA

Anexo 12: Informe de Análisis de Agua



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE CONTROL Y ANÁLISIS DE AGUAS



INFORME DE ENSAYO

Razón social: ---

Solicitado por: Yadyra Quispe Quispe

Muestreado por: Yadyra Quispe Quispe

Fecha de muestreo: 20/07/2019

Fecha de recepción de muestras: No aplica

Fecha de inicio de análisis: 20/07/2019

Tipo de análisis: Laboratorio

Lugar de muestreo:---

Punto de muestreo: ---

Referencia: ---

Ubicación: ---

Vol. de reservorio: No aplica

Sistema de Clorado: No aplica

Coordenadas: ----

Presión atmosférica: ----

De la muestra

Código del cliente	Código de laboratorio	Condiciones	Hora de inicio de muestreo	Tipo de agua
RChum-01	P1	Preservada	08:39	Dulce-Rio
RChum-02	P2	Preservada	08:50	Dulce-Rio
RChum-03	P3	Preservada	09:15	Dulce-Rio
RChum-04	P4	Preservada	09:39	Dulce-Rio
RChum-05	P5	Preservada	10:30	Dulce-Rio

RESULTADOS

Resultado DBO

Código	Unidades	Valores	ECA*	Método
P1	mg O ₂ /L	0.00 ± 0.00	10	S.M. 4500 - O C & 5210 B
P2	mg O ₂ /L	115.67 ± 1.53	10	S.M. 4500 - O C & 5210 B
P3	mg O ₂ /L	64.67 ± 0.58	10	S.M. 4500 - O C & 5210 B
P4	mg O ₂ /L	105.33 ± 1.15	10	S.M. 4500 - O C & 5210 B
P5	mg O ₂ /L	37.00 ± 2.00	10	S.M. 4500 - O C & 5210 B

* Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para conservación del ambiente acuática - Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Categoría 4.

** Bajo el Límite de Detección (< 0.001 mg/L).

Resultado Coliformes Totales

Código	Unidades	Valores	ECA*	Método
P1	NMP/100mL	300	-	NMP
P2	NMP/100mL	>110000	-	NMP
P3	NMP/100mL	110000	-	NMP
P4	NMP/100mL	>110000	-	NMP
P5	NMP/100mL	>110000	-	NMP

CONCLUSIÓN:

En cuanto al análisis de DBO, a excepción del P1, este se encuentra por debajo de lo indicado en el ECA. En cuanto a los coliformes totales, en el ECA no se considera para su evaluación de acuerdo a la categoría 4.



**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE CONTROL
Y ANÁLISIS DE AGUAS**



RECOMENDACIONES:

Es necesario realizar acciones correctivas para que estas presenten mejor calidad y se cumplan los estándares en la categoría 4 del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Andahuaylas, 30 de setiembre de 2019


.....
Ing. Diego E. Peralta Guevara
CIP. N° 233878
Especialista LICAA

Anexo 13: Instrumento de recolección de datos



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°00X-2019								
Autor:					Fecha:			
PARAMETRO MEDIDO:					UNIDAD DE MEDIDA:			
Puntos de Muestro	Coordenadas UTM	Altura msnm	Hora de muestreo	Volumen de la muestra	Equipo de medida	Actividad Antrópica identificada	Observaciones	

Ing^o Msc. David Choque Quispe
 C.I.P. N° 75470

Mg. David Choque Quispe
DNI 2500336

Ing. Betsy S. Ramos Pacheco
 CIP. N° 142943

Mg. Betsy Suri Ramos Pacheco
DNI N° 44230647

Mag. Aydeé Marilú Solano Reynoso
DNI N° 31166988

Anexo 14: Ficha de evaluación por expertos



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I.- DATOS GENERALES

Nombres y Apellidos: Mg. David Choque Quispe
 Institución donde labora: Universidad Nacional José María Arguedas
 1ra Especialidad: Ingeniero Químico
 2da Especialidad: Ingeniero Ambiental
 Instrumento de evaluación: Ficha de campo
 Autor del instrumento: Quispe Quispe Yadyra

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III.- OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

IV.- PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%


 Ing. Msc. David Choque Quispe
 C.I.P. N° 75470

Cusco, 2020

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I.- DATOS GENERALES

Nombres y Apellidos: Mg. Aydeé Marilú Solano Reynoso
 Institución donde labora: Universidad Tecnológica de los Andes
 Especialidad: Biólogo
 Instrumento de evaluación: Ficha de campo
 Autor del instrumento: Quispe Quispe Yadyra

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											x		
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III.- OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con

los Requisitos para su aplicación.

SI

- El Instrumento no cumple con

los requisitos para su aplicación.

IV.- PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%



Mg. Aydeé Marilú Solano Reynoso

DNI N° 31166988

Cusco, 2020

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I.- DATOS GENERALES

Nombres y Apellidos: Mg. Betsy Suri Ramos Pacheco
 Institución donde labora: Universidad Nacional José María Arguedas
 Especialidad: Ingeniero Agroindustrial
 Instrumento de evaluación: Ficha de campo
 Autor del instrumento: Quispe Quispe Yadyra

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										x			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											x		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											x		
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												x	
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											x		
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											x		
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										x			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										x			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											x		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											x		

III.- OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

 SI



Ing. Betsy S. Ramos Pacheco
CIP: N° 142943

IV.- PROMEDIO DE VALORACIÓN

Cusco, 2020

Anexo 15: Matriz de operacionalización de Variables aprobada por expertos



Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida
Independiente					
ACTIVIDADES ANTROPICAS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE AGUA	Son aquellas acciones innatas al ser humano que pueden impactar sobre el equilibrio de la calidad del agua. La mayoría de estas actividades, por la magnitud que representan ocasionan grandes alteraciones, dejando en riesgo la existencia de los diversos organismos que habitan el planeta y que además incluye al ser humano.	Es el tipo de Actividad antrópica que genera contaminación en el agua identificada en cada punto de muestreo tomado.	Actividad agrícola Actividad acuícola Actividad pecuaria Actividad industrial Actividad domestica	Tipo de cultivo crianza de truchas Crianza de vacuno, Crianza de ovino, Crianza de camélido, Crianza de caprino y Crianza de porcino Vertimiento de aguas residuales de Camal Lavaderos de carros, Arrojo de residuos sólidos, Vertimiento de aguas residuales domésticas Arrojo de desmontes	Unidad
Dependiente					
CALIDAD DEL AGUA	Describe las características químicas, microbiológicas y físicas del agua que inciden directamente sobre la salud de los ecosistemas que en ella habitan y en el bienestar del ser humano; de la calidad de este recurso hídrico depende la salud humana, la biodiversidad, la calidad de los alimentos, y las actividades económicas.	Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) Expresado en diferentes variables químicas y microbiológicas, de las que se seleccionaron demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), coliformes totales y porcentaje de saturación del oxígeno, estos tres parámetros en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica.	Propiedad química del agua	Nivel de saturación de oxígeno	%
				Nivel de DBO ₅	mg O ₂ /L
		Índice de Contaminación para pH (ICOpH) " Las aguas pueden tener pH ácidos por el CO2 disuelto desde la atmosfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo" (Johnston et al., 1990).	Propiedad microbiológica del agua	Nivel de coliformes totales	NMP/100mL
		Índice de contaminación para temperatura (ICOTEMP) "Posibilita la evaluación del impacto generado por la temperatura en vertimientos, y toma como base la diferencia entre este y el cuerpo receptor " (Ramírez, 1999).	Propiedad química del agua	Nivel de pH	[H ⁺]
		Propiedad Física del agua	Nivel de temperatura	°C	


 Ing. Mg. David Choque Quispe
 C.I.P. N° 75470

Mg. David Choque Quispe
DNI 2500336


 Ing. Betsy S. Ramos Pacheco
 CIP: N° 142943

Mg. Betsy Suri Ramos Pacheco
DNI N° 44230647



Mag. Aydeé Marilú Solano Reynoso
DNI N° 31166988

Anexo 16: Declaratoria de autenticidad del autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, Quispe Quispe Yadyra, alumna de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo filial Lima declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Tesis titulado "Actividades antrópicas y calidad del agua en el río Chumbao, Andahuaylas-Apurímac, 2019" son:

1. De mi autoría.
2. El presente Trabajo de Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El trabajo de Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

Lima, 2020



Quispe Quispe Yadyra

DNI: 76511357

Anexo 17: Declaratoria de autenticidad del asesor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Pillpa Aliaga Freddy, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo filial Lima, revisor del trabajo de investigación titulado: "Actividades antrópicas y calidad del agua en el río Chumbao, Andahuaylas – Apurímac, 2019" del estudiante Quispe Quispe Yadyra, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y he concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.



Firmado digitalmente por Freddy
Pillpa Aliaga
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=Freddy Pillpa Aliaga, o=Colegio
de Ingenieros del Perú, ou=CIP
196897, email=fpillpaa@gmail.com,
c=PE

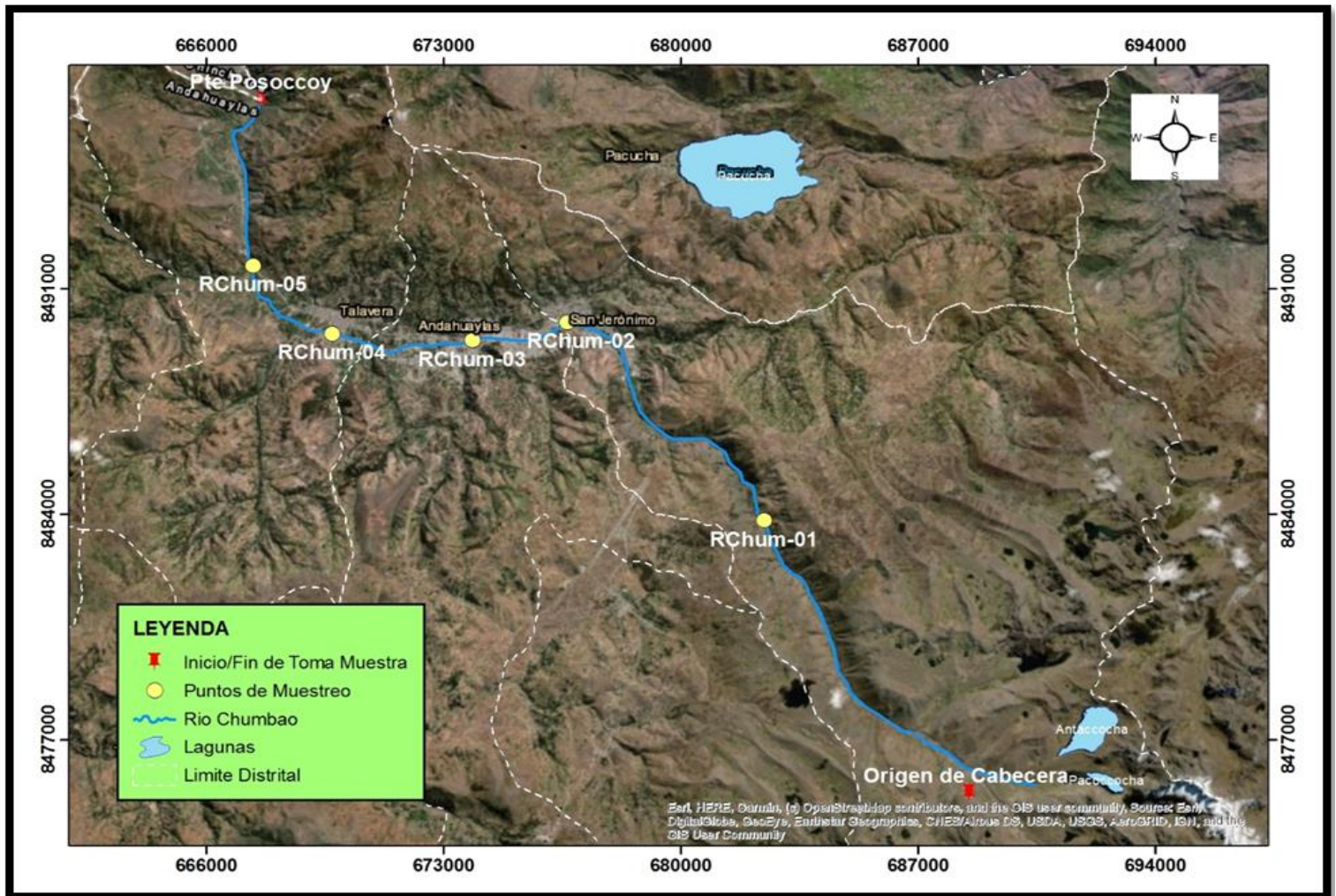
.....Fecha: 2021.02.08-12:03:24 -05'00'.....

Pillpa Aliaga Freddy

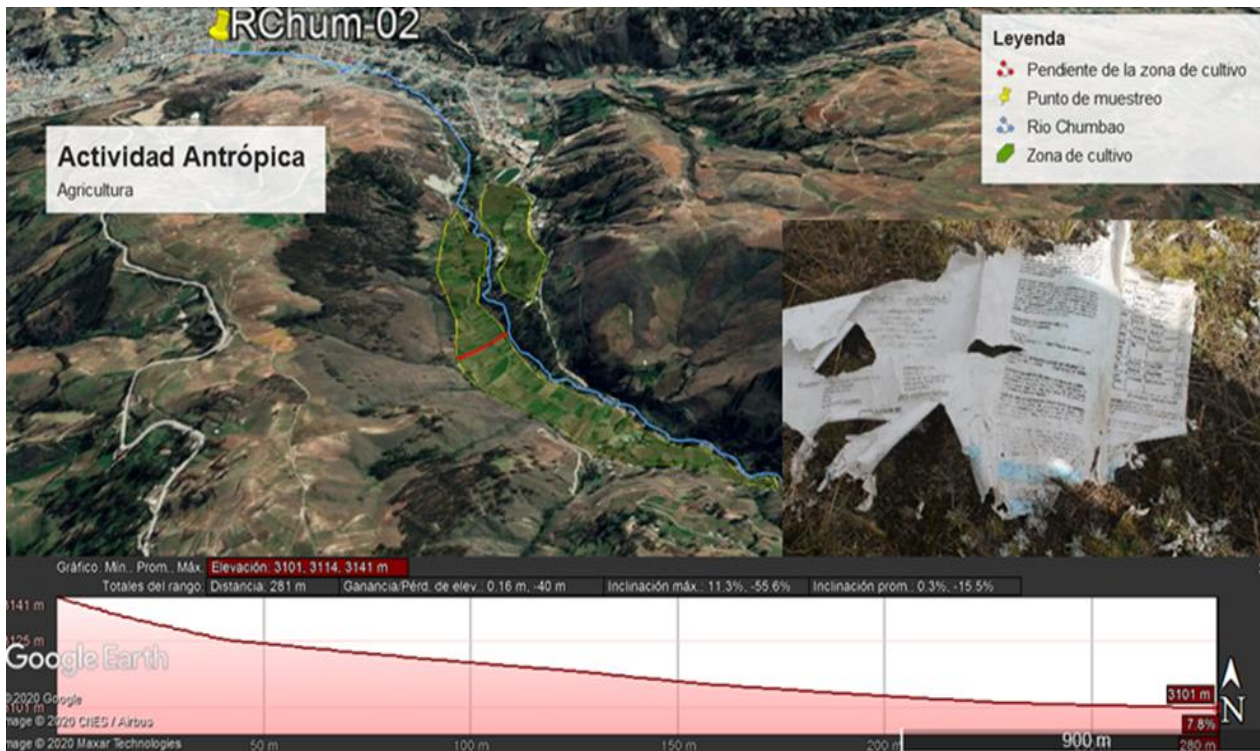
DNI:70298990.....

Lima, 2020

Anexo 18: Puntos de muestreo en el río Chumbao



Anexo 19: Actividad agrícola identificada en la parte media y baja del río Chumbao



Anexo 20: Piscigranjas identificadas en la parte alta del río Chumbao



Anexo 21: Residuos sólidos arrojados del rio Chumbao



Anexo 22: Vertimiento de aguas residuales al rio Chumbao



Anexo 23: Arrojo de desmontes al cauce del rio Chumbao



Anexo 24: Vertimiento de aguas residuales del camal de San Jerónimo al rio Chumbao



Anexo 25: Puntos de muestreo donde predominaron las actividades antrópicas

Actividades Antrópicas identificadas			Puntos de muestreo donde se identificó la actividad antrópica.
01	Agricultura	Agricultura	RChum-02. RChum-03
02	Acuícola	Crianza de truchas	RChum-01.
03	Ganadería	Ganadería	RChum-02, RChum-04, RChum-05.
04	Domésticas	Lavaderos de carros	RChum-02, RChum-03. RChum-04 RChum-05.
05		Arrojo de residuos sólidos	RChum-02, RChum-03, RChum-04, RChum-05.
06		Vertimiento de aguas residuales domésticas	RChum-02, RChum-03, RChum-04, RChum-05.
07		Arrojo de desmontes	RChum-02, RChum-03, RChum-04, RChum-05.
08	Industrial	Camales	RChum-02

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 26: Panel Fotográfico



Foto 01: Río Chumbao parte media



Foto 02: Toma de muestras



Foto 03: Equipo multiparámetro de campo HI 9829 –HANNA



Foto 04: Medición con el multiparámetro



Foto 05: Vertimientos de aguas residuales



Foto 06: Contaminación por disposición de desmontes en el río



Foto 07: Río Chumbao aguas abajo




Declaratoria de Originalidad del Asesor

Yo, Pillpa Aliaga Freddy, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo filial Lima, revisor de la tesis titulado: Actividades antrópicas y calidad del agua en el río Chumbao, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, 2019 del autor Quispe Quispe Yadyra, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y he concluido 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 la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 2021

Apellidos y nombres del asesor: Pillpa Aliaga, Freddy	
DNI 70298990	Firma 
ORCID 0000-0002-8312-6973	