

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD
ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO
CHUCCHÚN, UTILIZANDO COMO BIOINDICADORES A LA
COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUAZ 2021

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Bach. Giovana Milagros Romero Zevallos

ASESOR:

Dr. Edwin Julio Palomino Cadenas

Huaraz, Ancash, Perú

2023





"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los miembros del Jurado Evaluador de Tesis, en pleno que suscriben, reunidos el día seis de setiembre del dos mil veintitrés, en el Auditorium de la Facultad de Ciencias del Ambiente (FCAM) de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), de conformidad a la normatividad vigente condujeron el acto académico público de sustentación y defensa de la tesis "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHUCCHUN, UTILIZANDO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS – CARHUAZ 2021" que presentó GIOVANA MILAGROS ROMERO ZEVALLOS, para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Después de haber atendido la sustentación y defensa oral, y haber escuchado las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

...Aprobado.....

Con el calificativo de: ...Quince..... (15..)

En consecuencia, GIOVANA MILAGROS ROMERO ZEVALLOS, queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° y 4ta. disposición complementaria del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM).

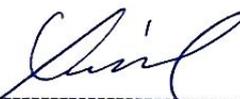
Huaraz, 06 de setiembre 2023



Dr. HERACLIO FERNANDO CASTILLO PICON
Presidente
Jurado de sustentación



M.Sc. ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR
Primer miembro
Jurado de sustentación



Ing. CIRO WALTER FERNANDEZ ROSALES
Segundo miembro
Jurado de sustentación



Dr. EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS
Asesor de tesis



INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe, **EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS**, asesor del trabajo de investigación titulado:

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHUCCHÚN, UTILIZANDO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS – CARHUAZ 2021

presentado por el **Bach. Giovana Milagros Romero Zevallos**, con DNI N°: **70884481**
Código Universitario **131.0605.042**

para optar el Título Profesional de: **INGENIERO AMBIENTAL**

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11 ° del presente Reglamento y de la Evaluación de Originalidad se tiene un porcentaje de **8% de similitud**.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art.11, inc. 1).

Porcentaje		Evaluación y acciones	Marque con una X
Trabajo de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Está dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	X
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	
Mayores al 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento; y, si persistiese el trabajo, es invalidado.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto el reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 4 de agosto de 2023.



EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS
ASESOR DE TESIS
DNI N° 31674598

Se adjunta:

l. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Informe Final Tesis_ Giovana Romero Zevallos.docx

AUTOR

Giovana Romero

RECUENTO DE PALABRAS

19482 Words

RECUENTO DE CARACTERES

103664 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

123 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

37.3MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 12, 2023 10:59 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 12, 2023 11:01 AM GMT-5**● 8% de similitud general**

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

- 8% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Material bibliográfico
- Material citado

DEDICATORIA

A mis padres por siempre impulsarme a ser una buena persona y profesional.

A mi querida madre, por su cariño, su apoyo incondicional y ser mi ejemplo.

A mi padre, por su cariño, paciencia y sabios consejos.

Giovana

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Julio Palomino Cadenas, por el asesoramiento permanente para el desarrollo de la investigación.

A los educadores de la Facultad de Ciencias del Ambiente, los cuales contribuyeron en mi formación profesional.

A mis amigos, que colaboraron con el desarrollo de la tesis.

RESUMEN

La subcuenca Chucchún, es la principal fuente de suministro de agua de riego para el centro poblado de Hualcán, el caserío de Pariacaca y el distrito de Carhuaz, permitiendo así el desarrollo de actividades económicas como agricultura y ganadería. Además, proporciona agua para potabilizar a los habitantes de la ciudad de Carhuaz. Sin embargo, esta agua llega a las áreas agrícolas con restos de bolsas, tecnopor, botellas de agroquímicos y otros, viéndose así afectados los regantes de toda la subcuenca Chucchún.

Por tal motivo, el objetivo principal del presente trabajo de investigación es evaluar la influencia de la actividad antrópica sobre la calidad del agua del río Chucchún usando como bioindicadores a la comunidad de macroinvertebrados, los cuales fueron evaluados a partir del índice BMWP principalmente y del índice EPT como soporte. La investigación es de tipo descriptiva, con diseño descriptivo – comparativo. La población estuvo conformada por las aguas del río Chucchún; y, se tomaron cinco muestras de agua (en tiempo de lluvias y en estiaje) considerando poca actividad ganadera y actividad agrícola (parte media); y, actividad agrícola, urbana y modificaciones al ecosistema (parte baja) distribuidas en cinco estaciones de muestreo, evaluándose variables fisicoquímicas (pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto), nutrientes (fosfatos y nitratos); y, macroinvertebrados en sedimento, superficie y zona limnética con ayuda de una malla Surber.

Como resultado se encontró que la actividad antrópica ejerce una influencia inversamente proporcional al índice BMWP, mientras se desarrollen más actividades antrópicas menor será el índice biológico BMWP el cual nos indicará una menor calidad de las aguas mientras que al desarrollarse menos actividades antrópicas mayor será el índice biológico BMWP el cual nos indicará una mejor calidad de las aguas.

Palabras Clave: Macroinvertebrados, calidad del agua, BMWP, EPT.

ABSTRACT

The Chucchún sub-basin is the main source of irrigation water supply for the Hualcán populated center, the Pariacaca hamlet and the Carhuaz district, thus allowing the development of economic activities such as agriculture and livestock. In addition, it provides drinking water to the inhabitants of the city of Carhuaz. However, this water reaches agricultural areas with the remains of bags, styrofoam, bottles of agrochemicals and others, thus affecting the irrigators of the entire Chucchún sub-basin.

For this reason, the main objective of this research work is to evaluate the influence of anthropic activity on the water quality of the Chucchún river using the macroinvertebrate community as bioindicators, which were evaluated mainly from the BMWP index and the index EPT as support. The research is descriptive, with a descriptive-comparative design. The population was made up of the waters of the Chucchún river; and, five water samples were taken (in rainy season and in dry season) considering little livestock activity and agricultural activity (middle part); and, agricultural and population activity (lower part) distributed in five sampling stations of the river, evaluating variables physicochemical (pH, electrical conductivity, temperature, dissolved oxygen), nutrients (phosphates and nitrates); and, macroinvertebrates in sediment, surface and limnetic zone with the help of a Surber mesh.

As a result, it was found that the anthropic activity exerts an influence inversely proportional to the BMWP index, while more anthropic activities are carried out, the lower the BMWP biological index will be, which will indicate a lower water quality while the less anthropic activities are developed, the higher the index will be. biological BMWP which will indicate a better water quality.

Keywords: Macroinvertebrates, water quality, BMWP, EPT.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
TABLA DE CONTENIDO.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABLAS.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
1.3. Variables.....	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Actividades antrópicas y su relación con la calidad del agua.....	10
2.2.2. Cuenca Hidrográfica.....	15
2.2.3. El agua.....	17
2.2.4. Ecosistemas acuáticos.....	21
2.2.5. Bioindicadores.....	23
2.2.6. Macroinvertebrados acuáticos.....	25
2.2.7. Índices bióticos.....	28
2.2.8. Estándares de calidad ambiental.....	32
2.3. Definición de términos.....	32
CAPÍTULO III.....	34
METODOLOGÍA.....	34
3.1. Descripción del área de estudio.....	34
3.2. Tipo de Investigación.....	36
3.3. Diseño de Investigación.....	36
3.4. Estaciones de muestreo a lo largo de la subcuenca Chucchún.....	37



3.5. Métodos o técnicas	38
3.5.1. Caracterización de las actividades antrópicas	39
3.5.2. Caracterización de las aguas del río Chucchún.....	39
3.5.3. Determinación de la calidad del agua	40
3.5.4. Comparación de índice biológico con actividades antrópicas	41
3.6. Población y muestra	41
3.7. Procesamiento y análisis de la información	41
CAPÍTULO IV	42
RESULTADOS	42
4.1. Actividades antrópicas más relevantes	42
4.1.1. Ganadería	45
4.1.2. Agricultura	49
4.1.3. Aguas residuales domésticas	54
4.1.4. Residuos sólidos	56
4.1.5. Modificaciones al ecosistema	57
4.2. Parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Chucchún.....	57
4.3. Determinación del BMWP y EPT	59
4.3.1. Biological Monitoring Working Party (BMWP)	59
4.3.2. Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT).....	68
4.4. Comparación de las actividades antrópicas, el BMWP y EPT	72
CAPÍTULO V	78
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78
CAPÍTULO VI.....	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
6.1. Conclusiones.....	84
6.2. Recomendaciones	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	93
Anexo 1. Estación de muestreo uno (01) en la subcuenca Chucchún	93
Anexo 2. Estación de muestreo dos (02) en la subcuenca Chucchún.....	93
Anexo 3. Estación de muestreo tres (03) en la subcuenca Chucchún	94
Anexo 4. Estación de muestreo cuatro (04) en la subcuenca Chucchún	94
Anexo 5. Estación de muestreo cinco (05) en la subcuenca Chucchún	95

Anexo 6. Resultados de laboratorio.....	96
Anexo 7. Toma de parámetros de campo en la estación de monitoreo uno (01) en época de lluvias.....	105
Anexo 8. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo dos (02) época de lluvias.....	106
Anexo 9. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo dos (02) en época de estiaje.....	106
Anexo 10. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo tres (03) época de lluvias.....	107
Anexo 11. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo tres (03) época de estiaje.....	108
Anexo 12. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo cuatro (04) época de lluvias.....	109
Anexo 13. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo cuatro (04) época de estiaje.....	110
Anexo 14. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo cinco (05) en época de lluvias.....	111
Anexo 15. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo cinco (05) época de estiaje.....	112



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Macroinvertebrados Representantes de Neuston	26
Figura 2. Macroinvertebrados Representantes de Necton	26
Figura 3. Macroinvertebrados representantes del Bentos	27
Figura 4. Ubicación Geográfica de la Subcuenca del Río Chucchún.....	35
Figura 5. Representación del Diseño de Investigación	36
Figura 6. Estaciones de Muestreo.....	37
Figura 7. Localidades y Superficie Agrícola, Subcuenca Chucchún	42
Figura 8. Centro Poblado de Hualcán.....	43
Figura 9. Barrio de Paccha, Distrito de Carhuaz	44
Figura 10. Barrio de Obraje, Distrito de Acopampa	44
Figura 11. Caserío de Pariacaca	45
Figura 12. Ganado vacuno, Recua y Lupinus en la Pampa de Shonquil.....	46
Figura 13. Crianza de Gallinas (<i>Gallus gallus</i>), Barrio Soledad – Hualcán.....	47
Figura 14. Crianza de Cerdos (<i>Sus scrofa</i>), Barrio Chacacucho, Hualcán	47
Figura 15. Crianza de Cuy (<i>Cavia porcellus</i>), Hualcán.....	48
Figura 16. Ovejas (<i>Ovis orientales</i>), Barrio de Obraje, Acompampa	48
Figura 17. Papa Blanca (<i>Solanum tuberosum</i>) y Maíz (<i>Zea mays</i>), Barrio Soledad, Hualcán.....	49
Figura 18. Sembrío de Maíz Blanco (<i>Zea mays</i>), Barrio Soledad - Hualcán.....	50
Figura 19. Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>), Barrio de Baños La Merced - Hualcán	50
Figura 20. Repollo (<i>Brassica oleracea</i>), Barrio Huantey, Hualcán	51
Figura 21. Cebolla (<i>Allium fistulosum</i>), Barrio de Baños la Mece, Hualcán	51
Figura 22. Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), en el Barrio de Paccha, Carhuaz	52

Figura 23. Cultivo de rosas (Rosa sp) en Invernadero, Barrio de Obraje, Acopampa..	52
Figura 24. Uso de herbicida en el Cultivo de Papa, Barrio de Paccha.....	53
Figura 25. Uso de Agroquímicos en el Maíz, Barrio de Obraje.....	53
Figura 26. Frascos de Fungicida y Adherente, Barrio de Paccha.....	54
Figura 27. Descarga de Aguas Residuales al Río Chucchún	55
Figura 28. Descarga de Aguas Residuales Cerca al Puente Acopampa.....	55
Figura 29. Residuos Sólidos Domésticos en el Río Chucchún, Barrio de Obraje	56
Figura 30. Residuos Sólidos Cerca al Puente Hualcán	57
Figura 31. Abundancia de Macroinvertebrados en el Río a Media Cuesta (lluviosa)...	60
Figura 32. Abundancia de macroinvertebrados en el Humedal Shonquil (lluviosa).....	60
Figura 33. Abundancia de macroinvertebrados en la Ruta Shonquil (lluviosa).....	61
Figura 34. Abundancia de Macroinvertebrados en Hualcán (lluviosa).....	61
Figura 35. Abundancia de Macroinvertebrados en Yanamarca (lluviosa).....	62
Figura 36. Abundancia de Macroinvertebrados en el Río a Media Cuesta (estiaje)	64
Figura 37. Abundancia de Macroinvertebrados en el Humedal Shonquil (estiaje).....	65
Figura 38. Abundancia de Macroinvertebrados en la Ruta Shonquil (estiaje).....	65
Figura 39. Abundancia de Macroinvertebrados en Hualcán (estiaje)	66
Figura 40. Abundancia de Macroinvertebrados en Yanamarca (estiaje)	66
Figura 41. Valores Promedio del Índice BMWP.....	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Calidad del Agua Usando el índice BMWP para Ríos del Perú.....	30
Tabla 2. Valores del Índice BMWP.....	31
Tabla 3. Calidad de Agua Según Índice EPT	31
Tabla 4. Estándar de Calidad Ambiental para el Agua.....	32
Tabla 5. Coordenadas y Altura de las Estaciones de Muestreo.....	39
Tabla 6. Localidades en la Subcuenca Chucchún.....	43
Tabla 7. Actividades Antropogénicas.....	57
Tabla 8. Caracterización de las Aguas del Río Chucchún.....	58
Tabla 9. Concentración de Fósforo Total y Nitratos en Aguas del Río Chucchún	59
Tabla 10. Índice BMWP del Río Chucchún, en Época Lluviosa	63
Tabla 11. Índice BMWP del río Chucchún, en Época de Estiaje.	67
Tabla 12. Índice EPT de las Aguas del Río Chucchún, en Época Lluviosa.	69
Tabla 13. Índice EPT del Río Chucchún, en Época de Estiaje.....	71
Tabla 14. Calidad del agua y Actividades Antrópicas Desarrolladas en el Río	73
Tabla 15. Niveles de Influencia Antrópica.....	75
Tabla 16. Influencia Antrópica e Índice BMWP del Rio Chucchun, en Lluvias	76
Tabla 17. Influencia Antrópica e Índice BMWP del Rio Chucchun, en Estiaje	76

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el Perú una de las principales dificultades es el deterioro de la calidad del agua, lo que dificulta el uso eficiente de los recursos y afecta la calidad, cantidad y suministro sostenible del agua. Las principales causas son la contaminación industrial, el mal tratamiento de las aguas residuales, el empleo excesivo de plaguicidas y la afectación de las cuencas hidrográficas (MINAM, 2008).

La calidad de toda reserva de agua, superficial o subterránea, va a depender de factores naturales y de las actividades antrópicas del hombre (ONU, 2014). En los últimos años, la preocupación por la afectación de los recursos acuáticos ha sido significativa. Aunque la contaminación del agua es biológicamente una dificultad, varios países han utilizado parámetros físicos y químicos para estimar la calidad hídrica. Sin embargo, como alternativa, algunos países han comenzado a utilizar el biomonitoreo, que utiliza organismos vivos para reflejar las condiciones precisas en las que se tomó la muestra. Estos organismos también proporcionan información sobre las situaciones pasadas del recurso hídrico monitoreado (Toro et al., 2003).

El uso de indicadores bióticos en el monitoreo del equilibrio ecológico de los ecosistemas tiene ciertas bondades sobre ensayos fisicoquímicos, especialmente en términos de costo, ya que no hay necesidad de costosos equipos y capacitación en su uso, otra ventaja es que permite la integración del pasado, condiciones presentes y



presentes, mientras que las medidas fisicoquímicas caracterizan las circunstancias en el instante del muestreo (González et al., 2014). Los invertebrados macroscópicos o también conocidos como macroinvertebrados son considerados como notables bioindicadores de la calidad hídrica porque son abundantes, sencillos para recolectar, en su mayoría sedentarios y, por lo tanto, indican las condiciones del sitio, son en su mayoría simples para identificar, reflejan las secuelas de los cambios ambientales en un intervalo corto de tiempo, tienen un ciclo largo de vida y pueden ser observados a simple vista (Roldan,2003).

La subcuenca Chucchún, es la mayor fuente de provisión del recurso hídrico para riego, en el centro poblado de Hualcán, el caserío de Pariacaca y para el distrito de Carhuaz, permitiendo la realización de labores económicas en el sector agropecuario. El agua finalmente termina con restos de bolsas, tecnopor, botellas de agroquímicos y otros, viéndose afectados así los regantes de toda la subcuenca Chucchún. Además, es el mayor suministro de agua potabilizada para los habitantes de la ciudad de Carhuaz, estas aguas siendo tan importantes para la subsistencia y desarrollo de las ciudades circundantes a la subcuenca Chucchún, reciben los vertidos de aguas servidas de viviendas, descargas de aguas residuales provenientes de agricultura y ganadería, arrojando residuos sólidos de la población cercana a la masa de agua, afectando así la calidad hídrica y dificultando su uso. Frente a esta realidad se bosquejó la siguiente interrogante ¿ se podrá evaluar la influencia de la actividad antrópica sobre la calidad del agua del río Chucchún, utilizando como bioindicadores a la comunidad de macroinvertebrados?

Para la investigación, se caracterizaron las principales labores antropogénicas que se llevan a cabo en la subcuenca, se midió algunos parámetros fisicoquímicos y se determinó el índice BMWP adaptado al Perú.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de la actividad antrópica sobre la calidad del agua del río Chucchún, utilizando como bioindicadores a la comunidad de macroinvertebrados.

1.1.2. Objetivo específico

- Caracterizar las actividades antrópicas relevantes en la Subcuenca Chucchún.
- Caracterizar las aguas del río Chucchún en términos de temperatura, pH, OD, conductividad, nitratos y fosfatos.
- Determinar la calidad del agua del río Chucchún mediante el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) y EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera).
- Comparar los índices biológicos con las actividades antrópicas más relevantes en cada estación de monitoreo.

1.2. Hipótesis

Si es posible evaluar la influencia de la actividad antrópica sobre la calidad del agua del río Chucchún, utilizando como bioindicadores a la comunidad de macroinvertebrados.

1.3. Variables

Variable independiente: Actividades antrópicas desarrolladas en la subcuenca Chucchún.

Variable dependiente: Calidad del agua del río Chucchún.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Terneus et al. (2012) cuyo artículo científico “*Evaluación ecológica del río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza – Ecuador*”, explicaron el efecto de la actividad antropogénica (cantera) respecto a la familia de macroinvertebrados que viven en medio del río Lliquino, estudiados por cinco años consecutivos (2008-2012).

Los resultados determinaron treinta y cinco familias de macroinvertebrados y una riqueza de setenta y cuatro géneros dentro del conjunto de macroinvertebrados acuáticos. Las zonas de recolección ubicados antes del área de intervención de la mina registraron los máximos niveles de riqueza y abundancia, que indica algún impacto en la comunidad de macroinvertebrados del río. En lo referido a los grupos de indicadores biológicos, su representatividad es variable, encontrando una dominancia de los grupos EPT. Se encontró un total de ocho familias de tricópteros, cuatro de efemerópteros, una familia de plecópteros, siete familias de dípteros que es un grupo que indica una mala calidad hídrica, por último, el grupo más abundante fue el de los quironómidos el cual indica carga orgánica leve. Finalmente el estudio registró la presencia y dominancia de especies indicadoras de buena calidad

ambiental, que nos muestra que la salud ecológica del río se mantiene en buenas condiciones, a pesar de las actividades antrópicas realizadas (Terneus et al., 2012).

La investigación denominada: *Efecto de la actividad antrópica sobre la composición y diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el río Cofre (sistema lotico andino colombiano)* fue realizado por Gutiérrez et al (2014) con el propósito primordial de interpretar la variabilidad espaciotemporal de la población de macroinvertebrados acuáticos, observando la composición y diversidad de estos influenciados por el factor antrópico, estos datos se contrastaron con algunos parámetros fisicoquímicos básicos. Se concluyó que, a nivel espacial, los parámetros fisicoquímicos y la diversidad presentaron diferencias significativas, asociados al factor antrópico, a excepción de los nitritos. En la estación 2 existe incremento de la DBO₅, conductividad, amonio, CO₂, disminución de pH y disminución del oxígeno disuelto, que nos indica que existe contaminación por aguas residuales proveniente de la cabecera de la municipalidad de Totoró. La concentración de lodo sobre los sustratos son una pista de acumulación de materia orgánica que ampara a la fauna de características bénticas y tolerantes con la polución. Los nitritos son el único parámetro que incrementa su proporción a lo largo del tramo, esto se debe a un impacto continuo de aguas residuales y a una mayor presencia de ganadería. Las condiciones fisicoquímicas y el impacto de la cabecera municipal sobre el río Cofre, definen los taxones de macroinvertebrados acuáticos establecidos en cada estación de muestreo, lo cual genera una variación en la dinámica de la comunidad en composición y diversidad (Gutiérrez et al., 2014).

Ramírez et al (2018) en el artículo científico “*Influencia de la ganadería en los macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los andes centrales de Colombia*” determinó el impacto de la crianza de animales y de la vegetación ribereña

en la población de macroinvertebrados acuáticos en quebradas del Ande, donde se eligieron nueve acuíferos de cabecera en la municipalidad de Villamaría, cinco cuentan con vegetación ribereña y cuatro sin resguardo. En el año 2013, se colectaron macroinvertebrados acuáticos en cada microcuenca utilizando Red D y Malla Surber, se recogieron muestras de agua, se cuantificaron los rasgos distintivos del lecho y se obtuvieron índices de valoración del entorno. Se recolectaron en general 98.934 sujetos, divididos en nueve clases, diez y siete órdenes, cincuenta y seis familias y noventa y dos géneros. Siendo *Veneroida* el orden con abundancia más alta prosiguiendo la *Diptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera* y *Tubificida*. Además, la *coleóptera* fue el orden que mostró mayor abundancia de géneros con veintiocho, continuado con la orden *Diptera* con dieciocho, *Trichoptera* con once, *Ephemeroptera* con diez y *Odonata* con ocho géneros. Los arroyos que poseen corredores ribereños notablemente tenían mayor profundidad, tenían un destacado contenido de grava, un índice de valoración de hábitat más alto y abundancia de géneros más alta que los arroyos sin protección.

Los géneros de *Acrobis*, *Eurygerris*, *Ferrisia*, *Heleobia* y *Pisidium*, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total y proporciones de limo, coincidieron con las microcuencas sin vegetación de ribera, sin embargo, el género *Rhagovelia*, la subfamilia *Chironominae*, el índice de valoración de hábitat y la cantidad de grava y rocas se relacionaron con ríos que presentan vegetación ribereña. Los resultados de esta investigación ratifican que la existencia de vegetación de ribera puede ayudar a neutralizar las consecuencias adversas de las actividades de pastoreo en las quebradas y optimizar los servicios ecosistémicos que brindan, por lo cual se aconseja conservar la flora en los márgenes de los ríos que la poseen, además de establecer vegetación a ríos que no cuenten con franja ribereña.

Calla (2019) en su tesis denominada “*Actividades antrópicas y calidad del agua en la cuenca del río Mashcón – Cajamarca*” realizó su investigación con el propósito de reconocer las actividades antropogénicas y la calidad hídrica de la cuenca del río Mashcón. Dentro de las conclusiones se detectaron once actividades antropogénicas encontrando como más relevantes a: Desagües, letrinas, deslizamientos y construcción de puente, actividades agropecuarias, lavanderías, cultivos forestales, canteras, urbanización, ganadería y concentración de residuos sólidos. Los parámetros fisicoquímicos según el método PRATI muestran que un 82,5% de estaciones medidas muestran una calidad hídrica “excelente”, por lo que se puede decir que la condición de calidad hídrica de la cuenca del río Mashcón, es principalmente buena en base a estas variables. Sin embargo, los parámetros biológicos basados en el índice BMWP confirmaron el estado ecológico bueno de las aguas de la cuenca del río Mashcón, con 43% de los puntos de recolección calificados como "aceptables" y el 45% de la calidad hídrica como "regular", y el 88% de las estaciones de muestreo como "adecuada", que se ajusta con los hallazgos del análisis de parámetros físicos y químicos (Calla, 2019).

Navarro (2019) en su estudio “*Impacto antrópico sobre la calidad del agua del río Pollo, Otuzco, La Libertad, Perú, 2018*” determinó la repercusión antropogénica sobre la calidad hídrica del río Pollo, provincia de Otuzco, en la región de La Libertad, entre julio y noviembre del año 2018. Se realizaron análisis de parámetros fisicoquímicos, microbianos e índice biológico nPeBMWP utilizando macroinvertebrados acuáticos; así también para evaluar el impacto, se realizó valoraciones y estimaciones basadas en la matriz de Leopold. Los hallazgos indican que la estimación de las actividades antropogénicas, que tuvieron impacto alto sobre los componentes ambientales son: la existencia de recientes infraestructuras

residenciales (-170), edificación de diques y trasvases pequeños (-106); incendio y deforestación de vegetación ribereña (ambas actividades con puntuación de -91) y el desarrollo agricultura en menor escala (- 65); debido primordialmente al descargo de aguas servidas, a la inadecuada disposición de desechos sólidos, incendio y deforestación del vegetación ribereña. Estos componentes afectan en primer lugar a la calidad hídrica superficial y seguidamente a la capacidad de carga del río Pollo en términos de cantidad o volumen. La valoración fisicoquímica y microbiológica determinó un pH de 8.6 y 920000 NMP/100 ml de bacterias coliformes totales y de 79000 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, en el tercer punto de muestreo; mediciones que no van conforme con los indicado por los estándares de calidad ambiental (ECA). El índice nPeBMWP halló que, la calidad de agua en el primer y segundo punto de muestreo es “buena” solo en el tercer punto de muestreo se encontró una calidad “deficiente” y en la inspección número dos, el primer punto de muestreo cuenta con calidad de agua “buena”, en el segundo punto de muestreo “No hubo agua” y en el tercero el agua calificó como de “pésima” calidad (Navarro, 2019).

Guzmán (2021) en su indagación “*Efecto de la degradación ambiental, por acción antrópica, sobre la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos (mib) del río yura (Arequipa)*” estudió las repercusiones de las actividades antropogénicas en la calidad hídrica del río Yura, según el cambio de la diversidad alfa (α) y beta (β) de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos, usando ante esto los índices bióticos nPeBMWP, ajustado para los arroyos de la región norte del Perú, y ABI (Índice Bilógico Andino). Para lograr los objetivos trazados, se utilizaron métodos estándares tomados en cuenta la legislación nacional e internacional para lograr las metas establecidas; y las recomendaciones realizadas hasta ahora por los

autores de estudios similares, presentadas como bibliografía, se aplican tanto al muestreo como a los resultados identificados y analizados, logrando así una validez general de los resultados. En el lapso de seis meses, antes y después de la temporada pluvial, el río Yura se valoró en dos puntos de muestreo, para valorar la repercusión antropogénica en la calidad hídrica según la modificación de la biodiversidad alfa y beta, de los macroinvertebrados acuáticos que se encuentran en sus aguas; para lo cual se utiliza los Índices nPeBMWP y el Índice Biológico Andino, además de la legislación nacional actual para la evaluación de la calidad de agua (ECA). Como conclusión se encontró que el índice nPeNMWP y ABI son igualmente válidos para determinar la calidad hídrica en ambientes lóticos. También en cuanto a estos indicadores, el recurso hídrico del río Yura se encuentra en buena condición desde el enfoque de calidad biológica; pero según nPeBMWP en la zona de impacto, puente Yura, el agua está bajo un estrés debido a actividades antropogénicas. En cuanto a la calidad física y química del agua, los valores calculados están muy por debajo de los valores mínimos permitidos para esta clase de estudios, lo se puede confirmar con los hallazgos obtenidos utilizando a los macroinvertebrados como indicadores biológicos (Guzman, 2021).

Huerta (2022) en su investigación intitulada “*Evaluación de la calidad ecosistémica de la microcuenca del río Chucchún con base en los indicadores bióticos y abióticos sector Hualcán-Acopampa- Carhuaz-Ancash, 2020*” evaluó la calidad del ecosistema en la subcuenca del río Chucchún, a través del empleo de indicadores abióticos y bióticos. Se aplicaron: el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR), el Índice Biótico Andino (IBA), el Índice de Shannon y Weaver para la diversidad de flora y fauna; del mismo modo, se precisaron las características físicas y químicas del río Chucchún. Se determinaron cinco estaciones de muestreo

(PM) desde Acopampa hasta el puente de Hualcán, en los alrededores de Carhuaz. Los hallazgos arrojaron un índice de bosque de ribera de entre 69 en época de lluvias y 59 en escasez hídrica, cantidades que simbolizan el comienzo de una modificación trascendente de calidad “moderada” del río Chucchún. Los índices de Shannon y Weaver indicaron que el recurso acuático evidencia una contaminación “moderada” y una contaminación “ligera” en escasez hídrica según el gráfico Wilhman y Dorrid. Los indicadores físicos y químicos que superaron el ECA en época de escasez hídrica, fueron los sólidos totales (3.45 mg/L) y DBO5 (26 mg/L). La valoración biológica cambió de 85 % en época pluvial a 57 % en escasez hídrica. Se consignaron once órdenes y veintidós familias de macroinvertebrados acuáticos. La vegetación de ribera se conforma por árboles de aliso alternados con gramíneas (*Cortaderia*) y en las partes más húmedas berros. Entre los animales registrados en categoría de aves se encontró el orden de *Passeriformes* que cuenta con nueve familias.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Actividades antrópicas y su relación con la calidad del agua

a. La agricultura

Según Mateo (2021) existen dos sistemas productivos relevantes en la agricultura de Latinoamérica y el Caribe, la familiar y la industrial.

Agricultura familiar

Varios autores han definido la AP, pero no hay consenso. Una definición común es que es una industria manufacturera que depende del trabajo doméstico. En el segundo, se considera como parámetro el área: no más de dos (02) hectáreas (Mateo, 2021).

Agricultura industrial

La agricultura industrial se caracteriza por una mayor productividad, bajos costos de producción y procesamiento, y un control efectivo de plagas y enfermedades. Esto significa que la producción en serie de un solo producto implica un mayor nivel de tecnología que solicita una inversión fuerte de capital, energía y recursos (Mateo, 2021).

Actualmente, para la actividad agrícola se usa el 70% de agua dulce que se extrae en el mundo (El agua en la agricultura, 2022). En distintos países, la agricultura es el origen primordial de contaminación del recurso hídrico, en todo el planeta el agente químico que más se encuentra en las aguas subterráneas son los nitratos, que provienen de la actividad agrícola. Cuanto más se incrementa el uso de la tierra, también incrementa el uso de agroquímicos. Estos insumos ayudan a tener mejores productos, pero también pueden afectar la salud de las personas y al ambiente. El recurso hídrico es contaminado mediante la descarga de aguas servidas que contienen restos de agroquímicos, materia orgánica, sedimentos y sales, todos provenientes de la ya mencionada actividad (FAO, 2018).

Existe 3.8 millones de trabajadores agrícolas en el Perú, de estos 3 millones laboran en la agricultura familiar. “La agricultura familiar simboliza el 97% de todas de las unidades agropecuarias” (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015). En el departamento de Ancash la superficie agrícola es de 498617 hectáreas, los principales cultivos son el maíz amarillo duro y la caña de azúcar. En la provincia de Carhuaz se cuenta con una superficie de cultivos de 2456 hectáreas (MIDAGRI, 2021).

b. Actividad minera

Actualmente, Perú es el segundo productor de cobre, plata y zinc a nivel global, y el primer productor de oro, plomo y zinc en América Latina. Para el desarrollo de la minería se remueve miles de millones de metros cúbicos de territorio, los que van a causar modificaciones al ambiente, el material particulado discurre por las cuencas e ingresara a la cadena trófica, llegando así a la alimentación de los peruanos y peruanas (Villena, 2018).

Los principales yacimientos mineros del Perú se encuentran en las zonas altas, como en las cabeceras de cuenca y zonas de recarga hídrica. La llegada de la minería trajo consigo varios impactos al agua, ya que las minas necesitan para su operación grandes cantidades de agua y éstas anteriormente no practicaban la recirculación. Así quedaba muy pocas cantidades del recurso hídrico para uso de la población y la agricultura (Info región.pe, 2018).

c. El turismo masivo

En todo el mundo, el turismo representa más del 10% del PBI y genera aproximadamente 115 millones de empleos. Actualmente, el turismo conlleva un consumo de agua del 1% a nivel mundial, debido a que los turistas usan cantidades de agua para sus actividades cotidianas, baños y otras necesidades (Turismo y agua, una relación difícil que debe ser modélica | We Are Water, 2017). Pero el turismo no es el problema sino el turismo masivo, ya que si hay grandes cantidades de turistas se tendrá mayores descargas de aguas servidas y mayor cantidad de deshecho sólidos que irán a para a los cauces de agua, haciendo así que se estos se contaminen.

El Perú cuenta con áreas naturales donde se practica el turismo, así también existen ríos de aguas naturales en ellos. Los turistas al visitar estos

lugares muchas de las veces llevan refrigerios y otros restos que son arrojados al ambiente, ya sea al suelo o agua, afectando así el medio natural.

d. La ganadería

La ganadería se puede dividir en dos categorías principales: la ganadería extensiva y la ganadería intensiva o industrial, con algunos sistemas que se encuentran en un punto intermedio. La ganadería extensiva se refiere al uso de recursos locales de alimentación en pastos, el uso de razas y variedades adaptadas a las situaciones ambientales y la baja demanda de insumos externos en forma de materiales y energía para mantener un cierto nivel de sostenibilidad. Estas características son muy diferentes a la ganadería industrial, que se realiza en lugares cerrados y usando alimentos de mercados tradicionales (muchas veces de otros países), que producen residuos contaminantes y consume grandes cantidades de energía y otros recursos externos. (Alibés et al., 2020).

Según Riojas et al. (2018) existen otros tipos más de ganadería, como la ganadería nómada que consiste en permitir que el ganado se alimente de manera natural en grandes extensiones de tierra, mediante el pastoreo en distintos lugares con variedad de alimentos y recursos. La ganadería trashumante donde se moviliza al ganado a las zonas según las estaciones del año, para su alimentación. Finalmente, la ganadería ecológica que es un método de producción que busca conseguir alimentos de óptima calidad sin recurrir a sustancias químicas sintéticas como pesticidas, fertilizantes artificiales, entre otros. También, se garantiza que los animales disfruten de un espacio amplio y se alimenten con recursos naturales.

Los sistemas de cría de ganado conducen en parte a la contaminación del recurso hídrico con excrementos, residuos de medicamentos que no son metabolizados por los animales (incluidos los antibióticos), residuos del procesamiento del ganado y nutrientes no absorbidos utilizados como fertilizantes (Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2019).

Como lo menciona Pérez (2008) una de las principales actividades antrópicas a nivel mundial es la ganadería, el cual ocupa el 30% de la superficie libre de hielo del planeta. Esta actividad ha provocado varios problemas, como la afectación del suelo y la emisión de nutrientes, materia orgánica, patógenos y restos de fármacos a arroyos, lagos y al mar. En los años recientes se han creado una nueva clase de medicamentos como los antibióticos y las hormonas utilizados actualmente en la crianza de animales, estos al ser utilizados también llegan a afectar a los cuerpos de agua y los ecosistemas cercanos (Ruiz, 2018). Los ganaderos usan estos fármacos para mejorar sus animales y obtener mejores ganancias, sin saber la afectación que estos causan al agua y al ambiente en general.

e. Actividad urbana

En el año 2020, en Perú conto con una población de 32 millones 626 mil habitantes (INEI, 2020). Actualmente existen 50 empresas operadoras de servicios que prestan los servicios de agua y saneamiento a 260 ciudades. “De todos los lugares, en 164 (divididas en 31 empresas prestadoras) se puede encontrar una PTAR que funciona, por ello, toda o parte de las aguas servidas de estos lugares reciben tratamiento. Esto constituye el 63% de todas las ciudades” (SUNASS, 2022).

Otra de actividad urbana que afecta la calidad hídrica son los residuos sólidos, según las estadísticas ambientales la generación de desechos sólidos se ha incrementado a través de los años, en el año 2021 se generó más de 8 millones de toneladas (MINAM, 2021). Los residuos sólidos al no tener una gestión adecuada terminan en las sequías, canales de regadío, arroyos, lagos y mar. Algunas ciudades hacen uso de botaderos que no tienen las mínimas condiciones y con los lixiviados que se genera, afectan los ríos, lagos y ojos de agua cercanos.

2.2.2. Cuenca Hidrográfica

Según Vásquez et al. (2016) establecen que una cuenca hidrográfica es un espacio que está determinada por una línea topográfica, la cual recoge las lluvias y lleva el agua de esorrentía hacia un receptor principal, el cual se denomina río principal.

a. Segmentación de una cuenca

Según la concentración de drenaje se puede dividir en:

- **Subcuenca:** Se refiere al área que desarrolla directamente el flujo principal hacia una cuenca hidrológica. Varias subcuencas conforman una cuenca (Ollage, 2021).
- **Microcuenca:** Una subcuenca consta de varias microcuencas, que son áreas donde la esorrentía se dirige hacia el colector primario de una subcuenca (Ollage, 2021).
- **Quebradas:** Una microcuenca consta de varias quebradas, que es cualquier área donde el drenaje fluye directamente hacia el colector primario de la microcuenca (Ollage, 2021).

b. Partes de una cuenca

Una cuenca se divide en tres secciones:

- **Parte alta**, la zona presenta precipitaciones abundantes, se concentra un gran volumen de agua ya sea como nevados o lluvias, la altitud oscila entre los 3000 y 6500 msnm, y las lluvias varían entre 800 y 1600 mm anualmente. En esta sección se suele visualizar lagos y lagunas con gran acción biológica. La parte alta es importante protegerla y preservarla, ya que abastece del recurso hídrico en las partes medias y bajas (Vásquez et al., 2016)
- **Parte media**, se encuentra entre los 800 y 3000 msnm, las lluvias promedio fluctúan entre los 100 y 800 mm/año. Estas regiones contienen los valles de los Andes y tienen un clima agradable y cambiante. La función de esta parte de la cuenca está básicamente relacionada con la escorrentía hídrica (Vásquez et al., 2016).
- **Parte baja**, abarca desde el nivel del mar hasta los 800 metros sobre el nivel del mar. Las lluvias en promedio son menores a 100 mm/año, su inclinación es baja. Esta parte de la cuenca contiene grandes valles costeros con intensa actividad agrícola, así como grandes y medianas ciudades de consumo. Estas áreas albergan importantes proyectos de riego y sistemas de embalses. (Vásquez et al., 2016).

c. Elementos esenciales de una cuenca

Los elementos que normalmente encontramos en una cuenca hidrográfica son:

- **Recursos naturales**, todas estas son partes de la naturaleza y pueden ser utilizadas por los humanos para satisfacer sus necesidades (Vásquez et al., 2016).

- **Elementos antropogénicos**, estos se refieren a las creaciones humanas como presas, canales de riego, desechos tóxicos, vertidos, emisiones, residuos, áreas de cultivo, áreas de pastoreo, granjas de piscicultura, parques eólicos, plantas solares, carreteras, vías, aeropuertos, y otros (Vásquez et al., 2016).
- **Elementos institucionales**, estos aspectos antropogénicos son notables, y dentro de ellas se incluyen la estructura institucional, el marco normativo y legal asociado con la administración de cuencas y el tratamiento de cuencas (Vásquez et al., 2016).
- **Aspectos gubernamentales**, La gobernanza y la toma de decisiones políticas son factores clave, pero a menudo ignorados en la gestión y conservación de los recursos naturales en una cuenca hidrográfica. Es crucial que se establezca un marco normativo y se supervise su implementación de manera justa y sin corrupción, para garantizar una gestión adecuada de los recursos y prevenir acciones ilegales que puedan degradar el medio ambiente (Vásquez et al., 2016).

2.2.3. El agua

a. Importancia del recurso agua

El agua es un recurso vital para la subsistencia, la humanidad no podría existir si este recurso. Las fuentes hídricas han sido contaminadas poco a poco y así causaron muchas enfermedades en el mundo que destruyeron ciudades enteras en el pasado. Paso mucho tiempo para que la humanidad se diera cuenta que el recurso hídrico que se consumía era lo que ocasionaba las enfermedades, en consecuencia, a principios de año XIX se dio inicio al tratamiento de agua y la esterilización del agua para consumo. Ya con el

desarrollo de la humanidad, iniciaron los vertimientos de aguas servidas domésticas e industriales que contaminan las aguas y los hábitats. De esta forma se inició con la implementación de los sistemas de tratamiento de aguas servidas domésticas en las ciudades (Sierra, 2011).

Los ríos interpretan un papel trascendental en el ciclo del agua entre los océanos, el aire y la tierra. Así como los acuíferos subterráneos, que acopian las precipitaciones y las llevan como escorrentía al océano, que a su vez circula y devuelve la humedad a la tierra a través de la atmósfera. Este ciclo repone persistentemente los suministros limitados de agua en los continentes, sustentando así toda la vida en la Tierra. Desde una perspectiva humana, los ríos son la principal fuente de agua para tomar, cocinar, acicalarse, nadar, la agricultura, la generación de energía eléctrica y la creación de diversos bienes materiales (Postel & Richter, 2010).

b. Contaminación de agua

La contaminación consiste en la cambio y/o alteración de la calidad hídrica, que en su mayoría es ocasionada por la humanidad, haciendo que sea insegura para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreacionales (Orozco et al., 2003).

Para Sierra (2011) la contaminación del agua se da cuando, el ser humano, sea de forma directa o indirecta introduce sustancias o energía, el cual causa daños a los seres vivos del medio, trae consigo efectos sobre la salud humana, dificultad para practicar actividades recreativas y económicas en el ambiente acuático, dificultad en el abastecimiento del agua a las industrias y otros. Así diremos que la contaminación del recurso hídrico es

inducida por el ser humano, afectando así las actividades diarias que realiza para subsistir.

c. **Calidad del agua**

Es complicado mencionar una definición de calidad del agua, pero podemos decir que es “una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas y así también es la composición y el estado del ecosistema acuático presente en el recurso hídrico” (Sierra, 2011). Para Sierra (2011) los parámetros de calidad hídrica están catalogados en físicos, químicos o biológicos.

Parámetros físicos:

- **Turbiedad;** siendo esta la capacidad que tiene el material suspendido en el agua para no dejar que la luz pase. Hay varias causas conocidas de turbidez, la más importante de las cuales es la erosión natural de la cuenca, que provoca sedimentación y contaminación por desechos industriales o domésticos. Como se mencionó anteriormente, la turbidez varía desde inorgánica (arcilla, arena, etc.) causada por la erosión de la cuenca hasta altamente orgánica (microorganismos, limo, etc.) causada por la actividad humana (Sierra, 2011).
- **Temperatura;** es una de las variables más importante del recurso hídrico. Así también, afecta la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas. Para Orozco et al. (2003) la temperatura es una variable física que posee un gran efecto en la calidad del recurso hídrico, por lo que lo más significativo es que la solubilidad del oxígeno disminuye al incrementar la temperatura y el proceso de deterioro se acelera al aumentar la temperatura.

- **Conductividad;** un indicador de las sales disueltas que se encuentran en el recurso hídrico así también mide el conjunto de iones principalmente de calcio, magnesio, sodio, fosforo, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. esta se puede expresar en Siemens/cm o mhos/cm (Sierra, 2011).

Parámetros químicos:

- **pH;** nos va a indicar la acidez o alcalinidad de este, también es muy sustancial para el progreso de la vida en el agua. Como ya sabemos las mediciones mayorea a 7 son básicas y menores a 7 son acidas (Orozco et al., 2003).
- **Oxígeno disuelto;** la cantidad de OD, es un indicador importante de la calidad del agua, ya que es un elemento indispensable para la vida; los peces necesitan los niveles de oxígeno disuelto mas elevado y las bacterias las más reducidos. Los consumidores más importantes de OD son: Oxidación de la materia orgánica, oxidación del material nitrogenado, oxígeno demandado o consumido por el material depositado en el fondo y oxígeno utilizado por las plantas acuáticas para respiración (Sierra, 2011).
- **Nitrógeno;** es muy primordial para el desarrollo de protistas y plantas, por la cual se le denomina nutriente. Los ambientes acuáticos que no están contaminados generalmente contienen cantidades menores de 0.1 mg N/L de nitrógeno amoniacal, aunque pueden alcanzar concentraciones hasta 2-3 mg N/L. Concentraciones más altas nos indicarían que existe contaminación de origen orgánico por descarga de agua residual doméstica, industrial o arrastre de fertilizantes. El nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno que podemos hallar en el recurso hídrico. Se crean

a partir de la desintegración de la materia orgánica nitrogenada, primordialmente proteínas (Sierra, 2011).

- **Fosforo;** es muy importante para el desarrollo de las algas y otros organismos biológicos. En muchos cuerpos de agua las algas crecen muy rápido, debido al fosforo que aporta el vertimiento de aguas servidas de viviendas e industrias. Las formas más comunes del fosforo que encontramos en el recurso hídrico son el ortofosfato, la polifosfato y los fosfatos orgánicos. Podemos usarlo como indicador de la cantidad de detergentes sintéticos descargados a un cuerpo de agua, ya que sus composiciones contienen entre 12 y 13 % de fosforo (Sierra, 2011).

Parámetros biológicos:

- **Macroinvertebrados,** los macroinvertebrados son muy importantes debido a que su presencia o ausencia indicaran la condición del cuerpo de agua. Son empleados como indicadores biológicos para estudiar la calidad del recurso hídrico, ya que estos viven en el agua un periodo de tiempo. Entonces diremos que “la química nos proporciona una imagen instantánea de los ríos, y los macroinvertebrados son como videos el cual nos cuentan lo que pasó hace mucho tiempo, cuando lo filmamos” (Ladrera et al., 2013).

2.2.4. Ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas del agua se conforman gracias a la dinámica que existe entre los seres vivos y las propiedades fisicoquímicas del agua, del aire y del entorno terrestre a su alrededor. Por lo tanto, si se produce alguna clase de modificación en el agua, en consecuencia, habrá variaciones en la composición de los grupos

bióticos que viven en éste. Esto se debe a que las comunidades acuáticas se ven afectadas por la influencia humana (Roldán, 2012).

Los ecosistemas dulceacuícolas se categorizan de acuerdo con la fuerza de la corriente y la profundidad del agua. Los lóticos son aquellos que tienen corrientes de agua, como los ríos y arroyos. Los lénticos son los que tienen aguas tranquilas y estancadas, como los estanques, lagos e interiores pantanosos. Tanto los hábitats de agua salada como los de agua dulce están íntimamente ligados al ciclo hidrológico (Smith & Smith, 2007).

Surgen completamente formados de los glaciares. “La velocidad de un corriente moldea el carácter y la estructura de un curso de agua”. Los ecosistemas de agua que fluye normalmente alternan entre dos hábitats distintos: rápidos de movimiento rápido y charcas tranquilas. Lo que sucede en el primer proceso afecta al segundo y viceversa (Smith & Smith, 2007).

Los habitantes de los arroyos y ríos han desarrollado adaptaciones para poder vivir en la corriente. Las formas larvarias de muchas especies de insectos tienen cuerpos extremadamente planos y extremidades anchas y aplanadas que les permiten adherirse a superficies en grietas rocosas donde las corrientes son débiles. Las larvas de algunas moscas del césped (Trichoptera) forman una cubierta protectora de arena o piedras pequeñas y las adhieren al fondo de las piedras. La parte inferior pegajosa ayuda a los caracoles y cepillos a adherirse a las rocas y los escombros en las corrientes. En los arroyos de movimiento lento con un flujo de agua mínimo, las áreas planas se prestan a peces como la perca, cuyos cuerpos se comprimen para moverse a través de lechos de vegetación acuática. Caracoles pulmonares (Lymnaeacea) y encantadoras efímeras

(Ephemera) que desplazan a las larvas de insectos que habitan en las rocas (Smith & Smith, 2007).

Los habitantes invertebrados se dividen en cuatro grupos. Los trituradores, como los tricopteros y plecópteros, se alimentan de materia orgánica de grano grueso, principalmente hojas. Los colectores filtradores y los colectores recolectores que incluyen a las larvas de moscas negras (Simuliidae), se alimentan de la hojarasca y los excrementos de grandes invertebrados en el fondo de los arroyos. Los pastadores se alimentan de rocas y cubierta de algas de roca, incluidas larvas de escarabajo y de tricopteros móviles. Por último tenemos a los barredores, que son invertebrados que excavan en las ramas y troncos de los árboles caídos que se sumergen (Smith & Smith, 2007).

2.2.5. Bioindicadores

Debido a que no es práctico monitorear las unidades biológicas y físicos de un ecosistema completo, se considera conveniente utilizar la susceptibilidad de ciertos individuos a los estresores ambientales para mostrar el efecto que estos estresores pueden originar en general. Se monitorea la biota del ecosistema (González et al., 2014).

Los individuos indicadores se refieren a aquellas que por su naturaleza (susceptibilidad a las alteraciones ambientales, así como distribución, cantidad, extensión, etc.) pueden utilizarse para evaluar el estado de otras especies o situaciones ambientales importantes que son complicadas o caras de medir de manera directa (González et al., 2014).

Un contaminante u otro suceso específico que altere las circunstancias originarias de un sistema hídrico provocará una sucesión de modificaciones en los individuos, donde la magnitud va a depender de la duración, intensidad y

naturaleza de la perturbación. Se debe saber que gran cantidad de indicadores biológicos lo son de condiciones no perturbadas (Pinilla, 2000).

Los individuos suelen actuar de forma distinta frente a las alteraciones del ambiente, es por esto por lo que se catalogan de la siguiente forma: 1) detectores: son aquellos que al estar presente los estresores en el medio sufren un incremento en la mortalidad, sufren afectaciones en su reproducción y la abundancia disminuye. 2) explotadores: son aquellos organismos que sufren un crecimiento poblacional excesivo debido al enriquecimiento de nutrientes provocado por la pérdida de competencia o perturbaciones ambientales, por lo que su presencia es indicativa de perturbaciones. 3) acumuladores: son organismos, que, dada su fortaleza a ciertos contaminantes, logran acumular estos contaminantes en sus tejidos en concentraciones medibles sin causar un daño significativo (González et al., 2014).

a. Importancia de los indicadores biológicos

Es evidente que utilizar los bioindicadores es mucho más económico que los métodos fisicoquímicos tradicionales. Estas evaluaciones también son mucho más sensibles, dando la posibilidad de detectar niveles más bajos de contaminantes. Además, el equipo requerido para realizar estas evaluaciones es mucho más simple y no requiere de un entrenamiento largo para usarlo (González et al., 2014).

Los bioindicadores ofrecen una perspectiva temporal limitada por la duración de su vida o el tiempo que se encuentran en el lugar de estudio, permitiendo una mejor interpretación de las condiciones pasadas, presentes o actuales. Esto a diferencia de las mediciones químicas y físicas, que sólo

caracterizan las circunstancias en el instante de la toma de muestras (González et al., 2014).

Es posible determinar la cantidad de contaminantes disponibles para los organismos mediante el estudio de los bioindicadores. Estos organismos pueden detectar concentraciones bajas de contaminantes con una tecnología de bajo costo. Además, la observación de la conducta de los bioindicadores permite determinar si hay un efecto significativo en estas especies según su rango de tolerancia (González et al., 2014).

2.2.6. Macroinvertebrados acuáticos

Son denominados macro, porque son grandes, se les puede observar a simple vista y miden entre dos milímetros y treinta centímetros; invertebrados porque en su cuerpo no existen huesos. Los macroinvertebrados viven en aguas lénticas y aguas lólicas, además se les puede encontrar en restos de materia orgánica, algún tronco, en el sedimento y hasta debajo de rocas (Ollage, 2021).

a. Importancia de los macroinvertebrados acuáticos

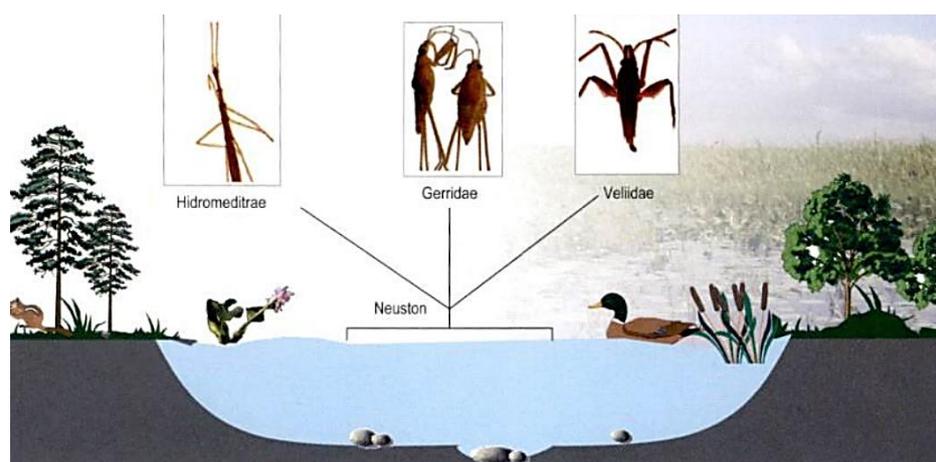
Los macroinvertebrados acuáticos macroscópicos son considerados los mejores bioindicadores de la calidad hídrica porque son abundantes, sencillos de recolectar, son mayormente sedentarios y así reflejan las condiciones locales, son en su mayoría simples de identificar, presentan los efectos de las cambios del medio a corto tiempo, ostentan ciclos de vida largos, se visualizan fácilmente debido a su tamaño y varían poco genéticamente (Roldán, 2003).

b. Habitación de los macroinvertebrados

Según Roldán (2012) “los macroinvertebrados de agua pueden habitar en la superficie del agua, en lo profundo o nadar libremente, por tal razón estos cuentan con distintos nombres de acuerdo con este tipo de adaptación”.

- **Neuston**, conformado por los individuos que habitan sobre la superficie del agua como se muestra en la Figura 1, no pueden hundirse debido a que su cuerpo está recubierto por una cera, el cual los vuelve impermeables. Las familias representantes son Gerridae y Mesoveliidae (Roldán, 2012).

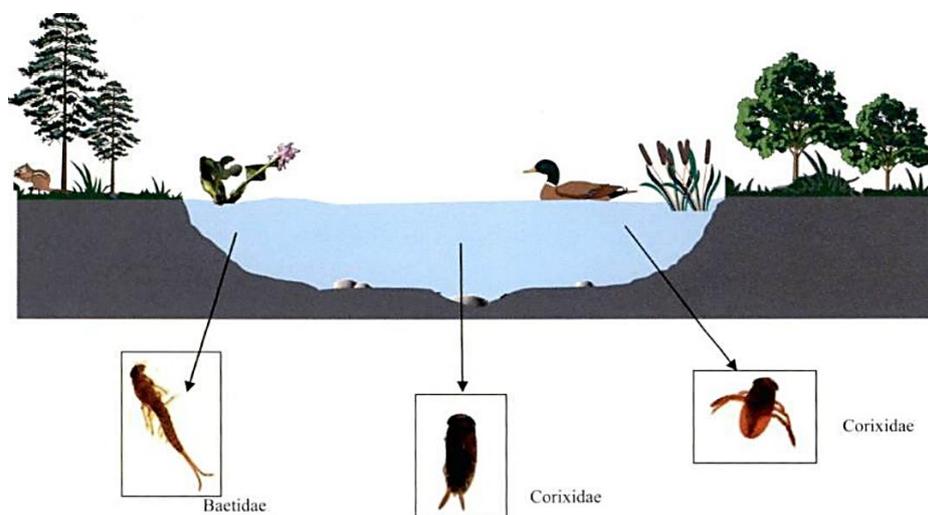
Figura 1
Macroinvertebrados Representantes de Neuston



Fuente: Tomado de Roldán (2012)

- **Necton**, agrupada por los organismos que nadan libremente en el agua, tal como nos muestra la figura 2. Entre las cuales tenemos el Corixidae y Notonectidae del orden Hemiptera, algunos de la orden coleóptera y Ephemeroptera (Roldán, 2012).

Figura 2
Macroinvertebrados Representantes de Necton

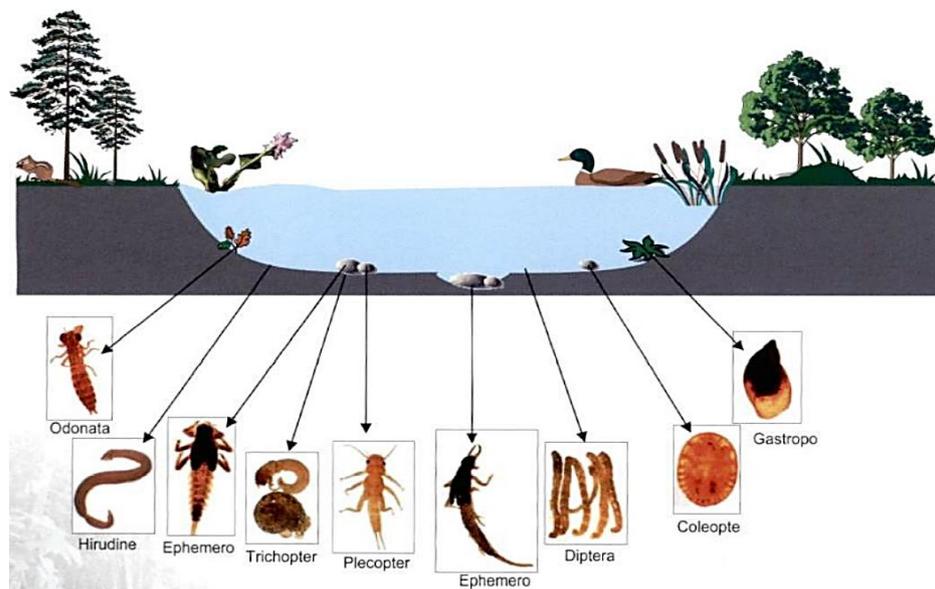


Fuente: Tomado de Roldán (2012)

- **Bentos**, están conformados por los individuos que habitan en lo profundo de los ríos y lagos, pegados a rocas, trocos, residuos de vegetación y otros, así como se muestra en la figura 3. las ordenes representativas son: Ephemeroptera, plecóptera, Trichoptera, Megaloptera y Díptera. Además se alcanzan encontrar a las familias Euthyplociidae, blephaceridade y Odonata (Roldán, 2012).

Figura 3

Macroinvertebrados representantes del Bentos



Fuente: Tomado de Roldán (2012)

c. Principales ordenes macroinvertebrados acuáticos

Según Roldán (2012) los macroinvertebrados cuentan con diferentes grupos a continuación se describen los principales:

- **Trichoptera**, sus larvas habitan en cualquier tipo de ambientes (tanto lóticos y lénticos), aunque en aguas lóaticas parecen tener la mayor diversidad. Una de las peculiaridades de los Trichoptera es su talento de edificar casas o refugios de diferentes formas para resguardarse y capturar alimento (Roldán, 2012).

Una gran cantidad habitan aguas corrientes, limpias y oxigenadas, bajo las rocas, troncos y restos vegetales. En su mayoría son excelentes indicadores de aguas oligotróficas (Roldan, 1996).

- **Ephemeroptera**, debido a su corta vida adulta, obtuvieron este nombre. Generalmente viven en aguas corrientes, oxigenadas y limpias, solo unas pocas variedades logran tolerar cierto grado de contaminación (Roldan, 1996).
- **Plecoptera**, las ninfas habitan aguas rápidas, ricas en oxígeno, debajo de rocas y materia orgánica. Por tanto, indican que las fuentes hídricas están muy limpias y pobres en nutrientes. (Roldan, 1996).
- **Coleóptera**, una gran cantidad de estas especies habitan aguas rápidas y lénticas. En aguas rápidas viven en materia orgánica en descomposición, grava, arena y piedra. Los lugares donde predominan son fuentes hídricas poco profundas en donde la rapidez de la corriente es baja, aguas limpias, con alta concentración de oxígeno y temperaturas medias (Roldan, 1996).
- **Díptera**, su lugar de residencia es cambiante, se localizan en arroyos, ríos, lagos a todas profundidades y otros. Las familias que representa aguas muy limpias es el Simuliidae y contaminadas son los Tipulidae y chironomidae (Roldan, 1996).

2.2.7. Índices bióticos

Estudios pasados nos indican que los índices realizados solo con base en las variables fisicoquímicas no son buenos informadores de la calidad hídrica (Sierra, 2011). Los índices biológicos se establecen según el grado de tolerancia que tienen los organismos, expuestos a distintas categorías de contaminación del agua. La

variación de las especies y/o cantidad de especies, nos dará una referencia del estado que se encuentra en cuerpo de agua estudiado (Emmen et al., 2016).

“El uso de índices biológico, es uno de los mejores métodos para alcanzar información sobre el estado de calidad hídrica de una cuenca hidrográfica específica” (Medina et al., 2008).

a. Índice BMWP para los rios del Norte del Perú

El índice biological monitoring working party fue instituido en Inglaterra en los años 70, con el objetivo de valorar la calidad hídrica utilizando a los macroinvertebrados con indicadores biológicos. El método solicita alcanzar el nivel de familias y los datos son cualitativos (presencia- ausencia). La puntuación va de 1 a 10 según la tolerancia de los distintos grupos a la contaminación orgánica. Así tendremos varios puntajes de todas las familias que en suma nos dará el valor total BMWP (Medina et al., 2008)

El índice biológico para los arroyos de la región norte del Perú (nPeBMWP) se estableció según la modificación y adaptación del índice biótico andino (ABI) y de sus análogos hechos en Inglaterra. El método está basado en ciertas incorporaciones de familias y sus valores poseyendo como referencia adaptaciones del BMWP. El índice biológico para los arroyos de la región norte del Perú (nPeBMWP) y sus análogos son índices aditivos que van sumando valores según la cantidad de familias halladas, cada familia cuenta con valor numérico del 1 al 10 (que se muestran en la tabla 1), relacionado con su susceptibilidad a la contaminación.

Si la familia es más susceptible a la contaminación el valor es más alto. La adición de los valores encontrados para cada familia en cada estación de muestreo nos proporcionará el grado de contaminación de la estación estudiada, que se indica en la tabla 2 (Medina et al., 2008).

El índice biológico de calidad de agua para arroyos peruanos (nPeBMWP), es una metodología eficaz, como un indicador de la calidad hídrica por su facilidad en cuanto al nivel taxonómico solicitado (familia) y por el ahorro técnico en términos de tiempo (identificación de macroinvertebrados) y costos (Medina et al., 2008).

Tabla 1
Calidad del Agua Usando el índice BMWP para Ríos del Perú

Familias	Puntaje
Helicopsychidae, Calamoceratidae, Odontoceridae, Anomalopsychidae, Blepharoceridae, Polythoridae, Perlidae, Gripopterygidae, Oligoneuridae, Leptophlebiidae, Athericidae, Ameletidae, Trycorythidae.	10
Leptoceridae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae, Hydrobiosidae, Philopotamidae, Gomphidae, Calopterygidae.	8
Glossosomatidae, Limnephilidae, Leptohyphidae.	7
Ancylidae, Hydroptilidae, Hyalellidae, Aeshnidae, Libellulidae, Corydalidae, Coenagrionidae, Pseudothelphusidae (Decapoda).	6
Turbellaria, Hydropsychidae, Ptilodactylidae, Lampyridae, Psephenidae, Scirtidae (Helodidae), Elmidae, Dryopidae, Hydraenidae, Veliidae, Gerridae, Simuliidae, Corixidae, Notonectidae, Tipulidae, Naucoridae, Hydrochidae, Planaridae, Amphipoda.	5
Hydracarina, Baetidae, Pyralidae, Tabanidae, Belostomatidae, Limoniidae, Ceratopogonidae, Dixidae, Dolichopodidae, Stratiomidae, Empididae, Curculionidae.	4
Hirudinea, Ostracoda, Physidae, Hydrobiidae, Limnaeidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Staphylinidae, Gyrinidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Psychodidae, Hydrometridae, Mesovellidae, Psychodidae.	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Ephydriidae, Gelastocoridae.	2
Oligochaeta, Syrphidae	1

Fuente: Tomado de Medina et al. (2008)

Tabla 2
Valores del Índice BMWP

Calificación	Valores	Color	Calidad biológica
Aguas muy limpias	>=100	Azul	Buena
Aguas con signos de estrés	61 - 100	Verde	Aceptable
Aguas contaminadas	36 - 60	Amarillo	Regular
Aguas muy contaminadas	16 - 35	Naranja	Mala
Aguas extremadamente contaminadas	<=15	Rojo	Pésima

Fuente: Prat et al. (2000)

b. Índice Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera (EPT)

Este índice considera la riqueza de tres órdenes de insectos los cuales son; Ephemeroptera (que cuenta con alta tolerancia a la polución), Trichoptera (tolerancia media) y Plecóptera que es sensible a la polución y solo se encuentran en aguas limpias (Bueñao et al., 2018).

Para Ollage (2021) una vez se identificado y clasificado según el orden, se procede a anotar en una hoja de campo por cada estación muestreada, se computa la abundancia total y se emplea la siguiente formula.

$$EPT\ TOTAL = \frac{\Sigma\ EPT\ presentes}{\# de individuos} * 100$$

Finalmente obtendremos el valor del índice EPT, en la tabla 3 se muestran los valores.

Tabla 3
Calidad de Agua Según Índice EPT

Clase	Índice EPT (%)	Calidad de agua
1	75 - 100	Muy buena
2	50 - 75	Buena
3	25 - 50	Regular
4	0 - 25	Mala

Fuente: Carrera y Fierro (2001)

2.2.8. Estándares de calidad ambiental

Según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba el estándar de calidad Ambiental “ECA” para agua. Para la aplicación de los ECA agua se debe considerar sus categorías. Para la presenta investigación se usará la categoría 1: Poblacional y recreacional. Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, como se muestra en la tabla 4 (Ministerio del Ambiente, 2017).

Tabla 4
Estándar de Calidad Ambiental para el Agua

Categoría 1: Poblacional y recreacional		
Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
Parámetro	Unidad de medida	A1- Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
Conductividad	(uS/cm)	1500
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	50
Potencial de hidrogeno (pH)	mg/L	6.5-8.5
Fosforo Total	mg/L	0.1
Temperatura	°C	Δ3
Oxígeno disuelto	mg/L	≥6

Fuente: Tomado de MINAM (2017).

2.3. Definición de términos

- **Aguas residuales**, son aguas modificadas en su composición debido al uso al que fueron sometido, lo que hace que pierda su calidad (Orozco et al., 2003).
- **Agroquímico**, son insumos que se usan en la agricultura, existen dos tipos, el primero son los plaguicidas y el segundo los fertilizantes.
- **Actividades antrópicas**, toda acción o intervención ejecutada por la humanidad sobre la superficie terrestre.
- **Análisis**, distinción y separación de los fragmentos de un todo hasta lograr obtener sus principios o elementos.

- **Bioindicador**, todo organismo que muestra cambios ya sean positivos o negativos, según las condiciones del medio en el cual se desarrolla.
- **Calidad de agua**, referida a las circunstancias en que se halla el agua en relación con las características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o luego de ser modificadas por el ser humano.
- **Contaminación**, es la modificación, de la calidad del recurso hídrico, formándola peligrosa para el consumo de la humanidad, la industria, la agricultura, la pesca, los animales domésticos y la vida natural (Orozco et al., 2003).
- **Evaluación**, atribución o determinación del valor de algo o alguien.
- **Macroinvertebrados**, son organismos utilizados en estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicadores de la calidad del agua.
- **Monitoreo**, el proceso de observar uno o más parámetros fisiológicos o de otro tipo utilizando instrumentos especiales para determinar posibles anomalías.
- **Índice BMWP**, es un método que establece un valor para todos los grupos de macroinvertebrados encontrados a nivel de familia, poseyendo como requerimiento datos cualitativos de presencia o ausencia (Medina et al., 2008).
- **Índice EPT**, es un método que utilizado para estudiar la calidad del agua y se halla según el número de individuos de las ordenes ephemeroptera, trichoptera y plecóptera (Bueñao et al., 2018).
- **Influencia**, resultado, efecto o cambio que provoca una cosa en otra.
- **Oligotróficas**, son ecosistemas que tienen pocos nutrientes, pocas algas.
- **Parámetros**, elemento o dato relevante desde el que se evalúa un tema, situación o asunto.

CAPÍTULO III

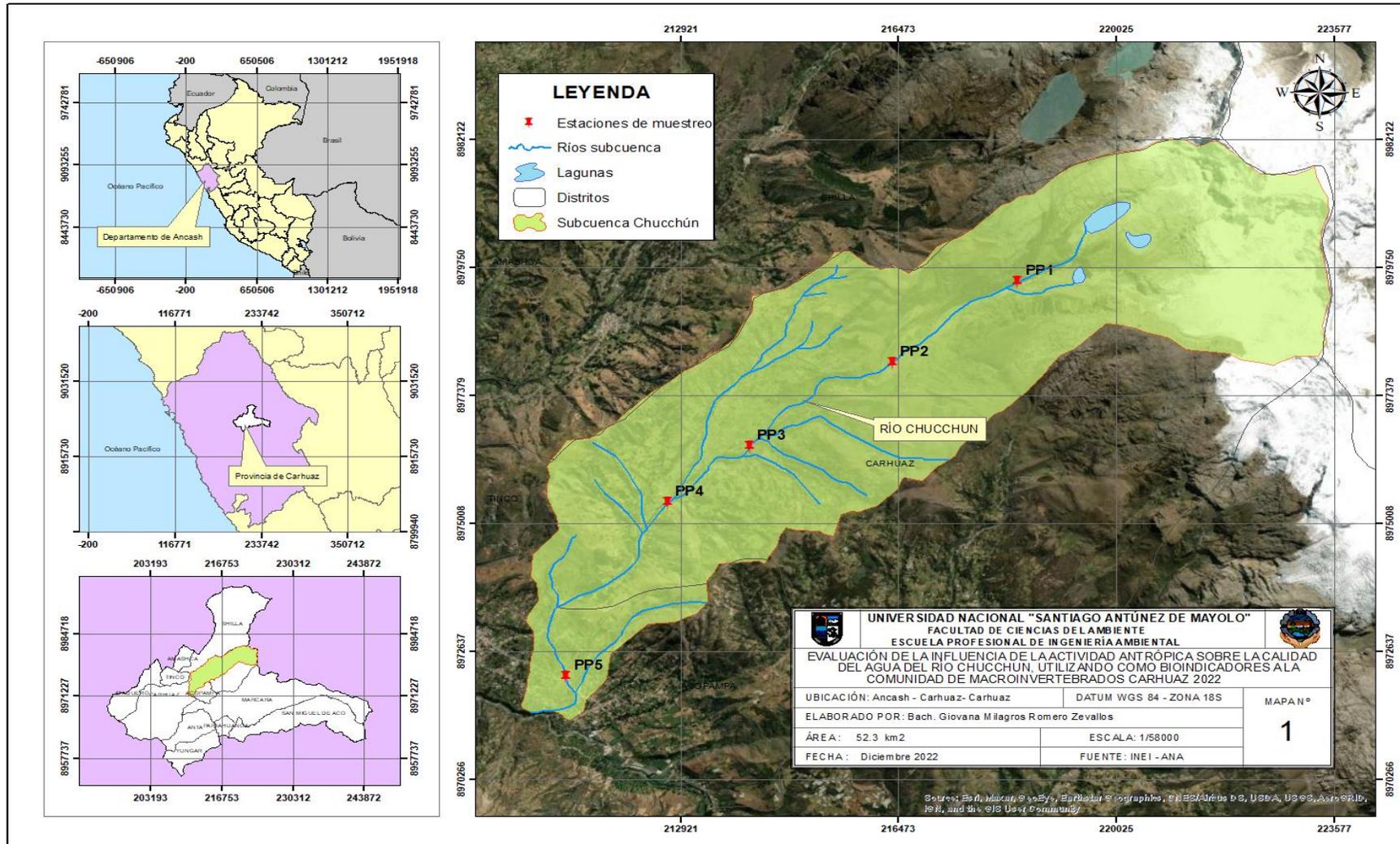
METODOLOGÍA

3.1. Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en la unidad hidrográfica del río Chucchún (ver Figura 4), que se encuentra en el lado occidental de la parte céntrica de la Cordillera Blanca, entre las coordenadas UTM 209764 m - 223735 m este y 8970944 m - 8982495 m en el norte. La subcuenca Chucchún es una de las 25 subcuencas que desembocan en la cuenca hidrográfica del Santa. Su altura se encuentre entre los 2600 m.s.n.m. a los 6125 m.s.n.m. y su superficie es de unos de 55,5 km², de las cuales alrededor del 16,7% está cubierto por glaciares. El limite por el lado norte es la subcuenca del río Buin, al noreste el glaciar Hualcán, por el sur limita con la subcuenca del río Buin, al noreste el glaciar Hualcán, por el sur limita con la subcuenca del río Ucucharure y por el suroeste con el río Santa (INAIGEM, 2016).



Figura 4
Ubicación Geográfica de la Subcuenca del Río Chucchún



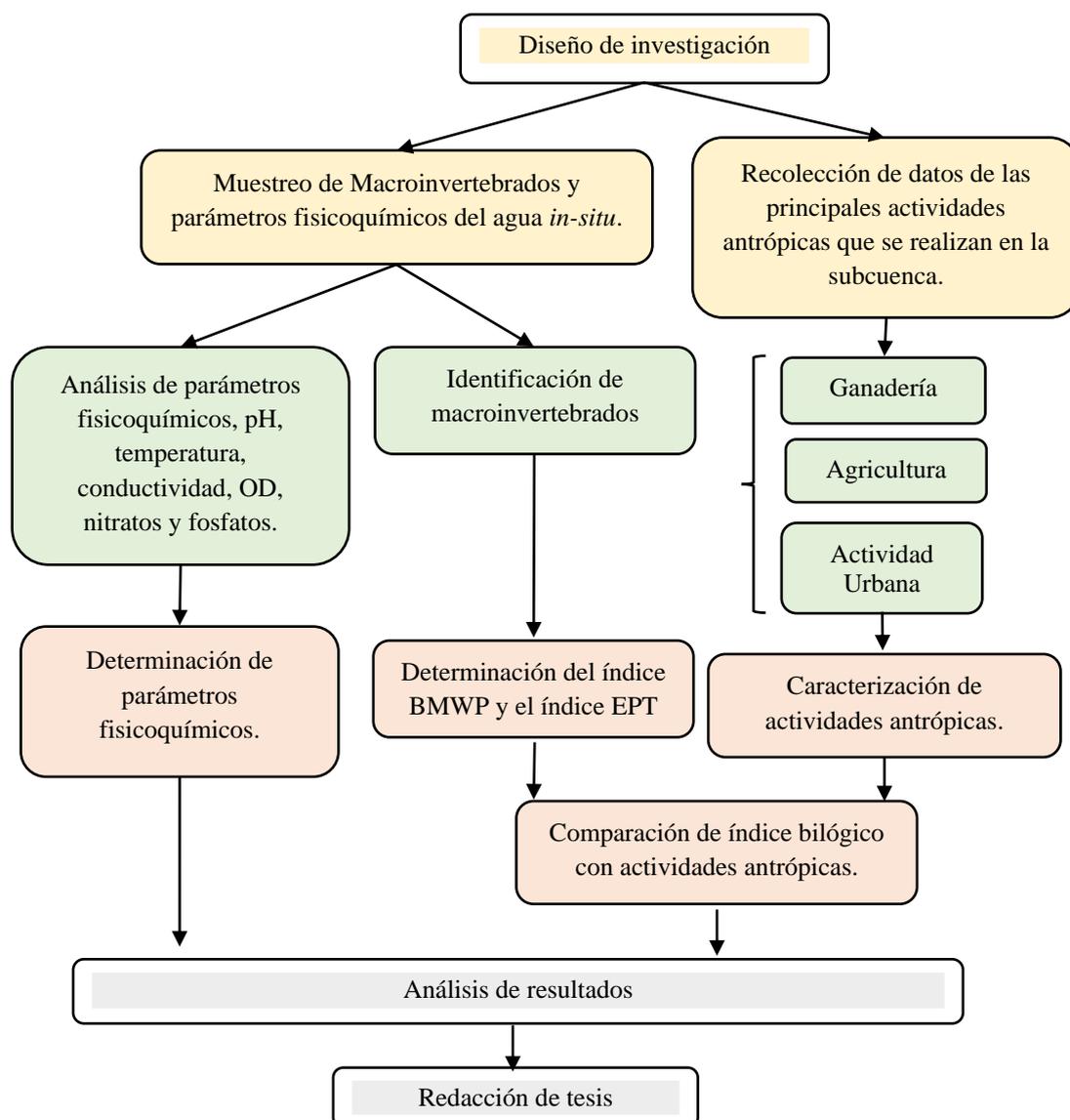
3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es descriptiva ya que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o proceso de los fenómenos; la investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho (Tamayo y Tamayo, 2002); para luego hacer un análisis de relación de la actividad antrópica con la calidad del agua utilizando macroinvertebrados.

3.3. Diseño de Investigación

A continuación, se presenta en la Figura 5 el diseño de la investigación.

Figura 5
Representación del Diseño de Investigación

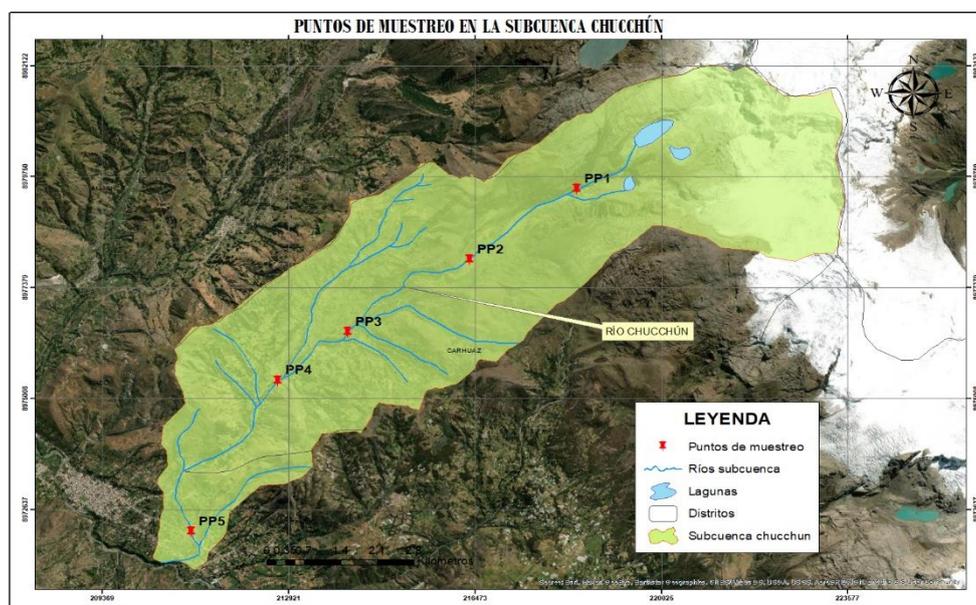


3.4. Estaciones de muestreo a lo largo de la subcuenca Chucchún

Para el estudio se eligieron (5) estaciones de muestreo a lo largo de la subcuenca del río Chucchún (Ver la Figura 6).

Figura 6

Estaciones de Muestreo



Las estaciones que se tomaron fueron los siguientes:

a. Estación de muestreo 1 (PP1) - Río a media cuesta

Aguas abajo de la laguna Rajupaquinan, muestra una corriente no tan rápida, con pocas plantas en a los márgenes (pastos y pocos arbustos), piedras y grava. Se seleccionó esta estación de muestreo, por estar en la cabecera de la cuenca y un tanto alejada con muy poca influencia de las actividades antrópicas.

b. Estación de muestreo 2 (PP2) - Humedal Shonquil (Zona ganadera)

Pasando la pampa de Shonquil, el cual presenta cobertura vegetal predominando la champa estrella (Palomino, 2014), en ambos márgenes se observa cobertura vegetal principalmente pastos, presenta una corriente media y piedras y grava en el río. Esta estación fue elegida por poseer influencia de la ganadería, ya que en la pampa se observa el ganado vacuno.

c. Estación de muestreo 3 (PP3) - Ruta Shonquil (Hualcán)

Aproximadamente a 1.8 km del puente de Hualcán, presenta corriente baja, se ingresa mediante un camino de herradura desde la carretera, cruzando por áreas de cultivo de maíz, trigo, papa y otros. Esta estación fue elegida por poseer influencia de la agricultura principalmente, en ambos márgenes podemos observar extensas áreas de cultivo.

d. Estación de muestreo 4 (PP4) - Hualcán (Pariacaca)

Después del puente Hualcán, aproximadamente 200 m aguas arriba se encuentra las aguas termales “La Merced” y un contribuyente. Presenta corriente media, con presencia de grava y lodo. Se observa cobertura vegetal en ambos márgenes, áreas de cultivo así también se ven residuos sólidos flotando en el agua. La estación se eligió por poseer influencia de actividad antrópica, debido a que en ambos lados se encuentran el centro poblado de Hualcán y el caserío de Pariacaca.

e. Estación de muestreo 5 (PP5) - Yanamarca

Antes el puente de Yanamarca, de corriente baja. Esta estación fue elegida por poseer influencia de actividad antrópica pues en ambos márgenes se puede observar la presencia de viviendas y algunas áreas de cultivo.

3.5. Métodos o técnicas

Se eligieron cinco (05) estaciones de muestreo (Figura 6), según a la información recolectada en campo, considerado las actividades antropogénicas y el acceso al lugar. Se efectuaron 02 acciones de muestreo, en los meses de mayo (época de lluvia) y agosto (época estiaje), en el que se valoraron algunas parámetros fisicoquímicos y macroinvertebrados bentónicos. Todas las estaciones se

establecieron geográficamente con el apoyo de un GPS, seguidamente, en la Tabla 5 se especifica:

Tabla 5
Coordenadas y Altura de las Estaciones de Muestreo

Estaciones de Muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
	Este	Norte	
PP1: Río a media cuesta	218437	8979384	3793
PP2: Humedal Shonquil - Zona ganadera	216377	8977963	3583
PP3: Ruta Shonquil - Hualcán	214053	8976413	3128
PP4: Hualcán - Pariacaca	212719	8975376	2970
PP5: Yanamarca	210992	8972110	2679

3.5.1. Caracterización de las actividades antrópicas

Para la obtención de datos se usó principalmente la técnica de la observación, de toda la subcuenca, específicamente se observó las actividades que se realizan cercanas a las estaciones de muestreo y en toda la subcuenca. También se realizó entrevistas a los ciudadanos y autoridades de los centros poblados cercanos, además se realizó la revisión bibliográfica durante todo el desarrollo de la investigación.

3.5.2. Caracterización de las aguas del río Chucchún

Para realizar el muestreo fisicoquímico se procedió como se indica a continuación: el método usado para la realización del trabajo de campo está basado en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Cuerpos de agua (ANA, 2016). Se tomaron en el lugar la temperatura, el pH, la conductividad y el oxígeno disuelto con ayuda de un multiparámetro, además se recolectó muestra de agua para el análisis de fosfato y nitratos, para su posterior análisis en el laboratorio de calidad ambiental FACM – UNASAM.

Todos los datos obtenidos en campo y los resultados de laboratorio se pasaron a un cuadro tanto para época lluviosa y épocas de estiaje, para así poder comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y de esta manera poder visualizar los parámetros que sobrepasan el ECA agua.

3.5.3. Determinación de la calidad del agua

La metodología utilizada para el muestreo de macroinvertebrados se encuentra basada en los métodos de colecta de identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú (Ministerio del Ambiente, 2014).

En la recolección de macroinvertebrados se utilizó la red Surber, se colocó el marco de la red en lo profundo de arroyo y en sentido opuesto a la corriente y con ayuda de las manos se revolvió el material, así los organismos podrían ingresar en la red, además se exploró los hábitats posibles, como piedras, restos de vegetación y ramas durante un periodo de 20 a 30 minutos, esta maniobra se repitió en toda estación de muestreo. Todo lo recolectado se puso en una bandeja para escoger las muestras y seguidamente se colocó en alcohol al 70% con glicerol para su conservación, para su posterior identificación en el Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM – UNASAM.

a. Determinación de índice BMWP

Para hallar el valor del índice nPeBMWP se procedió a dar la puntuación respectiva a las familias. El valor va de 1 a 10 de según con la tolerancia de los distintos grupos a la contaminación orgánica (ver Tabla 1). Sumando todos de los valores de las familias nos dará el puntaje total nPeBMWP para ríos del norte del Perú, el que nos indicó la calidad del agua en la respectiva estación de monitoreo, que se indica en la Tabla 2 (Medina et al., 2008).

b. Determinación del índice EPT

Para hallar del índice EPT se identificó la cantidad de Ephemeropteras o moscas de mayo, Plecópteras o moscas de piedra y Trichópteras, todos estos se sumaron y se obtuvo un total. Seguidamente se procedió a la suma de todos los individuos presentes en la estación de muestreo. Finalmente se dividió la suma de EPT con el total de individuos encontrados en cada estación de muestreo y se multiplico por cien para obtener el valor del índice EPT, el valor obtenido nos indica la calidad del agua en la estación de monitoreo, el que se indica en la Tabla 3 (Ollage, 2021).

3.5.4. Comparación de índice biológico con actividades antrópicas

Se realizó la comparación de los índices biológicos BMWP, EPT a partir de una valoración numérica y porcentual de la cantidad de macroinvertebrados presentes en la muestra de agua tomada en cada una de las (5) estaciones de muestreo que se tomó a lo largo de la subcuenca Chucchún.

3.6. Población y muestra

Población

Como población se tiene a las aguas del río Chucchún

Muestra

Se tomaron muestras de agua del río Chucchún y al conjunto de macroinvertebrados presentes en el área de estudio. Las muestras de agua nos permitieron la caracterización fisicoquímica y de nutrientes del río, mientras que el conjunto de macroinvertebrados nos permitió determinar la calidad del agua.

3.7. Procesamiento y análisis de la información

Se utilizó programas de tratamiento estadístico para los datos recolectados en campo y en el laboratorio, tales como Microsoft Office, además del uso del ArcGIS.

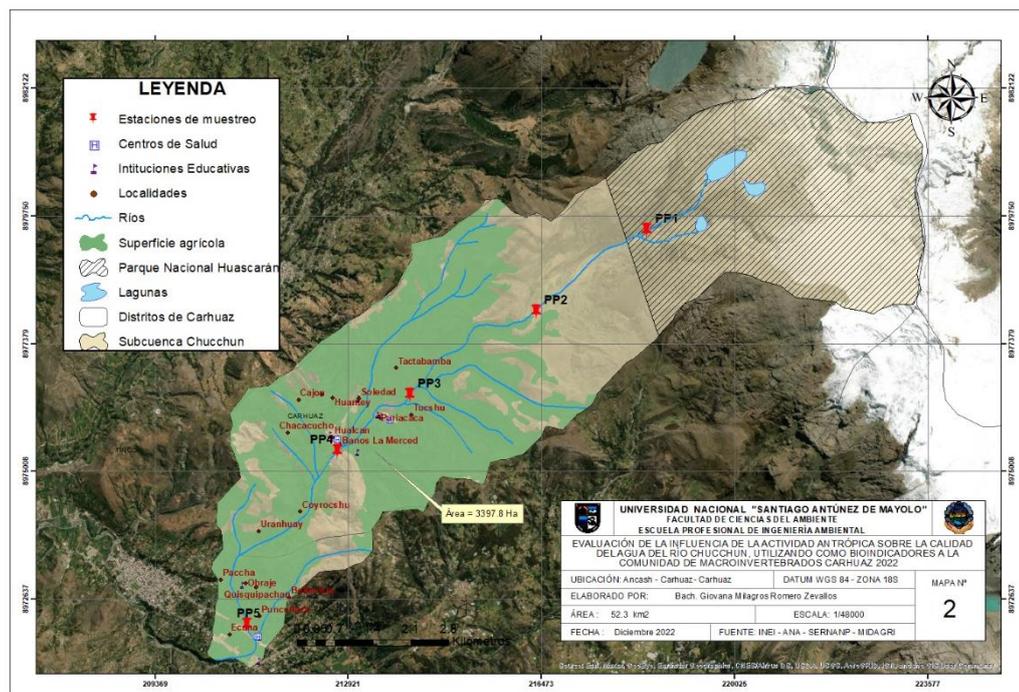
CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Actividades antrópicas más relevantes

La subcuenca Chucchún se encuentra situado en el distrito y provincia de Carhuaz, en ella encontramos pequeñas localidades que desarrollan diversas actividades, las localidades con mayor población son Hualcán y el caserío de Pariacaca (ver Tabla 6). En la Figura 7 se muestra la subcuenca Chucchún, las localidades, los centros de salud y las instituciones educativas.

Figura 7
Localidades y Superficie Agrícola, Subcuenca Chucchún



Fuente: Modificado del MIDAGRI (2021)

Tabla 6
Localidades en la Subcuenca Chucchún

LOCALIDADES	CATEGORÍA TERRITORIAL	POBLACIÓN	DESAGÜE
Hualcan	Centro poblado urbano	979	Si
Tactabamba	Barrio	131	No
Huantey	Barrio	13	Si
Baños la Merced	Barrio	141	No
Coyrocsho	Barrio	70	Si
Tucsho	Barrio	60	No
Soledad	Barrio	32	No
Pariacaca	Caserío	681	No
Obraje	Barrio	267	No
Chacacucho	Barrio	50	Si
Ranra	Barrio	64	Si
Cajon	Barrio	39	Si
Uranhuay	Barrio	166	No
Paccha	Barrio	29	Si
Ballavista	Barrio	30	No
Quisquipachan	Barrio	30	No
Puncullaca	Barrio	68	Si

Fuente: Tomado del INEI (2017)

Figura 8
Centro Poblado de Hualcán



En la Tabla 6 se muestra la población en cada una de las localidades que pertenecen a la subcuenca Chucchún, teniendo un total de 2850 habitantes. En la Figura 8, 9, 10 y 11 se muestran algunas localidades pertenecientes a la subcuenca Chucchún.

Figura 9

Barrio de Paccha, Distrito de Carhuaz



Figura 10

Barrio de Obraje, Distrito de Acopampa



Figura 11
Caserío de Pariacaca



4.1.1. Ganadería

Esta actividad se realiza en la denominada pampa de Shonquil (parte alta de la subcuenca), donde se observó en su mayoría ganado vacuno, burros; además se visualizó la presencia de *lupinus* indicador de sobrepastoreo (Figura 12). Según mencionaron las autoridades del centro poblado se cuenta con un total de “150 cabezas” de ganado vacuno en los alrededores de la pampa de Shonquil.

Figura 12

Ganado vacuno, Recua y *Lupinus* en la Pampa de Shonquil



Mientras que en los alrededores de la ciudad de Hualcán y Pariacaca (parte media de la subcuenca) se observó poco ganado vacuno, porcino y ovino por escasez de pasto; a nivel doméstico, es frecuente la crianza de animales menores como gallinas, patos y cuyes (Ver Figuras 13, 14, 15 y 16).

Figura 13

Crianza de Gallinas (*Gallus gallus*), Barrio Soledad – Hualcán



Figura 14

Crianza de Cerdos (*Sus scrofa*), Barrio Chacacucho, Hualcán



Figura 15
Crianza de Cuy (*Cavia porcellus*), Hualcán



Figura 16
Ovejas (*Ovis orientales*), Barrio de Obraje, Acompampa



4.1.2. Agricultura

La Figura 7 nos muestra que la subcuenca Chucchún tiene aproximadamente 3397.8 hectáreas de superficie agrícola (parte media de la subcuenca). Según el Ministerio de Producción en el año 2020, los principales cultivos en base a la superficie sembrada en la provincia de Carhuaz fueron trigo blando, papa, haba de grano seco, betarraga y cebada de grano (Instituto tecnológico de la producción, 2020), según lo observado y que se muestra en las Figuras del 17 al 23, en la subcuenca se realiza el cultivo de maíz y papa siendo el primero en mayor porcentaje, en pequeñas parcelas también se puede observar trigo, alfalfa y algunas hortalizas.

Figura 17

Papa Blanca (*Solanum tuberosum*) y Maíz (*Zea mays*), Barrio Soledad, Hualcán



Figura 18
Sembrío de Maíz Blanco (*Zea mays*), Barrio Soledad - Hualcán



Figura 19
Lechuga (*Lactuca sativa*), Barrio de Baños La Merced - Hualcán

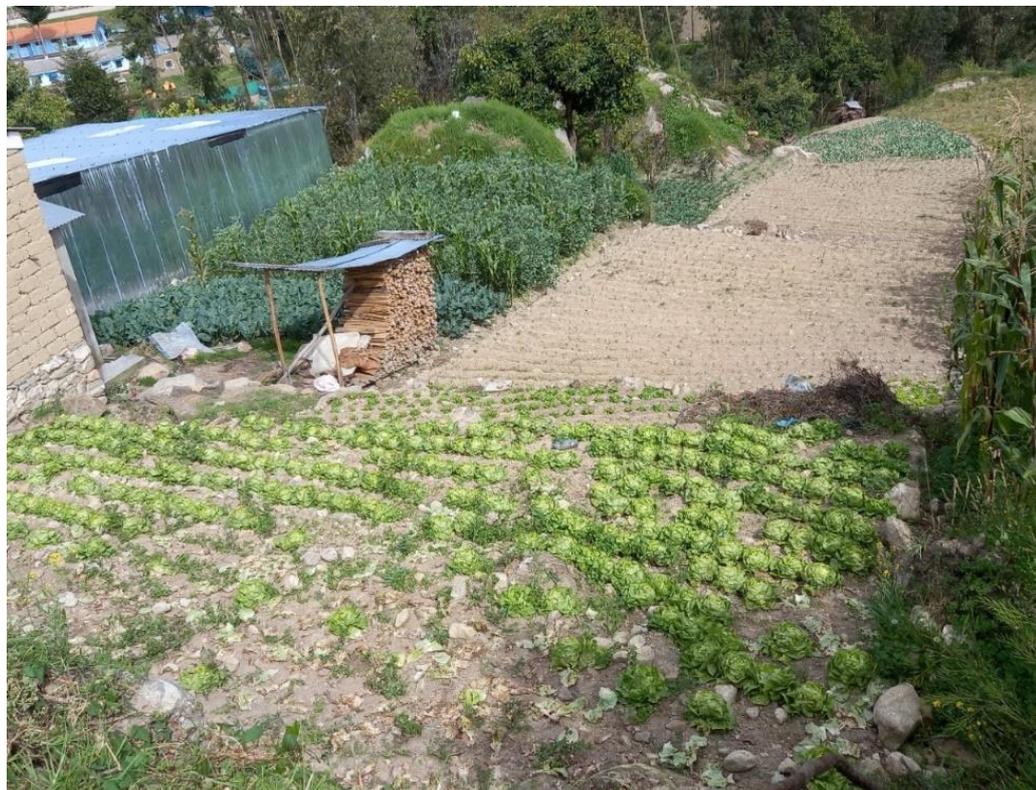


Figura 20
Repollo (*Brassica oleracea*), Barrio Huantey, Hualcán



Figura 21
Cebolla (*Allium fistulosum*), Barrio de Baños la Meced, Hualcán



Figura 22

Alfalfa (*Medicago sativa*), en el Barrio de Paccha, Carhuaz



Figura 23

Cultivo de rosas (*Rosa sp*) en Invernadero, Barrio de Obraje, Acopampa



Según lo mencionado por las autoridades y pobladores en la subcuenca Chucchún, ellos recurren al uso de agroquímicos para el cultivo de sus productos, en cuanto a fertilizantes se hace uso frecuente de la urea y en cuanto a los plaguicidas, los más usados son los herbicidas, ya que al sembrar un producto siempre germinan otras hierbas que impiden el crecimiento adecuado del producto (Ver Figura 24).

Figura 24

Uso de herbicida en el Cultivo de Papa, Barrio de Paccha



Figura 25

Uso de Agroquímicos en el Maíz, Barrio de Obraje.



En la Figura 25 se puede observar la fumigación del cultivo del maíz en el barrio de obraje; mientras que en la Figura 26 se muestra un frasco de Ogramass (fungicida que consta de tres ingredientes activos; Chlorothalonil, Cymoxanil y Dimethomorg) y un frasco de adherente (mezcla de aceite que actúan como transportador y protector del agroquímico).

Figura 26

Frascos de Fungicida y Adherente, Barrio de Paccha



4.1.3. Aguas residuales domésticas

Se observó que, en las localidades pertenecientes a la subcuenca, las aguas residuales se descargan directamente a sequias cercanas, que luego llegan directamente al río Chucchún. Las localidades que cuentan con red de desagües son Hualcán, Huantay y Coyrocsho, Chacacucho, Cajón, Ranra, Paccha y Puncullaca (INEI, 2017).

En el caserío de Obraje y el puente de Acopampa (Ver Figuras 27 y 28) se observó las descargas de aguas residuales directamente al río Chucchún, el cual afecta la calidad de este.

Figura 27
Descarga de Aguas Residuales al Río Chucchún

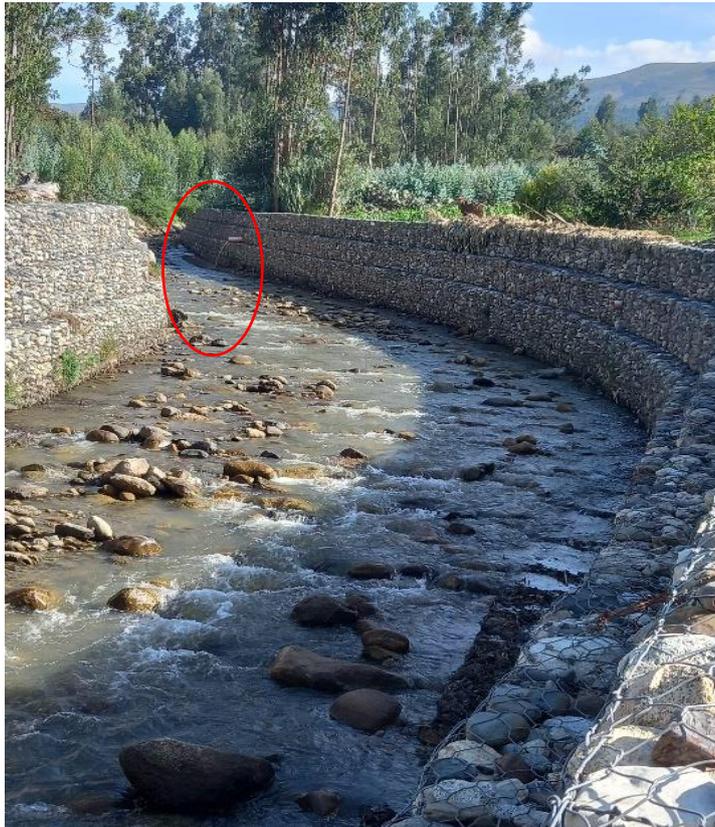


Figura 28
Descarga de Aguas Residuales Cerca al Puente Acopampa



4.1.4. Residuos sólidos

Los residuos sólidos son generados en todos los lugares donde llega el ser humano, pero es más en las ciudades, en este caso al existir población en las localidades de Hualcán y Pariacaca se genera los residuos sólidos tanto del tipo orgánico, aprovechable y no aprovechables. Aguas más abajo encontramos otros barrios como Paccha, Uranhuay y obraje perteneciente al distrito de Acopampa, provincia de Carhuaz donde también se generan residuos sólidos domiciliarios.

Según lo menciona la encargada de la subunidad de manejo de residuos sólido de la municipalidad Provincial de Carhuaz, se hace la recolección de los residuos sólidos del tipo aprovechable y no aprovechable en las localidades de Hualcán y Pariacaca, mensualmente se recolecta aproximadamente doce (12) toneladas de residuos sólidos (MPC, 2019). Sin embargo, se observó que la población arroja los residuos sólidos al margen del río (Ver Figura 29 y 30), acequias y quebradas cercanas afectando así las aguas del río Chucchún.

Figura 29

Residuos Sólidos Domésticos en el Río Chucchún, Barrio de Obraje

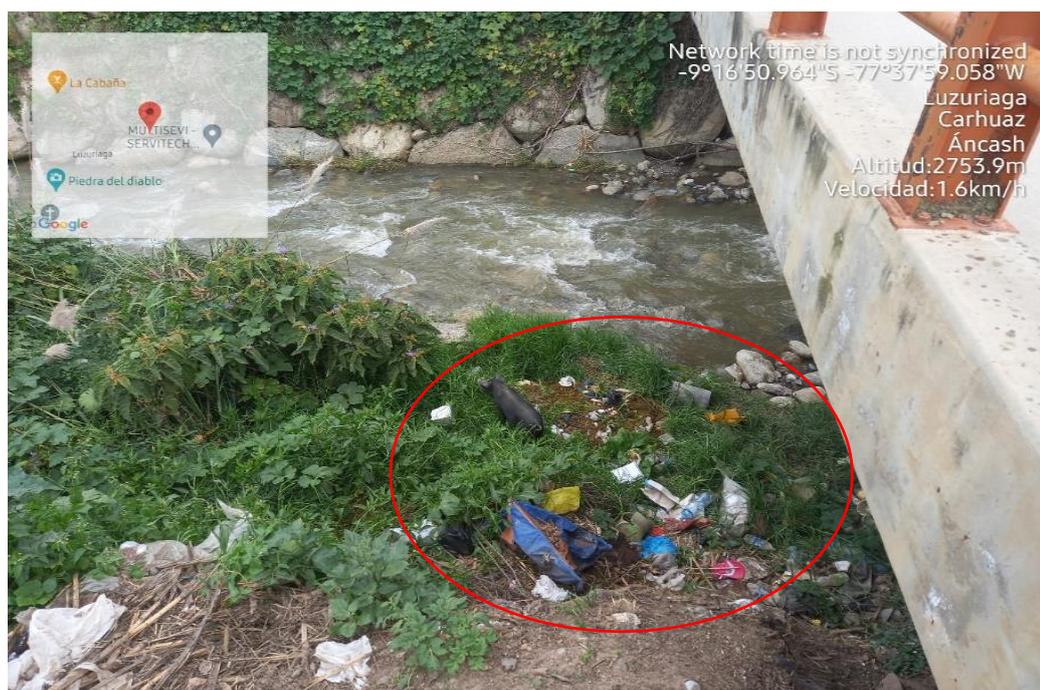


Figura 30
Residuos Sólidos Cerca al Puente Hualcán



4.1.5. Modificaciones al ecosistema

En la subcuenca se observa otras actividades como; la extracción de arena y piedras, el cual afecta el curso del agua, causan turbidez, modifica los márgenes y causa estancamiento del agua, dicha actividad se desarrolla entre el PP3 y el PP4. Cercano a los PP3 y PP5 se observó obras de construcción de defensa ribereña, donde se observa el agua detenida, en la Tabla 7 se muestra un resumen:

Tabla 7
Actividades Antropogénicas

ACTIVIDAD	PP1 3793	PP2 3583	PP3 3128	PP4 2970	PP5 2679
Ganadera (vacuno)	No	Si	No	No	No
Agrícola (papa y maíz)	No	No	Si	Si	Si
Urbana (RR. SS y AA. RR)	No	No	No	Si	Si
Modificaciones al ecosistema	No	No	No	Si	Si

4.2. Parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Chucchún

Para determinar las propiedades fisicoquímicas de las aguas del río Chucchún se tomaron muestras en cinco estaciones, estos se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8
Caracterización de las Aguas del Río Chucchún

Estación de muestreo	T (°C)		PH		OD (mg/L)		CE (uS/cm)	
	Lluv.	Estiaje	Lluv.	Estiaje	Lluv.	Estiaje	Lluv.	Estiaje
PP1	8.2	4.2	7.28	7.67	7.64	7.1	23.1	31.2
PP2	9.5	7.5	7.05	7.14	7.48	6.46	37.2	40.5
PP3	12.7	10.4	7.47	8.11	7.22	6.19	53.3	114.2
PP4	13.8	13.2	7.61	8.12	7.35	6.86	81.8	207
PP5	15.5	18.9	7.78	8.87	7.27	6.56	96.1	198.8

*En plomo se resaltan los valores que están fuera del ECA (Estándar de Calidad Ambiental).

La Tabla 8 nos muestra los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en la subcuenca. En la caracterización de las aguas del río Chucchún se asumió como referencia al Estándar de Calidad Ambiental (ECA). Las temperaturas registradas en las estaciones de muestreo se localizan dentro de los ECA. Con relación al pH todas las estaciones de muestreo se acercan a la neutralidad con excepción de la estación de monitoreo PP5 con un valor de 8.87 en época de estiaje, que representa un valor por encima del ECA con tendencia a la basicidad. En cuanto a la conductividad eléctrica todos los valores encontrados están por debajo de los ECA. Finalmente, en cuanto al oxígeno disuelto, los valores hallados se encuentran más arriba del valor mínimo indicado en el ECA agua, en las distintas estaciones de muestreo.

Adicionalmente tenemos en la Tabla 9 otros parámetros fisicoquímicos obtenidos en las cinco estaciones de monitoreo, estos parámetros fisicoquímicos (fósforo total y nitratos) se obtuvieron en el laboratorio de calidad ambiental de la Facultad de Ciencias del Ambiente (FCAM) de la UNASAM.

Tabla 9*Concentración de Fósforo Total y Nitratos en Aguas del Río Chucchún*

Estación de muestreo	Fósforo Total (mg/l PO ₄ ³⁻)		Nitrato (mg/l NO ₃ ⁻)	
	Lluvias	Estiaje	Lluvias	Estiaje
PP1	0.03	<0.01	< 1.0	<1.0
PP2	0.04	0.04	< 1.0	<1.0
PP3	0.04	0.02	< 1.0	<1.0
PP4	0.17*	0.06	< 1.0	<1.0
PP5	0.07	0.26*	< 1.0	1.6

* Valores de plomo que sobrepasan el ECA (Estándar de Calidad Ambiental, MINAM 2017).

Para caracterizar las aguas del río Chucchún se tomó como referencia el Estándar de Calidad Ambiental (ECA). De la Tabla 9 se puede ubicar que la concentración de fosforo total encontrado está dentro de los ECA, con excepción de PP4 que en época de lluvias el valor es de 0.17 mg/L y en el PP5 en época de estiaje el valor es de 0.26 mg/L los cuales sobrepasan los valores mínimos del ECA Categoría A1. Con relación a los nitratos los valores en las estaciones de muestreo no excedieron los rangos establecidos en el ECA.

4.3. Determinación del BMWP y EPT

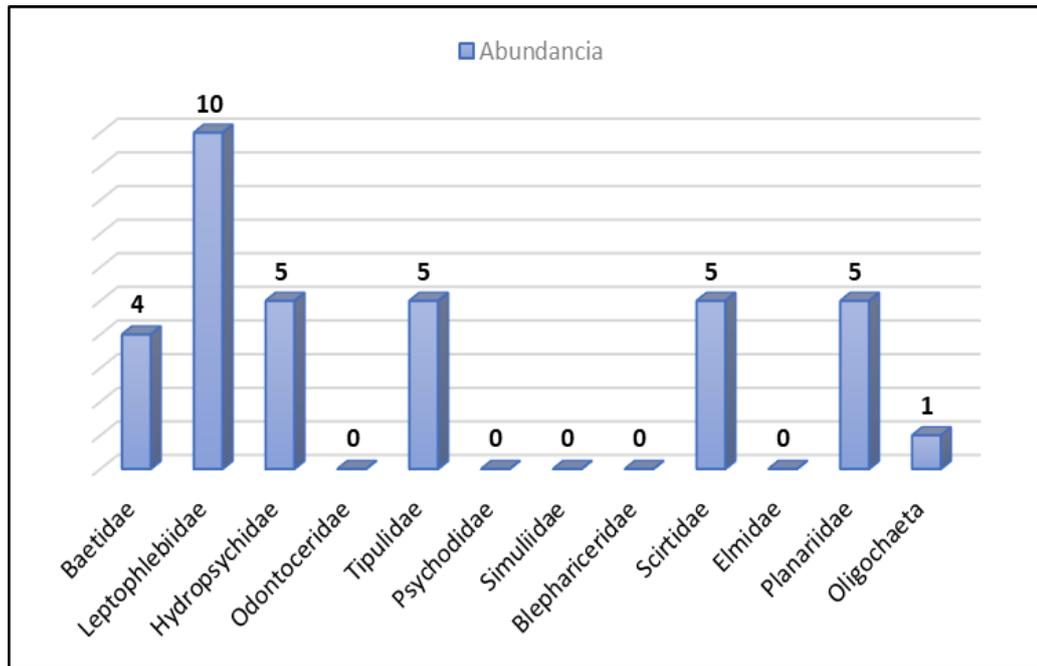
Para determinar la calidad del agua del río Chucchún se usaron los índices biológicos BMWP (numérico) y EPT (porcentual).

4.3.1. Biological Monitoring Working Party (BMWP)

Este índice considera a (84) familias de macroinvertebrados según Medina et al. (2008), de los cuales solo se identificaron a (12) familias a lo largo del río Chucchún en época lluviosa. A continuación, en la Figura 31 se muestra la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 1 (PP1).

Figura 31

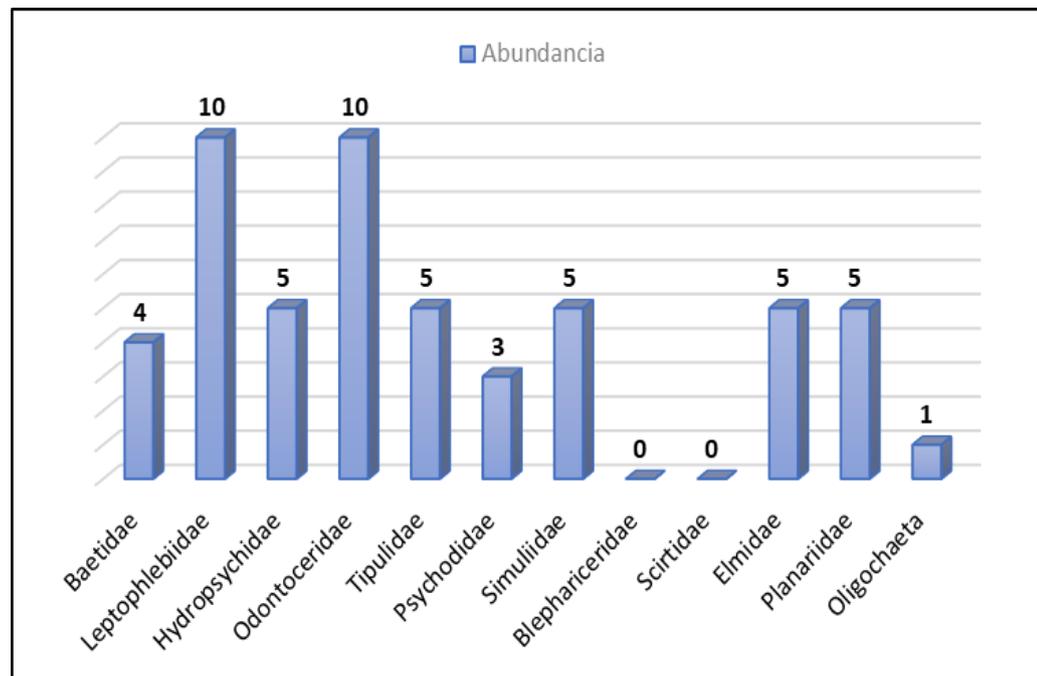
Abundancia de Macroinvertebrados en el Río a Media Cuesta (lluviosa)



En la Figura 32 se evidencia la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 2 (PP2).

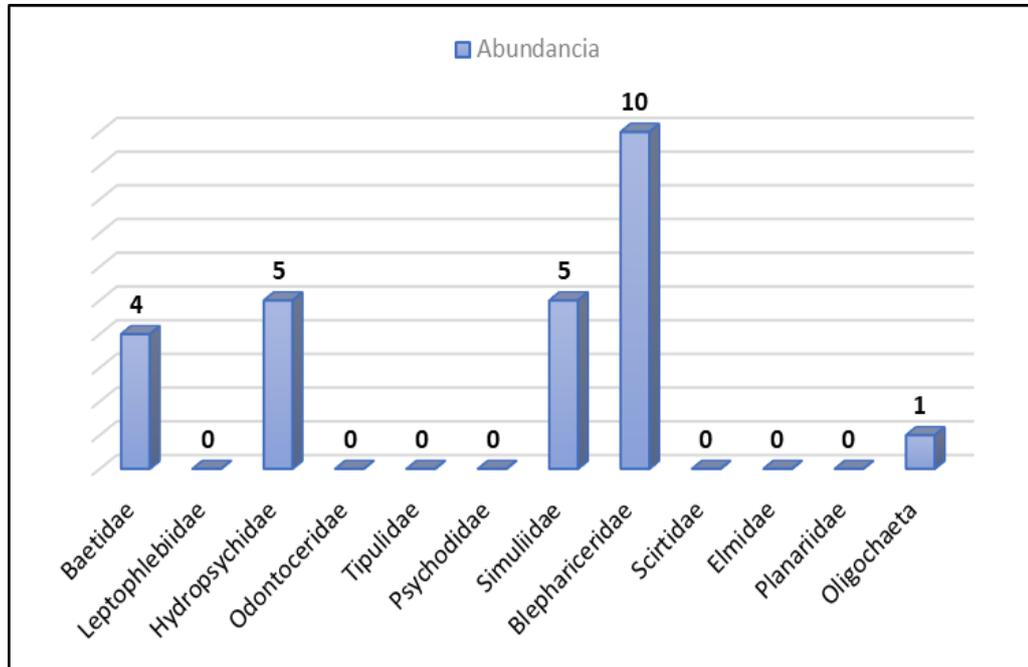
Figura 32

Abundancia de macroinvertebrados en el Humedal Shonquil (lluviosa)



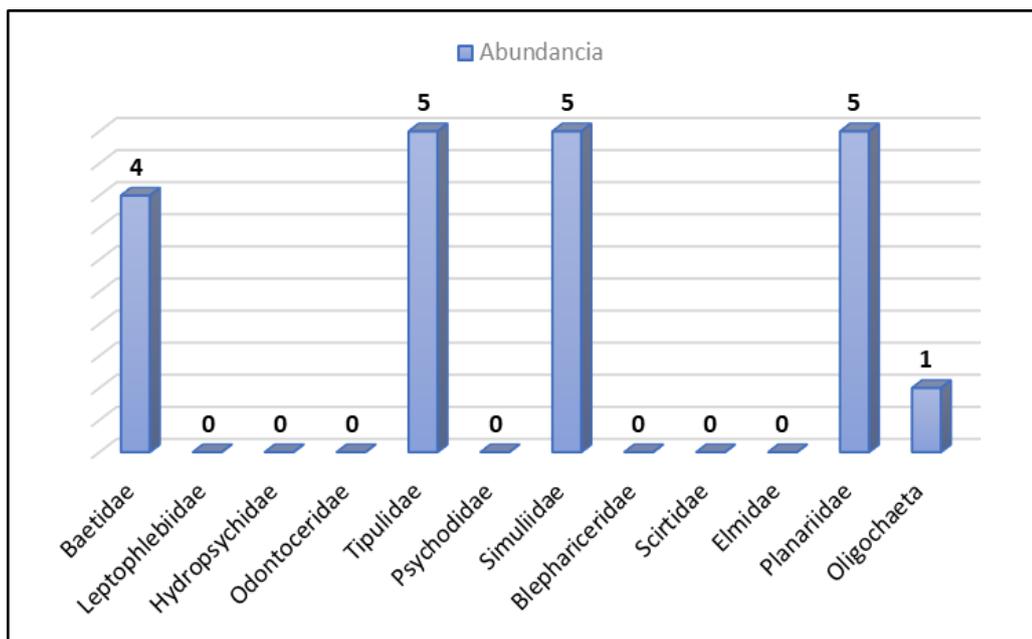
En la Figura 33 se evidencia la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 3 (PP3).

Figura 33
Abundancia de macroinvertebrados en la Ruta Shonquil (lluviosa)



En la Figura 34 se evidencia la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 4 (PP4).

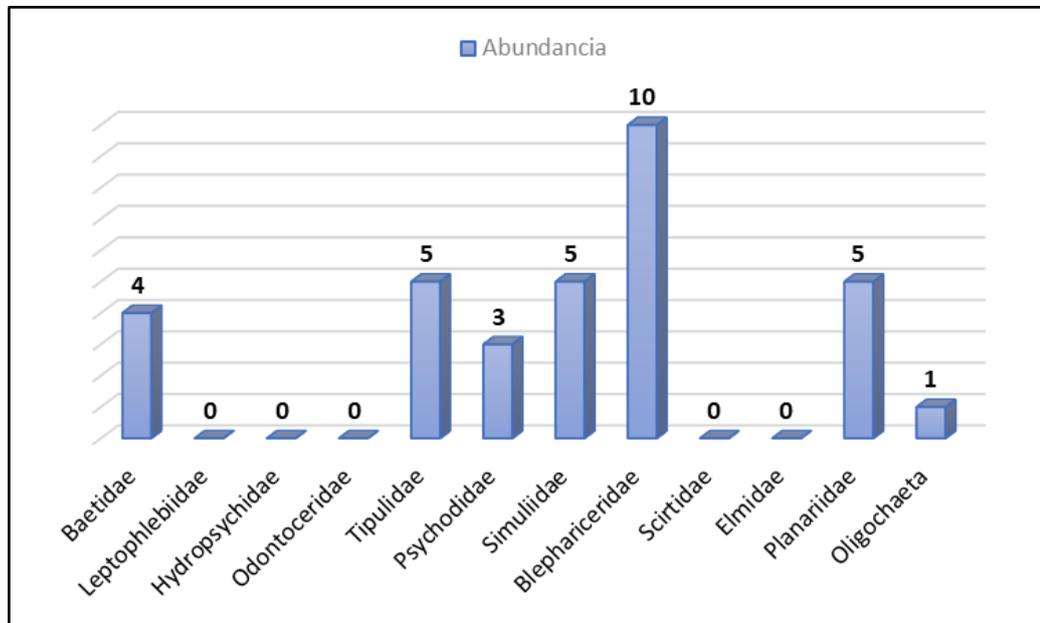
Figura 34
Abundancia de Macroinvertebrados en Hualcán (lluviosa)



En la Figura 36 se evidencia la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 5 (PP5).

Figura 35

Abundancia de Macroinvertebrados en Yanamarca (lluviosa)



Finalmente se alcanza a visualizar que la mayor abundancia relativa de familias de macroinvertebrados en época lluviosa se encontró en la estación PP2, seguida de la estación PP1 y PP5, la cantidad más baja de familias se encontró en las estaciones PP3 y PP4.

En la Tabla 10 se describe a las (12) familias de macroinvertebrados encontrados:

Tabla 10
Índice BMWP del Río Chucchún, en Época Lluviosa

ORDEN	FAMILIA	ESTACIONES DE MUESTREO, PERIODO DE LLUVIAS.									
		PP1		PP2		PP3		PP4		PP5	
		Abunda.	BMWP Perú	Abunda.	BMWP Perú	Abunda.	BMWP Perú	Abunda.	BMWP Perú	Abunda.	BMWP Perú
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	3	4	7	4	35	4	108	4	62	4
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	8	10	25	10	0	0	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	3	5	1	5	5	5	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Odontoceridae</i>	0	0	13	10	0	0	0	0	0	0
<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	1	5	2	5	0	0	2	5	2	5
<i>Diptera</i>	<i>Psychodidae</i>	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3
<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	0	0	4	5	1	5	37	5	51	5
<i>Diptera</i>	<i>Blephariceridae</i>	0	0	0	0	34	10	0	0	2	10
<i>Coleoptera</i>	<i>Scirtidae</i>	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
<i>Turbellaria</i>	<i>Planariidae</i>	11	5	2	5	0	0	1	5	6	5
<i>Oligochaeta</i>	<i>Oligochaeta</i>	6	1	1	1	3	1	2	1	2	1
Total		38		57		78		150		126	
Presencia relativa de familias		7/12		10/12		5/12		5/12		7/12	
Índice BMWP			35		53		25		20		33

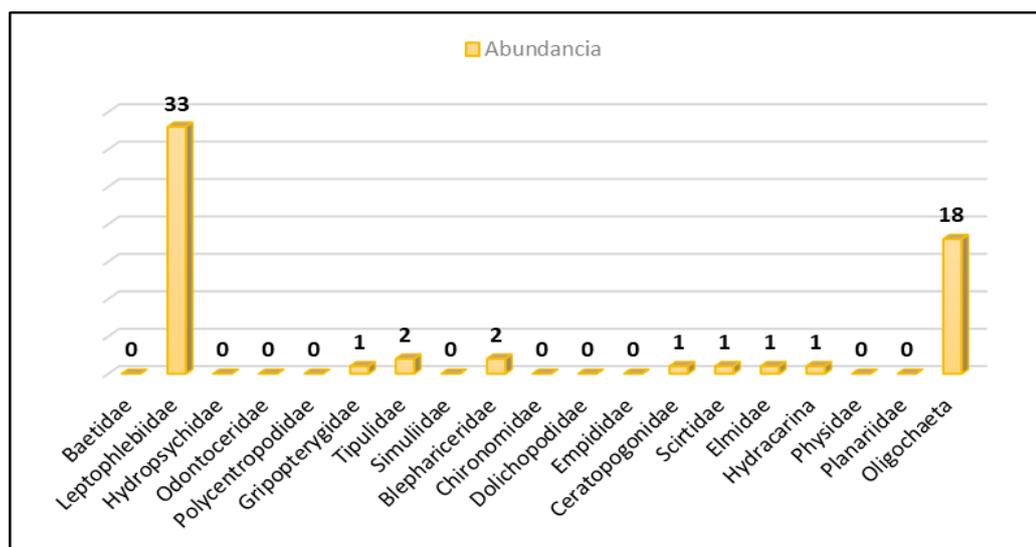
- PP1: Río a media cuesta / PP2: Humedal Shonquil - Zona ganadera / PP3: Ruta Shonquil – Hualcán / PP4: Hualcán – Pariacaca / PP5: Yanamarca.
- En **amarillo** se resaltan, las estaciones de muestreo que tienen una calidad biológica “regular”.
- En **naranja** se resaltan, las estaciones de muestreo que tienen una calidad biológica “mala”.

Según el grado de sensibilidad establecido por el índice BMWP de la Tabla 10 en cada estación de muestreo, se obtuvo que: La estación de muestreo PP1, tiene una calidad biológica “mala”, en PP2 tiene una calidad biológica “regular” y en PP3, PP4 y PP5 tienen una calidad biológica “mala”.

Del mismo modo se estimó la calidad biológica del río Chucchún en época de estiaje, y se encontraron a (19) de las (84) familias de macroinvertebrados propuestos por Medina et al. (2008).

A continuación, en la Figura 36 se evidencia la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 1 (PP1).

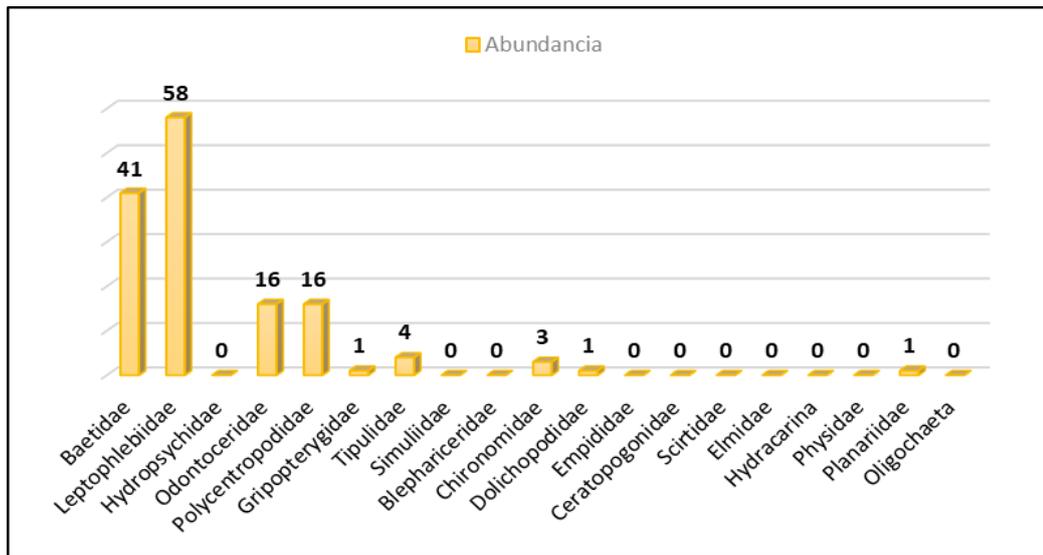
Figura 36
Abundancia de Macroinvertebrados en el Río a Media Cuesta (estiaje)



En la Figura 37 se evidencia la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 2 (PP2).

Figura 37

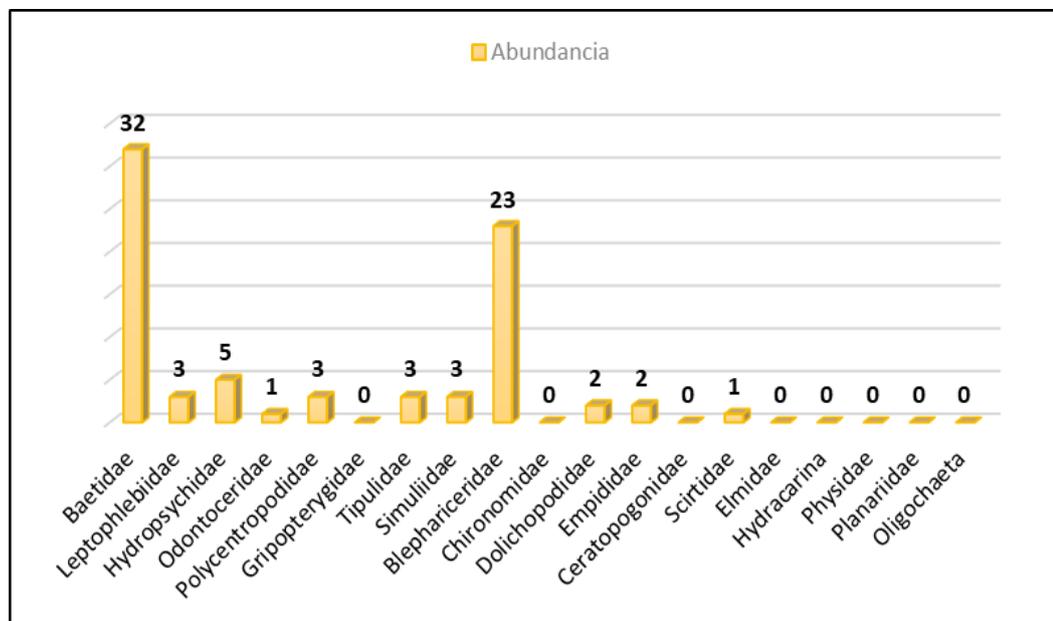
Abundancia de Macroinvertebrados en el Humedal Shonquil (estiaje)



En la Figura 38 se evidencia la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 3 (PP3).

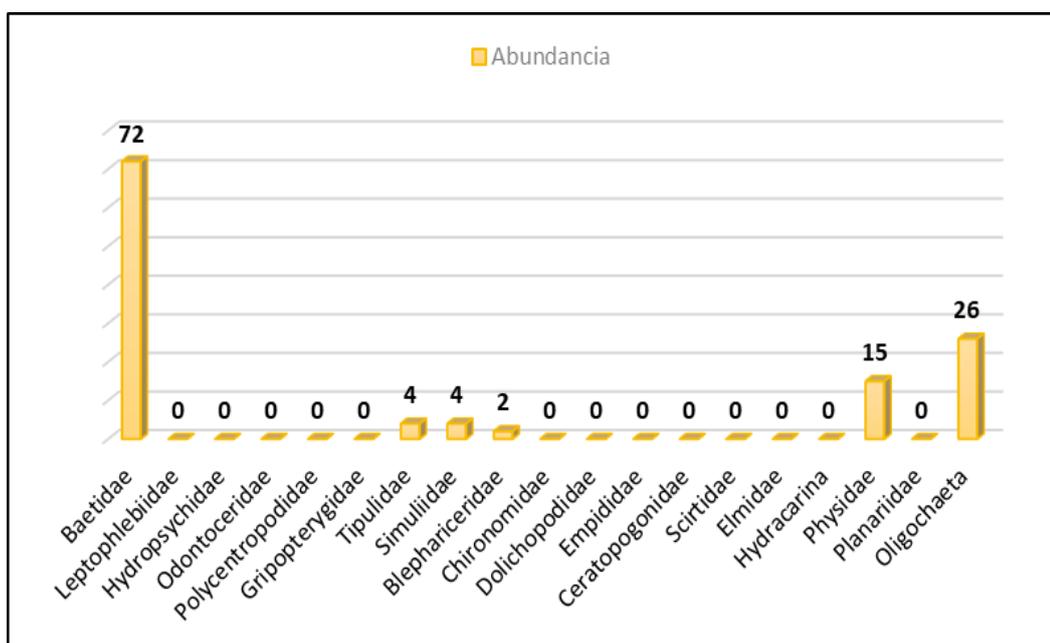
Figura 38

Abundancia de Macroinvertebrados en la Ruta Shonquil (estiaje)



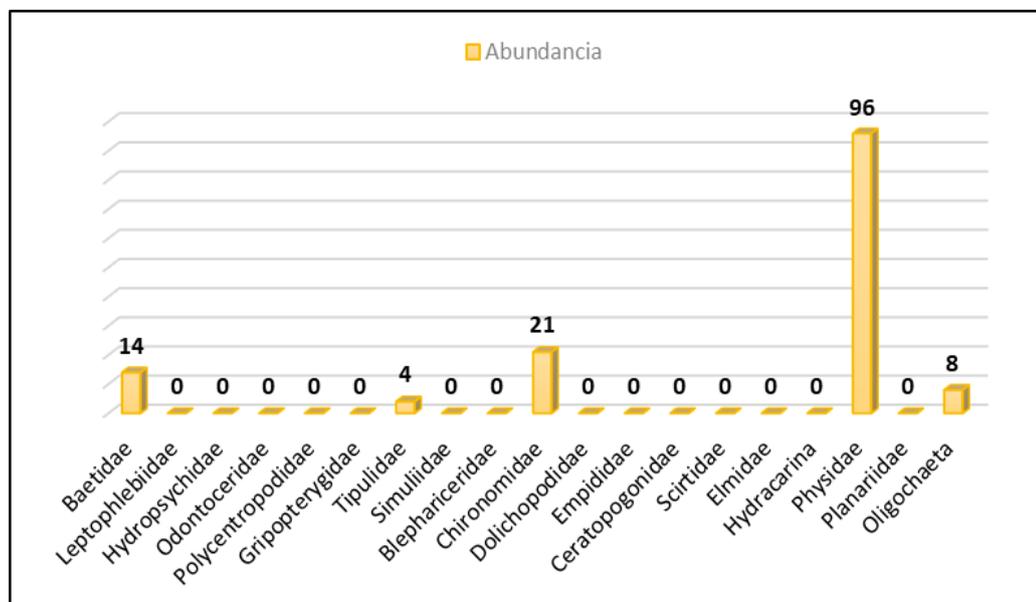
En la Figura 39 se evidencia la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 4 (PP4).

Figura 39
Abundancia de Macroinvertebrados en Hualcán (estiaje)



En la Figura 40 se evidencia la abundancia de las familias de macroinvertebrados presentes en la estación de muestreo 5 (PP5).

Figura 40
Abundancia de Macroinvertebrados en Yanamarca (estiaje)



Finalmente se puede observar que la mayor abundancia relativa de familias de macroinvertebrados en época estiaje se encontró en la estación PP3. En la Tabla 11 se describe a las (19) familias de macroinvertebrados encontrados:

Tabla 11

Índice BMWP del río Chucchún, en Época de Estiaje.

ORDEN	FAMILIA	ESTACIONES DE MUESTREO, PERIODO DE ESTIAJE.									
		PP1		PP2		PP3		PP4		PP5	
		Abunda.	BMWP Perú	Abunda.	BMWP Perú	Abunda.	BMWP Perú	Abunda.	BMWP Perú	Abunda.	BMWP Perú
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0	0	41	4	32	4	72	4	14	4
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	33	10	58	10	3	10	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Odontoceridae</i>	0	0	16	10	1	10	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Polycentropodidae</i>	0	0	16	8	3	8	0	0	0	0
<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0
<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	2	5	4	5	3	5	4	5	4	5
<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	0	0	0	0	3	5	4	5	0	0
<i>Diptera</i>	<i>Blephariceridae</i>	2	10	0	0	23	10	2	10	0	0
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	0	0	3	2	0	0	0	0	21	2
<i>Diptera</i>	<i>Dolichopodidae</i>	0	0	1	4	2	4	0	0	0	0
<i>Diptera</i>	<i>Empididae</i>	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0
<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coleoptera</i>	<i>Scirtidae</i>	1	5	0	0	1	5	0	0	0	0
<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acan</i>	<i>Hydracarina</i>	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	0	0	0	0	0	0	15	3	96	3
<i>Turbellaria</i>	<i>Planariidae</i>	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
<i>Oligochaeta</i>	<i>Oligochaeta</i>	18	1	0	0	0	0	26	1	8	1
Total		60		141		78		123		143	
Presencia relativa de familias		9/19		9/19		11/19		6/19		5/19	
Índice BMWP			54		54		70		28		15

- PP1: Río a media cuesta / PP2: Humedal Shonquil - Zona ganadera / PP3: Ruta Shonquil – Hualcán / PP4: Hualcán – Pariacaca / PP5: Yanamarca.
- En verde se resaltan, las estaciones de muestreo que tienen una calidad biológica “aceptable”.
- En amarillo se resaltan, las estaciones de muestreo que tienen una calidad biológica “regular”.
- En naranja se resaltan, las estaciones de muestreo que tienen una calidad biológica “mala”.
- En rojo se resaltan, las estaciones de muestreo que tienen una calidad biológica “pésima”.

Según el grado de sensibilidad establecido por el índice BMWP de la Tabla 11 en cada estación de muestreo, se obtuvo que: La estación de muestreo PP1 y PP2 poseen una calidad biológica “regular”; la estación de muestreo PP3 posee una calidad “aceptable”; en la estación de muestreo PP4 es “mala” y en la estación de muestreo PP5 el agua presenta una calidad biológica “pésima”.

4.3.2. Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT)

En la Tabla 12 se indica, la clasificación de calidad del agua utilizando el índice EPT en época lluviosa (medido en el mes de mayo), las estaciones de muestreo PP1 y PP5 tienen un EPT de 37% y 49% respectivamente, en ambos casos el agua tiene una calidad “regular”, mientras que en la estación de muestreo PP2 el agua presenta un EPT de 81% que indica que es agua “muy buena” y las estaciones PP3 y PP4 presentan un EPT de 51% y 72%, en ambos casos el agua es de calidad “buena”.

Tabla 12

Índice EPT de las Aguas del Río Chucchún, en Época Lluviosa.

ORDEN	FAMILIA	ESTACIONES DE MUESTREO EN PERIODO LLUVIOSO									
		PP1		PP2		PP3		PP4		PP5	
		Abunda.	EPT	Abunda.	EPT	Abunda.	EPT	Abunda.	EPT	Abunda.	EPT
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	3	3	7	7	35	35	108	108	62	62
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	8	8	25	25	0	0	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	3	3	1	1	5	5	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Odontoceridae</i>	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0
<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	1	0	2	0	0	0	2	0	2	0
<i>Diptera</i>	<i>Psychodidae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	0	0	4	0	1	0	37	0	51	0
<i>Diptera</i>	<i>Blephariceridae</i>	0	0	0	0	34	0	0	0	2	0
<i>Coleoptera</i>	<i>Scirtidae</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turbellaria</i>	<i>Planariidae</i>	11	0	2	0	0	0	1	0	6	0
<i>Oligochaeta</i>	<i>Oligochaeta</i>	6	0	1	0	3	0	2	0	2	0
Total		38		57		78		150		126	
Índice EPT		37 %		81%		51%		72%		49%	

* PP1: Río a media cuesta / PP2: Humedal Shonquil - Zona ganadera / PP3: Ruta Shonquil – Hualcán / PP4: Hualcán – Pariacaca / PP5: Yanamarca.

Según el grado de sensibilidad establecido por el índice EPT de la Tabla 3 junto a los valores resultantes de la Tabla 12, se obtuvo que: En las estaciones de muestreo PP1 y PP5 el río posee una calidad de agua “regular” resultando así en agua de clase 3, mientras que las estaciones PP3 y PP4 el agua del río Chucchún posee una calidad “buena” y es de clase 2, finalmente la estación de muestreo PP2 obtuvo un EPT dentro del rango de agua “muy buena” y de clase 1.

Por otra parte, en la Tabla 13 se presenta, la categorización de la calidad del agua en época de estiaje (medido en agosto), las estaciones de muestreo PP1, PP3 y PP4 presentan un EPT de 57%, 56% y 59% respectivamente, en conjunto estas estaciones de muestreo poseen una calidad de agua “buena”, mientras que la estación PP2 presenta un EPT de 94% que indica que el agua del río Chucchún en esta estación es “muy buena” y finalmente se tiene la estación de muestreo PP5 con un EPT de 10% que presenta una calidad de agua “mala”.

Tabla 13

Índice EPT del Río Chucchún, en Época de Estiaje.

ORDEN	FAMILIA	ESTACIONES DE MUESTREO EN PERIODO DE ESTIAJE									
		PP1		PP2		PP3		PP4		PP5	
		Abunda.	EPT	Abunda.	EPT	Abunda.	EPT	Abunda.	EPT	Abunda.	EPT
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0	0	41	41	32	32	72	72	14	14
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	33	33	58	58	3	3	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Odontoceridae</i>	0	0	16	16	1	1	0	0	0	0
<i>Trichoptera</i>	<i>Polycentropodidae</i>	0	0	16	16	3	3	0	0	0	0
<i>Plecóptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Díptera</i>	<i>Tipulidae</i>	2	0	4	0	3	0	4	0	4	0
<i>Díptera</i>	<i>Simuliidae</i>	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0
<i>Díptera</i>	<i>Blephariceridae</i>	2	0	0	0	23	0	2	0	0	0
<i>Díptera</i>	<i>Chironomidae</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	21	0
<i>Díptera</i>	<i>Dolichopodidae</i>	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
<i>Díptera</i>	<i>Empididae</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Díptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coleóptera</i>	<i>Scirtidae</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Coleóptera</i>	<i>Elmidae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acan</i>	<i>Hydracarina</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	0	0	0	0	0	0	15	0	96	0
<i>Turbellaria</i>	<i>Planariidae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oligochaeta</i>	<i>Oligochaeta</i>	18	0	0	0	0	0	26	0	8	0
Total		60		141		78		123		143	
Índice EPT - estiaje		57%		94%		56%		59%		10%	

* PP1: Río a media cuesta / PP2: Humedal Shonquil - Zona ganadera / PP3: Ruta Shonquil – Hualcán / PP4: Hualcán – Pariacaca / PP5: Yanamarca.



Según el grado de sensibilidad establecido por el índice EPT de la Tabla 3 junto a los valores resultantes de la Tabla 13, se obtuvo que: En las estaciones de muestreo PP1, PP3 y PP4 el río Chucchún posee una calidad de agua “buena” y resultando en agua de clase 2, por otra parte, la estación de muestreo PP2 tiene una calidad de agua “muy buena” y pertenece a la clase 1, finalmente la estación de muestreo PP5 tiene una calidad “mala” de agua y es parte de la clase 4.

4.4. Comparación de las actividades antrópicas, el BMWP y EPT

Con el fin de contrastar la calidad de agua del río Chucchún se utilizó el índice biológico BMWP y EPT, en la Tabla 14 se puede visualizar como se comparan ambos índices, tanto en la época lluviosa, como en la época de estiaje. En esta matriz se puede observar también las actividades antrópicas que el hombre desarrolla en los alrededores del río Chucchún.

Tabla 14
Calidad del agua y Actividades Antrópicas Desarrolladas en el Río Chucchún

CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHUCCHÚN								
PP	Lluvia				Estiaje			
	BMWP	Calidad - BMWP	EPT	Calidad - EPT	BMWP	Calidad - BMWP	EPT	Calidad - EPT
PP1	35	Agua muy contaminada	37%	Regular	54	Agua contaminada	57%	Buena
PP2	53	Agua contaminada	81%	Muy buena	54	Agua contaminada	94%	Muy buena
PP3	25	Agua muy contaminada	51%	Buena	70	Agua con signos de estrés	56%	Buena
PP4	20	Agua muy contaminada	72%	Buena	28	Agua muy contaminada	59%	Buena
PP5	33	Agua muy contaminada	49%	Regular	15	Agua extremadamente contaminada	10%	Mala

ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS				
PP	Ganadería (Vacuno)	Agricultura (papa y maíz)	Urbano (RR. SS y AA. RR)	Modificaciones del ecosistema
PP1	No	No	No	No
PP2	Si	No	No	No
PP3	No	Si	No	No
PP4	No	Si	Si	Si
PP5	No	Si	Si	Si

PP* = Puntos de muestreo.



De la Tabla 14 se sustenta que: El índice BMWP en época lluviosa, en la estación de monitoreo PP1 fue de 35, que nos indica que el río en ese tramo está compuesto por “aguas muy contaminadas”, sin embargo, no se identificó ninguna actividad antrópica que influya en la calidad del agua, sino que se debe a la presencia natural de metales tóxicos como hierro y plomo en el lecho de las rocas tal como señala el informe llevado a cabo por Palomino (2014). En cuanto a la estación de monitoreo PP2 se tuvo un BMWP = 53, el cual indica que el río en dicho tramo está compuesto por “aguas contaminadas”, además se identificó que solo se desarrolla la ganadería como actividad antropogénica en los alrededores de dicha estación. La estación PP3 arrojó un BMWP = 25, que nos dice que el río en ese tramo presenta “aguas muy contaminadas”, esta calidad del agua se origina por las grandes extensiones de cultivo que existen en dicha estación y que dan paso al uso masivo de agroquímicos por parte de los agricultores, siendo esta la única actividad antrópica identificada en esta estación de monitoreo. Para la estación de muestreo PP4 se tiene un BMWP = 20, que indica que el río Chucchún presenta “aguas muy contaminadas”, en esta estación se observó la mayor cantidad de actividades antrópicas, tales como: Agrícolas, urbanas, y modificaciones del ecosistema, esto se evidencia en que, es la estación con menor calidad biológica. Para la estación PP5 se obtuvo un BMWP = 33, que clasifica al tramo del río Chucchún como “agua muy contaminada”, en esta estación se identificaron las mismas actividades antrópicas de la estación de monitoreo PP4, las cuales justifican la mala calidad del agua que se encontró.

En el caso del índice EPT en época lluviosa se encontró que: La estación de muestreo PP1 arrojó un EPT = 37% que califica al río con una calidad de agua de clase 3 “regular”, al ser la misma estación de monitoreo tampoco se observó ninguna actividad antrópica.

Para la estación de muestreo PP2 se determinó un EPT = 81% que clasifica al agua del río Chucchún con calidad de agua de clase 1 “muy buena”, como actividad antrópica se identificó a la ganadería. En la estación de muestreo PP3 se obtuvo un EPT = 51% que clasifica al agua del río como un agua de clase 2 “buena”, en esta estación solo se desarrolla la agricultura como actividad antrópica. Para la estación de muestreo PP4 se determinó un EPT = 72%, este índice clasifica al agua del río como agua de clase 2 “buena”, pero a diferencia de la anterior en esta estación se desarrollan actividades agrícolas, urbanas y de modificación al ecosistema como actividades antrópicas. Para la estación PP5 se determinó un EPT = 49, el cual califica al agua de este tramo como clase 3 “regular”, además se identificó para esta estación las mismas actividades que la estación de muestreo PP4.

Con los resultados de la Tabla 7 construimos la Tabla 15, donde se estableció el nivel de influencia antrópica (alta, media o baja); según la cantidad de actividades antrópicas que se desarrollan cerca de las estaciones de muestreo estudiadas.

Tabla 15

Nivele de Influencia Antrópica

Influencia Antrópica	Actividades Antrópicas (AA)	Actividades Antrópicas
Alta	Mayor o igual a cuatro actividades antrópicas desarrolladas cercanas a la estación de muestreo.	≥ 4 AA
Media	Mayor o igual a dos actividades antrópicas desarrolladas cercanas a la estación de muestreo	≥ 2 AA
Baja	Menor a dos actividades antrópicas desarrolladas cercanas a la estación de muestreo.	< 2 AA

PP* = Puntos de muestreo.

A continuación, la Tabla 16 nos muestra la influencia antrópica con el índice BMWP en los cinco puntos de monitoreo en épocas de lluvia.

Tabla 16*Influencia Antrópica e Índice BMWP del Río Chucchún, en Lluvias*

PP	Actividades antrópicas	Influencia Antrópica	Índice BMWP
PP1	Sin actividad	Baja	35
PP2	Ganadería	Baja	53
PP3	Agricultura	Baja	25
PP4	Agricultura, actividad urbana y modificaciones al ecosistema.	Media	20
PP5	Agricultura, actividad urbana y modificaciones al ecosistema.	Media	33

PP* = Puntos de muestreo.

De la Tabla 16, en PP1 la influencia antrópica es baja (no se encontró actividad cercana) y tenemos un BMWP de 35, en PP2 la influencia antrópica en baja y el BMWP es de 53, este índice se incrementa debido a la existencia de los bofedales que están antes de la estación de muestreo los que hacen que la calidad del agua mejore, en el PP3 la influencia antrópica es baja y el BMWP es de 25, en el PP4 la influencia es media y el BMWP es de 20, por último, en el PP5 la influencia es media y el BMWP es de 33. Entonces, diremos que cuando la influencia antrópica es baja los valores del índice BMWP son más altos que cuando la influencia antrópica es de nivel medio.

Finalmente, en la Tabla 17 observamos la influencia antrópica con el índice BMWP en los cinco puntos de monitoreo en épocas de estiaje.

Tabla 17*Influencia Antrópica e Índice BMWP del Río Chucchún, en Estiaje*

PP	Actividades antrópicas	Influencia Antrópica	Índice BMWP
PP1	Sin actividad	Baja	54
PP2	Ganadería	Baja	54
PP3	Agricultura	Baja	70
PP4	Agricultura, actividad urbana y modificaciones al ecosistema.	Media	28
PP5	Agricultura, actividad urbana y modificaciones al ecosistema.	Media	15

PP* = Puntos de muestreo.

En la Tabla 17 observamos que, en época de estiaje, en el PP1 la influencia es baja y el BMWP es de 54, en el PP2 la influencia es baja y el BMWP es de 54, en el PP3 la influencia es baja y el BMWP es de 70 esto debido a que en tiempos de estiaje la actividad agrícola disminuye por ello disminuye los restos de agroquímicos, en el PP4 la influencia es media y el BMWP es de 28 y en el PP5 la influencia es media y el BMWP es de 15. Así se observa que, cuando la influencia antrópica es baja los índices BMWP son más altos respecto a los índices BMWP cuando la influencia antrópica es media.

Entonces de la Tabla 16 y 17 podemos inferir que, mientras la influencia antrópica aumenta el índice BMWP disminuye y viceversa, obteniendo así una relación inversamente proporcional.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En cuanto a las actividades antrópicas resalta la agricultura (familiar, comercial), ganadería (extensiva, intensiva) y actividad urbana (residuos sólidos, descarga de aguas residuales); tales actividades son también descritas por Navarro (2019), quien además destaca nuevas construcciones de casas, la edificación de pequeños diques y trasvases, la quema y tala de la vegetación ribereña. Además, concuerda con lo mencionado por el Ministerio de Agricultura y Riego que menciona que la agricultura y la ganadería son las principales actividades que se desarrollan en la sierra del Perú.

La temperatura, la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto se encontraron dentro de los ECA, sin embargo, podemos ver una ligera disminución de este último en época de estiaje, debido a la disminución del caudal del río y posiblemente al aporte de materia orgánica proveniente de las actividades que se desarrollan cerca de las estaciones de muestreo. Nuestros resultados coinciden con Huerta (2021) el oxígeno disuelto por debajo de lo establecido por los ECA en un punto de muestreo. Además, Sierra (2011) menciona que los consumidores más importantes de OD son la oxidación de materia orgánica y la oxidación de material nitrogenado.

El parámetro pH en época de lluvias vario entre 7.05 y 7.78 y en épocas de estiaje entre 7.14 y 8.87 en la mayoría de las estaciones los valores se encuentran dentro de los

ECA, solo en el punto PP5 en épocas de estiaje se encontró un valor de 8.87 que supera los ECA, esto debido a lo manifestado por Sierra (2011), que indica que el agua será más alcalina debido a la presencia de sustancias básicas en el agua, principalmente sales de ácidos débiles o bases fuertes.

El fósforo en época de lluvias en el punto PP4 y en época de estiaje en el PP5 superaron los ECA y en cuanto a los nitratos el valor máximo detectado fue 1.6 mg/L en el punto PP5 en época de estiaje, los cuales evidencian carga orgánica en los puntos PP4 y PP5. Esto concuerda con lo encontrado por Huerta (2021), quien halló el valor del fósforo por encima de lo establecido en los ECA y el valor máximo de nitrato fue de 4.8 mg/L en Acopampa y Huranguay. El resultado también concuerda con lo encontrado por Palomino (2014) el cual encuentra niveles detectables de nitrato en obraje. Además, también concuerda con lo encontrado por Calla (2019) quien encontró valores de fósforo que superan los ECA y los valores más altos de nitrato en los puntos perteneciente a la zona urbana y periurbana del río Mashcón. Finalmente, Sierra (2011) refiere que concentraciones más altas de nutrientes nos indicarían que existe contaminación de origen orgánico por descarga de agua residual doméstica, industrial o arrastre de fertilizantes.

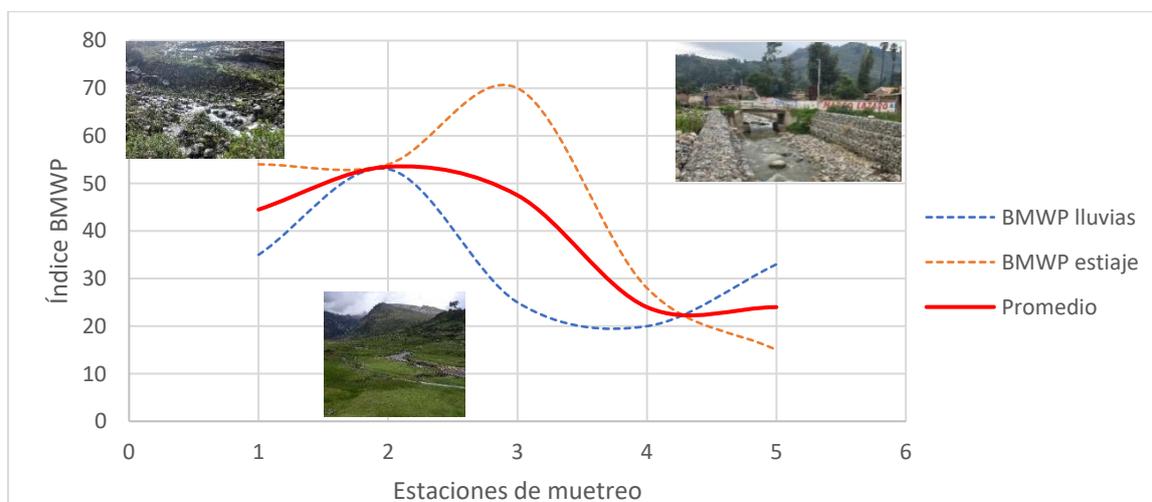
En cuanto a los macroinvertebrados encontrados; en la zona alta de la subcuenca (PP1), encontramos mayor abundancia del orden *Ephemeroptera* (*Leptophlebiidae*) el que según Roldan (1996) viven en aguas corrientes, bien oxigenadas y limpias. En la zona media de la subcuenca (PP2 y PP3), encontramos la mayor abundancia en las ordenes de *Ephemeroptera* (*Baetidae* y *Leptophlebiidae*) y *Díptera* (*Blephariceridae*) los que según Roldan (2012) habitan zonas con mucha corriente con sustrato pedregoso y en aguas poco contaminadas y aguas limpias, finalmente la parte baja de la subcuenca (PP4 y PP5) encontramos la mayor abundancia en las ordenes *Ephemeroptera* (*Baetidae*) y *Basommatophora* (*Physidae*) los que según Roldan (2012) habitan aguas poco

contaminadas y aguas contaminadas. Esto concuerda con lo encontrado por Guzmán (2021) en el río Yura el que indica que en el punto sin intervención antrópica encontró familias de aguas limpias (*Lymnaeidae*) y medianamente contaminadas a diferencia del punto donde existe influencia antrópica donde encontró familias indicadoras de aguas muy contaminadas (*Planariidae*).

Los valores del índice BMWP en época lluviosa varia de 20 a 53 obteniendo una calificación de “agua muy contaminada” y “agua contaminada” respectivamente, mientras que en tiempo de estiaje este índice vario de 15 a 70 clasificándose como “agua extremadamente contaminada” a “agua con signos de estrés” respectivamente. Los valores promedio del índice BMWP entre época de lluvias y estiaje son: en PP1 de 45 (regular) donde no existe mayor actividad antropogénica que afecte la calidad del agua, en PP2 de 54 (regular), en PP3 de 48 (regular) ambos puntos donde las calidad del agua es cambiante debido a las actividades antropogénicas que se desarrollan y por último en PP4 de 24 (mala), y en PP5 de 24 (mala) ambos son puntos de calidad de agua mala, consecuencia del desarrollo de más actividades antrópicas, los valores de nutriente altos en estos puntos también evidencias el deterioro de la calidad del agua. En la Figura 41 observamos que el Índice BMWP es mayor en el primer punto, luego en el segundo y tercer punto se incrementa o desciende según la época del año y en los últimos puntos encontramos que el índice disminuye, encontrando una calidad mala.

Figura 41

Valores Promedio de Índices BMWP



Los valores de BMWP concuerdan con lo encontrado por Palomino (2014) que en la parte alta encuentra una calidad de agua “regular”, en el humedal Shonquil encuentra una calidad de agua “regular y en la parte baja de la subcuenca encuentra una calidad de agua “mala”. Además, concuerda con Navarro (2019) que evaluó el río Pollo, encontrado una calidad de agua buena en los primeros puntos de muestreo y en el último punto encontró una calidad “mala”, en este último se encontró mayor cantidad de contaminantes y nutrientes procedentes de la actividad agrícola y el vertido de aguas residuales.

En cuanto al índice EPT se obtuvo un valor promedio en el PP1 de 47% el que indica una calidad de agua “regular”, en PP2 de 88% y de calidad “muy buena”, en PP3 de 54% y de calidad “buena”, en PP4 de 66% y de calidad “buena” y en PP5 de 30% y de calidad “regular”. Entonces diremos que la calidad del agua varía según el desarrollo de actividades antrópicas. Este escenario es parecido a lo encontrado por Ramírez et al. (2018) quien obtuvo un EPT con una calificación deficiente en quebradas con influencia directa de la ganadería, sin bosques y calificación buena en zonas ganaderas donde existe cobertura del bosque ribereño.

Se confrontó tanto el índice BMWP Y EPT con las actividades antropogénicas más relevantes en cinco estaciones de muestreo y se encontró que el índice BMWP en

época lluviosa varía de 20 a 53 obteniendo una calificación de “agua muy contaminada” y “agua contaminada” respectivamente, mientras que en tiempo de estiaje este índice varía de 15 a 70 clasificándose como “agua extremadamente contaminada” a “agua con signos de estrés” respectivamente; en el caso del índice EPT en época lluviosa, varía de 37% a 81% calificando a las aguas del río Chucchún como “agua regular de clase 3” a “agua muy buena de clase 1, por otro lado en época de estiaje el índice EPT varía de 10% a 94% con lo que se califica a las aguas del río Chucchún como “agua mala de clase 4” y “agua muy buena de clase 1”; además las actividades antrópicas solo se desarrollaron en las siguientes estaciones: agricultura (PP3, PP4 y PP5), ganadería (PP2), actividad urbana (PP4 y PP5) y modificaciones del ecosistema (PP4 y PP5). Estos resultados nos manifiestan que los puntos que se encuentran en la parte alta y media de la subcuenca, donde existe menor actividad antrópica, la calidad del agua varía entre regular y mala respectivamente y en la parte baja de la subcuenca donde se concentran las actividades antrópicas varía entre mala y pésima.

De la comparación de la influencia antrópica y el índice BMWP en época de lluvias y estiaje, podemos decir que la influencia de la actividad antrópica es inversamente proporcional al índice BMWP, que nos indica que mientras mayores actividades antrópicas se realicen, menor será el índice BMWP, este resultado es similar con lo que Navarro (2019) encontró en el río Pollo, en el punto 1 (punto más alejado de la ciudad, con menor intervención antrópica) se encontró una calidad de agua “buena”, el punto 2 (parte media de la cuenca) se encontró una calidad de agua “buena” y en el punto 3 (donde se desarrollan diversas actividades antrópicas) la calidad del agua encontrada fue deficiente, esto en el primer muestreo. En el segundo muestreo realizado los resultados fueron similares en el punto 1 una calidad buena, en el punto 2 no se encontró agua y en el punto 3 la calidad fue pésima.

Del mismo modo Cabe resaltar a Guzmán (2021) quien valoró el efecto de la actividad antrópica en la calidad del agua del río Yura en dos puntos, el punto A (sin actividad antrópica) y el punto B (con actividad antrópica), donde encontró un BMWP de 63 en el punto A y un BMWP de 53 en el punto B, encontrando así que el índice es menor cuando existen las actividades antrópicas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se determinó que la actividad antrópica ejerce una influencia inversamente proporcional al índice BMWP, mientras se desarrollen más actividades antrópicas (influencia antrópica alta) menor será el índice biológico BMWP el cual nos indicará una menor calidad de las aguas mientras que al desarrollarse menos actividades antrópicas (influencia antrópica baja) mayor será el índice biológico BMWP el cual nos indicará una mejor calidad de las aguas.
- Se caracterizaron las siguientes actividades antrópicas: La agricultura (tanto familiar como comercial) en ambos tipos se usan como agroquímicos fertilizantes y plaguicidas (herbicidas), desarrollándose a lo largo de 3397.8 hectáreas de superficie agrícola en la subcuenca Chucchún; la ganadería (tanto extensiva como intensiva) en ambos tipos se encontró ganado vacuno, ganado ovino, y ganado porcino, además de gallinas, cuyes, conejos y otros afines en cantidades menores; la actividad urbana, la cual está definida por la cantidad de residuos sólidos que se genera (aproximadamente 12 toneladas entre las localidades de Hualcán y Pariacaca) y la descarga de aguas residuales domésticas las cuales se dirigen a sequias cercanas que llegan al río



Chucchún, las localidades que cuentan con una red de desagües son Hualcán, Coyrosho, Chacacucho, Cajon, Ranra, Paccha y Puncullaca.

- Las aguas del río Chucchún para las variables temperatura (promedio de 11.94 °C en lluvias y 10.84°C en estiaje), oxígeno disuelto (promedio de 7.39 mg/l en lluvias y 6.63 mg/l en estiaje) y conductividad eléctrica (promedio de 58.3 uS/cm en lluvias y 118.34 uS/cm en estiaje) están dentro de los ECA; sin embargo, la estación PP5 muestra un valor de pH 8.87, que supera el ECA.
- Las aguas del río Chucchún para el nitrato están dentro de los ECA; sin embargo, en la estación PP4 para el periodo lluvioso el valor de fosfato es 0.17 mg/L, y la estación PP5 para el periodo de estiaje presenta 0.26 mg/L de fosfato, valores que superan los ECA.
- La calidad del agua determinada con el índice BMWP varía entre mala y regular en época de lluvias y entre pésima y regular en época seca. Al promediar, la estación PP1 cuenta con una calidad regular, la estación PP2 y PP3 con una calidad regular, y la estación PP4 y PP5 con una calidad mala. En cuanto al índice EPT en PP1 la calidad es regular, en PP2 es muy buena, en PP3 es buena, en PP4 es buena y en PP5 es regular.
- Se compararon los índices biológicos BMWP y EPT con las actividades antrópicas más relevantes en las cinco estaciones de monitoreo y se encontró que los BMWP más bajos en época de lluvias fueron de 25 (PP3), 20 (PP4) y 33 (PP5) calificadas las tres como aguas de calidad biológica “mala”; donde se encuentran concentradas las actividades antrópicas (agricultura, actividad urbana y modificaciones al ecosistema), en el caso del EPT los más bajos fueron 37% (PP1) y 49% (PP5) calificando a las aguas del río Chucchún en ambos casos como “agua regular” y el EPT más alto fue de 81% (PP2); en época de estiaje se obtuvo los BMWP más bajos de 28 (PP4) y 15 (PP5) clasificando las aguas de calidad biológica “mala” y “pésima” respectivamente; estos

dos últimos puntos presentan actividades antrópicas concentradas (agricultura, actividad urbana y modificaciones al ecosistema), por otro lado el índice EPT más bajo fue de 10% (PP5) calificando al agua de calidad “mala”, finalmente el EPT más alto fue 94 % manteniéndose en PP2.

- Existe una influencia diferenciada de la actividad antrópica, en función a la altitud en la subcuenca de Chucchún; ganadería no estabulada y agricultura con agroquímicos en la parte media y aguas residuales domésticas y residuos sólidos que perturban la calidad del agua en la parte baja, evidenciable en las alteraciones de los índices BMWP y EPT.

6.2. Recomendaciones

- Se debe impulsar una educación ambiental en el distrito de Carhuaz para que sus habitantes comprendan la importancia del ecosistema local y cómo sus acciones pueden afectar el medio ambiente. Además, esta puede ser una herramienta para fomentar la participación ciudadana y la colaboración en la gestión sostenible de la cuenca.
- Se debe crear un plan de manejo de cuencas, para que de esta manera la población tanto cercana y los que se benefician de ella, pueda cuidar y mejorar la calidad del agua del río Chucchún.
- Se debe hacer monitoreos de calidad de agua constantes en la subcuenca, para poder tomar acciones oportunas para el cuidado del agua, que es importante para el riego de los cultivos en la subcuenca Chucchún y otras zonas del distrito de Carhuaz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
https://www.ana.gob.pe/publicaciones?title=Protocolo%20nacional%20para%20el%20monitoreo%20&title_op=contains
- Alibés, Joan, García, J., Herrera, P., Llorente, M., Majadas, J., Manzano, P., Moreno, G., Navarro, A., Monte, O., & Oteros, E. (2020). Ganadería extensiva y cambio climático: un acercamiento en profundidad. Fundación Entretantos y Plataforma Por La Ganadería Extensiva y El Pastoralismo.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2019). Intensificación sostenible de los sistemas ganaderos frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Estado del arte Publicaciones.https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Intensificación_sostenible_de_los_sistemas_ganaderos_frente_al_cambio_climático_en_América_Latina_y_el_Caribe_Estado_del_arte..pdf
- Bueñao, M., Vásquez, C., Zurita-Vásquez, H., Parra, G., & Pérez, R. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la cuenca del Pachanlica, provincia de Tungurahua, Ecuador . *Intropica*, 41–49.
<https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/2405/1758>
- Calla, J. A. (2019). Actividades antrópicas y calidad del agua en la cuenca del río Mashcón.[Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/3319>
- Emmen, D., Quiros, D., & García, D. (2016). Diversidad de insectos Acuáticos y calidad de agua de los ríos Indio y Gatun del alto Chagres, cuenca del Canal. *Tecnociencia*, 18, 1. http://up-rid.up.ac.pa/98/1/Tecnociencia_Articulo_6_18%281%29_16.pdf
- FAO. (2018). Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta.

- IAgua. <https://www.iagua.es/noticias/fao/contaminantes-agricolas-grave-amenaza-agua-planeta>
- González, C., Vallarino, A., Pérez, J., & Low, A. (2014). Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Gutierrez, J., Zamora, H., & Andrade, C. E. (2014). Efecto de la actividad antrópica sobre la composición y diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el río Cofre (sistema lótico andino colombiano). *Revista Biodiversidad Neotropical*, 4(2), 113–123. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5168071>
- Guzman, J. S. C. (2021). Efecto de la degradación ambiental, por acción antrópica, sobre la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos (MIB) del río Yura (Arequipa). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Huerta, J. (2022). Evaluación de la calidad ecosistémica de la microcuenca del río Chucchún con base en los indicadores bióticos y abióticos sector Hualcán-Acopampa-Carhuaz-Ancash, 2020. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- INAIGEM. (2016). Informe técnico No4- Reconocimiento del nivel de peligro de la lagunas 513, Cochca y Rajupaquinan con fines de Seguridad y aprovechamiento. Ministerio Del Ambiente. http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/10602_informe-tecnico-n0-04-reconocimiento-del-nivel-de-peligro-de-las-lagunas-513-cochca-y-rajupaquinan-con-fines-de-seguridad-y-aprovechamiento-en-la-cord.pdf
- INEI. (2017). Sistema de Consulta de Centros Poblados. <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- INEI.(2020). Estado de la población 2020.https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1743/Libro.pdf
- Inforegión.pe. (2018). Perú: Agua y minería en permanente conflicto | Observatorio de

- Conflictos Mineros de América Latina. Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina. <https://www.ocmal.org/peru-agua-y-mineria-en-permanente-conflicto/>
- Instituto tecnológico de la producción. (2020). *Carhuaz: Economía, salud, educación, hogares, demografía, gobierno, industrias, I+D y red CITE | ITP Producción*. <https://data-peru.itp.gob.pe/profile/geo/carhuaz-020601?minagriMeasures=opt1>
- Ladrera, R., Rieradevall, M., & Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos. *Ikastorratza, e-Revista de Didáctica*, 11, 4–19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4563336&info=resumen&idioma=SPA>
- Mateo, N. (2021). La agricultura tropical de América Latina y el Caribe en la cumbre de los sistemas alimentarios de las Naciones Unidas sobre los sistemas alimentarios. <http://www.iica.int>.
- Medina, C., Hora, M., Asencio, I., Pereda, W., & Gabriel, R. (2008). El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. La Libertad. Perú. 2008. *Revista UNITRU - Sciéndo*. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/280/284>
- MIDAGRI. (2021). Atlas de la superficie agrícola del Perú. In SIEA. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4895>
- MINAM. (2021). Estadísticas Ambientales. Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/tematicas?tematica=08>
- MINAM. (2008). Diagnóstico ambiental del Perú. Ministerio del Ambiente. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-ambiental-peru>
- Ministerio del Ambiente (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú.

- Ministerio del Ambiente (2017). Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua. El Peruano, 6–9. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>
- MPC (2019). Reporte mensual de residuos sólidos dispuestos adecuadamente en la infraestructura de disposición final 2019.
- Ollage, G. (2021). Evaluación de la calidad de agua en la reserva municipal de la microcuenca alta del río Santa Rosa mediante método de macroinvertebrados bentónicos. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21097>
- Orozco, C., Pérez, A., Gonzáles, N., Rodríguez, F., & Alfayate, J. (2003). Contaminación ambiental. Una visión desde la química. Thomson Editores.
- Palomino, E. (2014). Informe final. Herramientas de diagnóstico al cambio climático: Identificación de indicadores biológicos del cambio climático.
- Pérez, R. (2008). El lado oscuro de la ganadería. *Scielo*, 39(154), 217–227. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Pinilla, G. (2000). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia: compilación bibliográfica (Issue JANUARY 1998). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Postel, S., & Richter, B. (2010). Ríos para toda la vida. La gestión del agua para las personas y la naturaleza. (Primera ed, Vol. 21, Issue 1). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Ramírez, Y. P., Giraldo, L. P., Zúñiga, M. del C., Ramos, B. C., & Chará, J. (2018). Influencia de la ganadería en los macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 1244–1257.

<https://doi.org/10.15517/RBT.V66I3.30316>

- Riojas, I., Badii, M. H., Guillen, A., García, M., & Abreu, J. L. (2018). La ganadería y el desarrollo sustentable (Animal husbandary and sustainable development). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 13(2), 77–102. [http://www.spentamexico.org/v13-n2/A5.13\(2\)77-102.pdf](http://www.spentamexico.org/v13-n2/A5.13(2)77-102.pdf)
- Roldan, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. In Universidad de Antioquia (Primera). <https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf>
- Roldán, G. A. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. https://books.google.com.pe/books?id=ZEjgIKZTF2UC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Roldán, G. A. (2012). Los Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad del agua. Corporación autónoma regional de Cundimarca.
- Ruiz, U. (2018). La agricultura y la ganadería, los que más contaminan el agua. Redacción EFEverde. <https://efeverde.com/contaminacion-agua-agricultura-ganaderia-fao/>
- Sierra, C. A. (2011). Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. (L. D. López (Ed.); Primera ed). Ediciones de la U.
- Smith, T., & Smith, R. (2007). Ecología (M. Romo (Ed.); Sexta edic). Pearson Educación S.A.
- SUNASS. (2022). Diagnostico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras. https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/06/Informe-de-diagnostico-de-las-Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-PTAR_VdigitalConcomentario.pdf
- Terneus, E., Hernandez, K., & Racines, M. J. (2012). Evaluacion ecologica del rio

- Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza-Ecuador. *Revista de Ciencias*. <http://hdl.handle.net/10893/4416>
- Toro, J., Schuster, J. P., Kurosawa, J., Araya, E., & Contreras, M. (2003). Diagnóstico de la calidad del agua en sistemas lóticos utilizando diatomeas y macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores río Maipo (Santiago: Chile). <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>
- Turismo y agua, una relación difícil que debe ser modélica | We Are Water. (2017). WeAreWater Foundation. https://www.wearewater.org/es/turismo-y-agua-una-relacion-dificil-que-debe-ser-modelica_282641
- Vásquez, A., Mejía, A., Faustino, J., Terán, R., Vásquez, I., Díaz, J., Vásquez, C., Castro, A., Tapia, M., & Alcántara, J. (2016). Manejo y Gestión de cuencas hidrográficas . <https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/CUENCAS-HIDROGRAFICAS.pdf>
- Villena, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304–308. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2018.352.3719>

ANEXOS

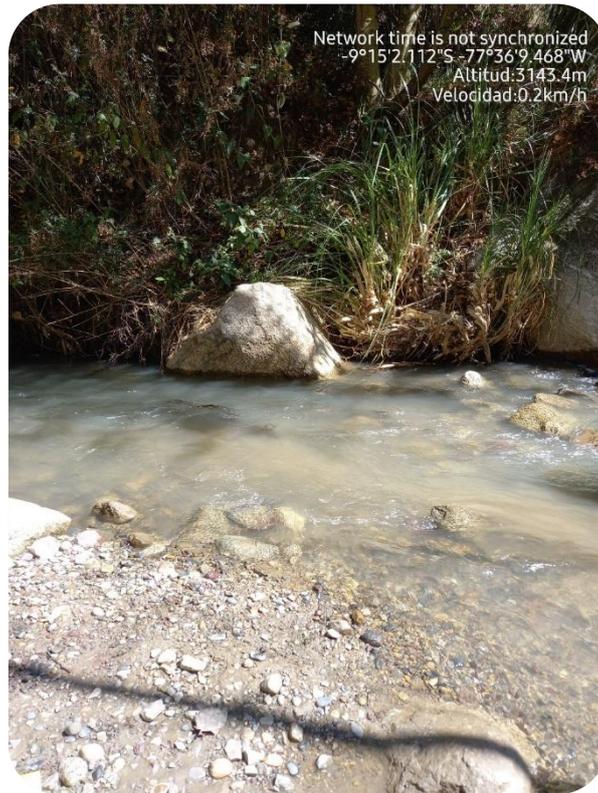
Anexo 1. Estación de muestreo uno (01) en la subcuenca Chucchún



Anexo 2. Estación de muestreo dos (02) en la subcuenca Chucchún



Anexo 3. Estación de muestreo tres (03) en la subcuenca Chucchún



Anexo 4. Estación de muestreo cuatro (04) en la subcuenca Chucchún



Anexo 5. Estación de muestreo cinco (05) en la subcuenca Chucchún



Anexo 6. Resultados de laboratorio



INFORME DE ENSAYO AG220108

CLIENTE Razón Social : 'EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CHUCCHUN, UTILIZADO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUAZ 2021'

Dirección : Huaraz
Atención : Giovana Romero Zavallos

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Río a media cuesta
Coordenadas : 218437 E - 8979384 N - 3793 msnm
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220070

MUESTREO Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 03 Mayo/2022
Fecha de análisis : 03 de Mayo - 10 de Mayo/2022
Cotización N° : CO220174

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PP1
					Fecha de muestreo	03/05/2022
					Hora de muestreo	09:30
					Código del Laboratorio	AG220113
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2017	.....		7.28
SM14	Conductividad (en campo)	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	APHA 2510 B - Versión 2017	.....		23.1
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G	0.01		7.64
SM18	Temperatura (en campo)	$^{\circ}\text{C}$	APHA 2550 B	.....		8.2
FG	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FG20	Fosfato	$\text{mg/l PO}_4^{3-} - \text{P}$	Vanadatomolibdato	0.010		0.030
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^{-}	Nitrospectral	1.0		< 1.0
IB	INDICADORES BIOLÓGICOS					
IB01	Macroinvertebrados	Org./Muestra	SM 10500 C 2. Benthic Macroinvertebrates	1		38
DETALLE DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS						
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTADIO	CANTIDAD	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Beetidae	Adulto	3	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Adulto	8	
Arthropoda	Insecto	Trichoptera	Hydropsychidae	Adulto	3	
Arthropoda	Insecto	Coleoptera	Scirtidae	Adulto	6	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Tipulidae	Adulto	1	
Platyhelminthes	Turbellaria	Turbellaria	Planariidae	Adulto	11	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta	Adulto	6	

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

Huaraz, 10 de Mayo de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash- Telef: 043 640020 - Anexos: 3602- 3501
E-mail: dgpc-ica-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Fuente: Obtenido de laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.





INFORME DE ENSAYO AG220109

CLIENTE
Razón Social : *EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CHUCCHUN, UTILIZADO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUAZ 2021*

Dirección : Huaraz
Atención : Giovana Romero Zevallos

MUESTRA
Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Humedal Shonquill - Zona ganadera
 Coordenadas : 216377 E - 8977963 N - 3583 msnm
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220070

MUESTREO
Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM*
Referencia: : Protocolo de Monitoreo de Agua N° FM-001

LABORATORIO
Fecha de recepción : 03/Mayo/2022
Fecha de análisis : 03 de Mayo - 10 de Mayo/2022
Cotización N° : CO220174

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PP2
					Fecha de muestreo	03/05/2022
					Hora de muestreo	10:50
					Código del Laboratorio	AG220114
SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO						
SM	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2017	.....		7.05
SM13	Conductividad (en campo)	$\mu S \cdot cm^{-1}$	APHA 2510 B - Versión 2017	.....		37.2
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G	0.01		7.48
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B	.....		9.5
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato	0.010		0.040
ANÁLISIS DE NUTRIENTES						
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral	1.0		< 1.0
INDICADORES BIOLÓGICOS						
IB01	Macroinvertebrados	Org/Muestra	SM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates	1		57
DETALLE DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS						
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTADIO	CANTIDAD	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Tipulidae	Adulto	2	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Adulto	25	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Baetidae	Adulto	7	
Arthropoda	Insecto	Coleoptera	Elmidae	Adulto	1	
Arthropoda	Insecto	Trichoptera	Hydropsychidae	Adulto	1	
Arthropoda	Insecto	Trichoptera	Odontoceridae	Adulto	13	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Psychodidae	Adulto	1	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Simuliidae	Adulto	4	
Platyhelminthes	Turbellaria	Turbellaria	Planariidae	Adulto	2	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta	Adulto	1	

Legenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

*El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

Huaraz, 10 de Mayo de 2022

Fin del Informe de Ensayo



Mario Leyva Collás
 MSc. Quím. Mario Leyva Collás
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 840020 - Anexos: 3502- 3501
 E-mail: dgcale-ca-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Fuente: Obtenido de laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.





INFORME DE ENSAYO AG220110

CLIENTE
Razón Social : 'EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CHUCCHUN, UTILIZADO COMO BIODIAGNÓSTICOS A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUAZ 2021'
Dirección : Huaraz
Atención : Giovana Romero Zevallos

MUESTRA
Producto declarado : Agua de Rio
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Ruta Shonquill - Hualcan
 Coordenadas : 214053 E - 8976413 N - 3128 msnm
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220070

MUESTREO
Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM
Referencia: : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO
Fecha de recepción : 03/Mayo/2022
Fecha de análisis : 03 de Mayo - 10 de Mayo/2022
Cotización N° : CO220174

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PP3
					Fecha de muestreo	03/05/2022
					Hora de muestreo	12:15
					Código del Laboratorio	AG220115
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2017	.....		7.47
SM14	Conductividad (en campo)	$\mu S \cdot cm^{-1}$	APHA 2510 B - Versión 2017	.....		53.3
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G	0.01		7.22
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2560 B	.....		12.7
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadato molibdato	0.010		0.040
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral	1.0		< 1.0
IB	INDICADORES BIOLÓGICOS					
IB01	Macroinvertebrados	Org/Muestra	SM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates	1		78
DETALLE DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS						
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTADIO	CANTIDAD	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Blephariceridae	Adulto	34	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Baetidae	Adulto	35	
Arthropoda	Insecto	Trichoptera	Hydropsychidae	Adulto	5	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Simuliidae	Adulto	1	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta	Adulto	3	

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition-2017

El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

Huaraz, 10 de Mayo de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



Msc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef: 043 840020 - Anexos: 3602-3501
 E-mail: dgc@lca-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Fuente: Obtenido de laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.





INFORME DE ENSAYO AG220111

CLIENTE Razón Social : 'EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHUCCHUN, UTILIZADO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUAZ 2021'

Dirección : Huaraz
Atención : Giovana Romero Zevallos

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Hualcan - Pariacaca
Coordenadas : 212719 E - 9475376 N - 2970 msnm
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220070

MUESTREO Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 03/Mayo/2022
Fecha de análisis : 03 de Mayo - 10 de Mayo/2022
Cotización N° : CO220174

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PP4
					Fecha de muestreo	03/05/2022
					Hora de muestreo	13:20
					Código del Laboratorio	AG220116
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2017	.....	7.61	
SM14	Conductividad (en campo)	$\mu\text{S cm}^{-1}$	APHA 2510 B.-Versión 2017	.....	81.8	
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G	0.01	7.35	
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B	.....	13.8	
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mol PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato	0.010	0.170	
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral	1.0	< 1.0	
IB	INDICADORES BIOLÓGICOS					
IB01	Macroinvertebrados	Ora/Muestra	SM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates	1	150	
DETALLE DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS						
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTADIO	CANTIDAD	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Tipulidae	Adulto	2	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Beetidae	Adulto	108	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Simuliidae	Adulto	37	
Platyhelminthes	Turbellaria	Turbellaria	Planariidae	Adulto	1	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta	Adulto	2	

Legend: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition 2017

¹ El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

Huaraz, 10 de Mayo de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de preservabilidad.

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL 'SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO'
Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef. 043 840020 - Anexos 3802-3501
E-mail: dgcae-ica-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Fuente: Obtenido de laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.





INFORME DE ENSAYO AG220340

CLIENTE Razón Social : 'EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CHUCCHUN, UTILIZADO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUAZ 2021'

Dirección : Huaraz
Atención : Giovana Romero Zevallos

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Río a media cuesta
Coordenadas : 218437 E. 8979384 N. 3793 msnm
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220336

MUESTREO Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM¹
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 02/Agosto/2022
Fecha de análisis : 02 de Agosto - 09 de Agosto/2022
Cotización N° : CO220353

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PP1
					Fecha de muestreo	02/08/2022
					Hora de muestreo	08:10
					Código del Laboratorio	AG220514
SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO						
SM	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2017	.....		7.67
SM13	Conductividad (en campo)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B - Versión 2017	.....		31.2
SM14	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500-O G	0.01		7.1
SM15	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B	.....		4.2
SM16						
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ20	Fosfato	mg/l $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$	Vanadatomolibdato	0.010		< 0.010
NU						
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral	1.0		< 1.0
IB						
IB01	Macroinvertebrados	Org/Muestra	SM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates	1		60
DETALLE DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS						
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTADIO	CANTIDAD	
Arthropoda	Insecto	Plecoptera	Gripopterygidae	Adulto	1	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Adulto	33	
Arthropoda	Insecto	Coleoptera	Scirtidae	Adulto	1	
Arthropoda	Insecto	Coleoptera	Elmidae	Adulto	1	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Tipulidae	Adulto	2	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Blephariceridae	Adulto	2	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Ceratopogonidae	Adulto	1	
Arthropoda	Arachnoidae	Acari	Hydracarina (Oriden)	Adulto	1	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta	Adulto	18	

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition-2017

¹ El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 09 de Agosto de 2022



MSc. Quím. Mario Leyva Collas

Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501
E-mail: dgicla-ica-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501
E-mail: dgicla-ica-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Fuente: Obtenido de laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.





INFORME DE ENSAYO AG220341

CLIENTE **Razón Social** : "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CHUCCHUN, UTILIZADO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUAZ 2021"

Dirección : Huaraz
Atención : Giovana Romero Zevallos

MUESTRA **Producto declarado** : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Humedal Shoriquil - Zona ganadera
 Coordenadas : 216377 E 8977963 N 3583 msnm
Ref/Condición : Cadena de Custodia CC220336

MUESTREO **Responsable** : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO **Fecha de recepción** : 02/Agosto/2022
Fecha de análisis : 02 de Agosto - 09 de Agosto/2022
Cotización N° : CO220353

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PP2
					Fecha de muestreo	02/08/2022
					Hora de muestreo	09:30
					Código del Laboratorio	AG220515
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B-Versión 2017	.....		7.14
SM14	Conductividad (en campo)	µS/cm ¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		40.5
SM15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G	0.01		6.48
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B	.....		7.5
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato	0.010		0.040
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral	1.0		< 1.0
IB	INDICADORES BIOLÓGICOS					
IB01	Macroinvertebrados	Org./Muestra	SM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates	1		141
DETALLE DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS						
	PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTADIO	CANTIDAD
	Arthropoda	Insecto	Diptera	Tipulidae	Adulto	4
	Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Adulto	58
	Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Baetidae	Adulto	41
	Arthropoda	Insecto	Plecoptera	Gripopterygidae	Adulto	1
	Arthropoda	Insecto	Trichoptera	Polycentropodidae	Adulto	16
	Arthropoda	Insecto	Trichoptera	Odontoceridae	Adulto	16
	Arthropoda	Insecto	Diptera	Chironomidae	Adulto	3
	Arthropoda	Insecto	Diptera	Dolichopodidae	Adulto	1
	Platyhelminthes	Turbellaria	Turbellaria	Planariidae	Adulto	1

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition-2017

El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM-UNASAM

Huaraz, 09 de Agosto de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



Mario Leyva Coillas
MSc. Quím. Mario Leyva Coillas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Los contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash - Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501
 E-mail: dgpie-ica-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Fuente: Obtenido de laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.





INFORME DE ENSAYO AG220342

CLIENTE Razón Social : "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHUCCHUN, UTILIZADO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUAZ 2021"

Dirección : Huaraz
Atención : Giovana Romero Zevallos

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Ruta Shonquill - Huacan
Coordenadas : 214053 E 8976413 N 3128 msnm

Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220336

MUESTREO Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM¹
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 02/Agosto/2022
Fecha de análisis : 02 de Agosto - 09 de Agosto/2022
Cotización N° : CO220363

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PP3
					Fecha de muestreo	02/08/2022
					Hora de muestreo	10:40
					Código del Laboratorio	AG220516
SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO						
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2017	.....		8.11
SM14	Conductividad (en campo)	uS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2017	.....		114.2
SM15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O-G	0.01		6.19
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B	.....		10.4
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato	0.010		0.020
ANÁLISIS DE NUTRIENTES						
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral	1.0		< 1.0
INDICADORES BIOLÓGICOS						
IB01	Macroinvertebrados	Org/Muestra	SM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates	1		78
DETALLE DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS						
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTADIO	CANTIDAD	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Baetidae	Adulto	32	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Adulto	3	
Arthropoda	Insecto	Coleoptera	Scirtidae	Adulto	1	
Arthropoda	Insecto	Trichoptera	Hydropsychidae	Adulto	5	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Tipulidae	Adulto	3	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Blephariceridae	Adulto	23	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Empididae	Adulto	2	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Dolichopodidae	Adulto	2	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Simuliidae	Adulto	3	
Arthropoda	Insecto	Trichoptera	Odontoceridae	Adulto	1	
Arthropoda	Insecto	Trichoptera	Polycentropodidae	Adulto	3	

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition-2017

¹ El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

Huaraz, 09 de Agosto de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dinnentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash - Telef 043 640020 - Anexos 3602- 3501
 E-mail: dgca-ica-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Fuente: Obtenido de laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM





INFORME DE ENSAYO AG220343

CLIENTE
Razón Social : EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CHUCCHUN, UTILIZADO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUAZ 2021
Dirección : Huaraz
Atención : Giovana Romero Zevallos

MUESTRA
Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Hualcan - Pariacaca
Ref./Condición : Coordenadas : 212719 E. 8475376 N. 2970 msnm
 : Cadena de Custodia CC220336

MUESTREO
Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM¹
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO
Fecha de recepción : 02/Agosto/2022
Fecha de análisis : 02 de Agosto - 09 de Agosto/2022
Cotización N° : CO220353

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PP4
					Fecha de muestreo	02/08/2022
					Hora de muestreo	12:00
					Código del Laboratorio	AG220517
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ¹ B-Versión 2017	.....		8.12
SM14	Conductividad (en campo)	µS cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		207
SM15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G	0.01		6.88
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B	.....		13.2
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato	0.010		0.060
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral	1.0		< 1.0
IB	INDICADORES BIOLÓGICOS					
IB01	Macroinvertebrados	Org/Muestra	ISM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates	1		123
DETALLE DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS						
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTADIO	CANTIDAD	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Tipulidae	Adulto	4	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Blephariceridae	Adulto	2	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Baetidae	Adulto	72	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Simuliidae	Adulto	4	
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	Adulto	4	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta	Adulto	26	

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition: 2017

¹ El muestreo no se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

Huaraz, 09 de Agosto de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 804

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef. 043 840020 - Anexos: 3502- 3501
 E-mail: dpcie-ica-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Fuente: Obtenido de laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM





INFORME DE ENSAYO AG220344

CLIENTE Razón Social : "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHUCCHUN, UTILIZADO COMO BIOINDICADORES A LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS - CARHUJAZ 2021"

Dirección : Huaraz
Atención : Giovana Romero Zavallos

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Yanamarca
Coordenadas : 210992 E 8972110 N 2679msnm

Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220336

MUESTREO Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM¹
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 02/Agosto/2022
Fecha de análisis : 02 de Agosto - 09 de Agosto/2022
Cotización N° : CO220353

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PP5
					Fecha de muestreo	02/08/2022
					Hora de muestreo	13.00
					Código del Laboratorio	AG220518
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2017	.....		8.97
SM14	Conductividad (en campo)	µS cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		198.8
SM15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G	0.01		6.56
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B	.....		18.9
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FCQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato	0.010		0.260
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral	1.0		1.6
IB	INDICADORES BIOLÓGICOS					
IB01	Macroinvertebrados	Org/Muestra	SM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates	1		143
DETALLE DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS						
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTADIO	CANTIDAD	
Mollusca	Gasteropoda	Basommatophora	Physidae	Adulto	96	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Tipulidae	Adulto	4	
Arthropoda	Insecto	Ephemeroptera	Baetidae	Adulto	14	
Arthropoda	Insecto	Diptera	Chironomidae	Adulto	21	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta	Adulto	8	

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23rd ed. Edition-2017

¹ El muestreo no se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

Huaraz, 09 de Agosto de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dinnentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3502- 3501
E-mail: dgcoie-ica-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

Fuente: Obtenido de laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM



Anexo 7. Toma de parámetros de campo en la estación de monitoreo uno (01) en época de lluvias.



Anexo 8. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo dos (02) época de lluvias.



Anexo 9. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo dos (02) en época de estiaje.



**Anexo 10. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo tres (03)
época de lluvias.**



**Anexo 11. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo tres (03)
época de estiaje.**



**Anexo 12. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo cuatro (04)
época de lluvias.**



**Anexo 13. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo cuatro (04)
época de estiaje.**



**Anexo 14. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo cinco (05)
en época de lluvias.**



**Anexo 15. Muestreo de macroinvertebrados en la estación de monitoreo cinco (05)
época de estiaje.**

