

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



**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**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

**Bach. HUERTA BENITES JHONER TITO**

**ASESOR:**

**Dr. HIDALGO CAMARENA PRUDENCIO CELSO**

Huaraz, Ancash, Perú

Julio, 2022



## DEDICATORIA

A mis queridos padres, Antonia y Bonifacio, por su gran corazón y capacidad de entrega, por enseñarme a luchar y seguir hacia adelante. A mi abuelita Guillerma por sus consejos sabios. A mis hermanos, Magna y Joel, por ser mi fuente de inspiración, sobre todo por enseñarme a ser responsable y ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi persona especial, que me acompaña de la mano en el camino y me enseña a creer en mí, a esforzarme, a no rendirme ante un problema y me motiva a seguir luchando. Gracias a ustedes he logrado culminar con una de mis metas más imprescindibles a lo largo de mi vida y a todas las personas que han influido en mi carrera.

Y no me puedo ir sin antes decirles que, sin ustedes a mi lado, no lo hubiera logrado, tantos desvelos sirvieron de algo y aquí está el fruto. Les agradezco con toda el alma, haber llegado a mi vida y el compartir momentos agradables y tristes; sin embargo, son los momentos tristes los que nos hacen crecer y valorar a las personas que nos rodean. Los quiero mucho por siempre.

**Jhoner Tito Huerta Benites**

## AGRADECIMIENTOS

Con inmenso cariño y gratitud a Dios, por iluminar mi vida con bendiciones. A mi familia, por estar siempre conmigo y brindarme su apoyo para el cumplimiento de mis objetivos.

Mi inmenso agradecimiento a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, por darme la oportunidad de aprender y forjarme como profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por su paciencia y dedicación, por compartir sus conocimientos con nosotros y acompañarnos en este duro camino de formación profesional.

A mis amigos y compañeros de aula quienes hicieron de la permanencia en la Universidad sea una travesía y aprendizaje inolvidable.

***Muchas gracias a todos...***

## RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue determinar la calidad del ecosistema en la microcuenca del río Chucchún (Carhuaz, Perú), mediante el uso de indicadores abióticos y bióticos. Se emplearon: 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; asimismo, se determinaron las características fisicoquímicas del río Chucchún. Se establecieron cinco puntos de muestreo desde la estación de monitoreo Acopampa hasta el puente Hualcán, dentro del distrito de Carhuaz. Los resultados mostraron un índice de bosque de ribera (QBR) de 69 y 59 para el periodo de precipitación y estiaje, respectivamente, valores que representan el inicio de una alteración importante de calidad moderada del río Chucchún. El índice de Shannon y Weaver indica que el recurso agua presenta una contaminación moderada (según el esquema Staub) y una contaminación ligera para el periodo de estiaje según el esquema Wilhman y Dorrid. Los parámetros fisicoquímicos que superaron el ECA Categoría 1 fueron los sólidos totales (3.45 mg/L) y la DBO<sub>5</sub> (26 mg/L) durante el periodo de estiaje. El Índice biótico varió de 85 % en la estación de precipitación a 57 % en estiaje. Se registraron 11 órdenes y 22 familias de macroinvertebrados bentónicos. La vegetación de monte ribereño está constituida por especies como *Alnus acuminata* 'aliso', *Cortaderia rudiusscula* 'cortadera' y *Rorripa mastuertium - aquaticum* 'berro'. La fauna registrada a nivel de aves está representada por el orden Paseriformes que presenta 9 familias.

**Palabras clave:** calidad ecosistémica, índice de calidad de bosque de ribera, indicador biótico y abiótico.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the quality of the ecosystem in the micro-basin of the Chucchún River (Carhuaz, Peru), using abiotic and biotic indicators. The following were used: the Ribera Forest Quality Index (QBR), the Andean Biotic Index (IBA), the Shannon and Weaver Index for the diversity of flora and fauna; the physicochemical characteristics of the Chucchún River were also determined. Five sampling points were established from the Acopampa monitoring station to the Hualcán Bridge, within the Carhuaz district. The results showed a riparian forest index (QBR) of 69 and 59 for the period of precipitation and stowage, respectively, values that represent the beginning of a significant alteration of moderate quality of the Chucchún river. The Shannon and Weaver index indicates that the water resource is moderately polluted (according to the Staub scheme) and lightly polluted for the dry period according to the Wilhman and Dorrid scheme. The physico-chemical parameters that exceeded ECA Category 1 were total solids (3.45 mg/L) and BOD5 (26 mg/L) during the stowage period. The biotic index ranged from 85% in the rainy season to 57% in the dry season. Eleven orders and 22 families of benthic macroinvertebrates were recorded. The vegetation of the riparian mount is constituted by species like *Alnus acuminata* aliso', *Cortaderia rudiusscula* cortadera' and *Rorripa mastuertium - aquaticum* berro'. The fauna recorded at the level of birds is represented by the order *Paseriformes* that presents 9 families.

**Keywords:** ecosystem quality, riparian forest quality index, biotic and abiotic indicator.

Índice	Pág.
<b>AUTORIZACION PARA PUBLICACIÓN.....</b>	<b>i</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
1.3. Variables.....	3
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1. A nivel internacional.....	4
2.1.2. A nivel nacional.....	5
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Cuenca hidrográfica.....	7
a) Partes de una cuenca hidrográfica.....	8
b) División de la cuenca.....	9
2.2.2. Ecosistema.....	10
a) Ecosistemas acuáticos.....	10
b) Ecosistemas terrestres.....	10

c) Ecosistemas mixtos .....	11
d) Ecosistemas microbianos .....	11
e) Ecosistemas artificiales.....	11
2.2.3. Calidad del agua .....	11
a) Parámetros de evaluación de calidad de agua .....	12
b) Calidad y cantidad de agua en una cuenca hidrográfica .....	15
c) Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua.....	16
2.2.4. Los bosques de ribera .....	23
2.2.5. Índices para determinar el estado de las riberas de los sistemas acuáticos.....	24
a) Índice Hidrogeomorfológico (IHG).....	24
b) Índice de Calidad de las Zonas Riparianas (RQI) .....	24
c) Índice del Bosque de Ribera (RFV) .....	25
d) Índice de Calidad de Ribera (qualitat del bosc de ribera - QBR). 25	
e) Índice de calidad del bosque de ribera (QBR) .....	25
2.2.6. Bioindicadores .....	30
a) Macroinvertebrados bentónicos .....	31
b) Importancia ecológica de los macroinvertebrados bentónicos....	33
c) Descripción de los principales órdenes de macroinvertebrados comunes.....	33
d) Empleo de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua.....	34
2.2.7. Índices Bióticos .....	34
a. Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) .....	35
b. Índice Biótico Andino (ABI) .....	35
2.2.8. Monte ribereño.....	36
a. Fauna y flora de monte ribereño .....	36
2.3. Definición de términos básicos .....	37

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA .....**

3.1. Descripción del área de estudio..... 40

3.2. Tipo de investigación .....

3.3. Diseño de investigación .....	41
3.4. Métodos o técnicas .....	42
3.4.1. Determinación de la calidad fisicoquímica del agua en la microcuenca del río Chucchún.....	42
3.4.2. Determinación del Índice Biótico Andino (IBA) con base en los macroinvertebrados bentónicos .....	43
3.4.3. Determinación del Índice de Vegetación de Monte Ribereño (QBR) e identificación de la biodiversidad específica .....	47
A) Metodología del Índice de Bosque de Ribera (QBR) .....	47
B) Evaluación biológica .....	52
C) Herpetofauna .....	53
3.4.4. Elaboración de la propuesta para revertir y prevenir los procesos de degradación ambiental del ecosistema en estudio .....	53
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>
4.1. Calidad fisicoquímica del agua en la microcuenca del río Chucchún.....	55
4.2. Índice Biótico Andino (IBA) con base en macroinvertebrados bentónicos ..	59
4.3. Índice de vegetación de monte ribereño (QBR) y biodiversidad específica presente en la microcuenca del río Chucchún .....	63
4.4. Propuestas para revertir y prevenir los procesos de degradación ambiental del ecosistema en estudio .....	69
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
6.1. Conclusiones .....	77
6.2. Recomendaciones .....	78
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Estándares de calidad de agua categorías 1 y 3 MINAM.....	14
Tabla 2	Niveles de Calidad del Índice de Ribera (QBR).....	30
Tabla 3	Valores del índice de BMWP, según los rangos de calidad de agua .	35
Tabla 4	Clases de estado ecológico, según Índice Biótico Andino.....	36
Tabla 5	Coordenadas UTM y altitud de los puntos de muestreo.....	42
Tabla 6	Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del índice BMWP ....	45
Tabla 7	Clases de estado ecológico según índice biótico andino en el Perú ..	45
Tabla 8	Esquema de clasificación de la calidad de agua de acuerdo a los valores del índice de Shannon Weiner .....	47
Tabla 9	Puntajes del QBR para evaluar cobertura de ribera aplicados a las locaciones .....	50
Tabla 10	Puntajes del QBR para evaluar la estructura de la cobertura de la ribera .....	50
Tabla 11	Puntajes del QBR para evaluar la calidad de la cobertura de la ribera en las locaciones.....	51
Tabla 12	Puntajes del QBR para evaluar grado de naturalidad del canal fluvial en las locaciones.....	51
Tabla 13	Valores del Índice de Calidad del Bosque o Monte de Ribera: QBR..	52
Tabla 14	Parámetros de calidad de agua determinados en campo en los puntos de monitoreo en los periodos de estiaje y precipitación .....	56

Tabla 15	Registro de valores de metales pesados reportados en los diferentes puntos de muestreo en los periodos de precipitación y estiaje .....	56
Tabla 16	Concentración de parámetros fisicoquímicos: Cloruros, dureza total, fósforo y sólidos totales en los periodos de precipitación y estiaje .....	58
Tabla 17	Concentración de indicadores bioquímicos en los diferentes puntos de monitoreo en los periodos de precipitación y estiaje .....	58
Tabla 18	Concentración de nutrientes en los diferentes puntos de muestreo en los periodos de precipitación y estiaje .....	59
Tabla 19	Concentración de nutrientes en los diferentes puntos de muestreo en los periodos de precipitación y estiaje .....	60
Tabla 20	Calificación del Índice Biótico Andino a partir del registro de macroinvertebrados reportados en los diferentes puntos de monitoreo en el periodo de estiaje.....	61
Tabla 21	Índice de diversidad de Shannon y Weiner para la calidad del agua durante el periodo de precipitación en la subcuenca del río Chucchún entre Acopampa y el puente Hualcán.....	62
Tabla 22	Índice de diversidad de Shannon y Weiner para la calidad del agua durante el periodo de estiaje en la subcuenca del río Chucchún entre Acopampa y el puente Hualcán.....	63
Tabla 23	Dimensiones del río en la zona de monitoreo en el periodo de estiaje y monitoreo .....	64
Tabla 24	Resultados de (QBR) en los cinco puntos de monitoreo de subcuenca del río Chucchún de marzo a setiembre 2020 entre las estaciones de Acopampa y Puente Hualcán .....	65

Tabla 25	Calificación de los promedios del Índice de Calidad del Bosque o Monte de Ribera (QBR).....	66
Tabla 26	Flora registrada entre los puntos de muestreo de Acopampa y el puente Hualcán en el río Chucchún durante los periodos de precipitación y estiaje .....	67
Tabla 27	Registro de aves entre los puntos de muestreo de Acopampa y el puente Hualcan en el río Chucchún durante los periodos de precipitación y estiaje .....	68
Tabla 28	Especies de anfibios registradas durante los periodos de estiaje y precipitación .....	68
Tabla 29	Especies de reptiles registradas durante los periodos de estiaje y precipitación .....	69

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Partes de una cuenca hidrográfica .....	8
Figura 2	Factores que influyen en la calidad del agua en una subcuenca .....	15
Figura 3	Esquema para calcular el grado de cobertura riparia .....	27
Figura 4	Esquema para determinar la estructura de la cobertura.....	28
Figura 5	Esquema para determinar la calidad de la cobertura .....	29
Figura 6	Esquema del diseño de investigación .....	41
Figura 7	Muestro de macroinvertebrados en el cauce del río Chucchún.....	46
Figura 8	Vista panorámica del cauce del río.....	48
Figura 9	Medición del ancho del cauce del río .....	48
Figura 10	Evaluación de la cobertura vegetal para determinar la calidad del bosque de ribera.....	52
Figura 11	Flujograma del muestreo de aves .....	53
Figura 12	Delimitación del cauce del río para la calificación del QBR.....	64

## LISTA DE ACRÓNIMOS

ECA	Estándares de Calidad de Agua
IBA	Índice Biótico Andino
QBR	Índice Vegetación de Monte Ribereño
EM	Estación de monitoreo
IHF	Índice de Hábitat Fluvial
MINAM	Ministerio del Ambiente
m s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
pH	Potencial de Hidrógeno
µs/cm	Unidad de conductividad eléctrica
T°	Temperatura
CE	Conductividad eléctrica
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
O.M.S.	Organización Mundial de la Salud
OD	Oxígeno disuelto
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
RQI	Índice Calidad Zonas Riparias
RFV	Índice de Bosque de Ribera
IBF	Índice de Bosque de Ribera
EPT	Ephemeroptera Plecóptera Trichóptera
BMWP	Iberian Biomonitoring Working Party

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como finalidad conocer la calidad ecosistémica de la microcuenca del río Chucchún con base en los indicadores bióticos y abióticos. El deterioro del ecosistema y de los hábitats me ha motivado a desarrollar el presente trabajo de investigación. Los ríos altoandinos son muy valiosos, ya que proveen importantes servicios ecosistémicos como el agua para los centros urbanos y rurales, a pesar de esto, no son protegidos y las actividades humanas afectan constantemente la calidad de agua. Las riberas de los ríos, arroyos y quebradas son ecosistemas de transición entre los sistemas terrestres y acuáticos que poseen propiedades físicas y biológicas propias (Gamarra Torres, 2018).

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es legalmente *“la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente”*. De manera específica y conforme se señala líneas adelante, el ECA del agua es una unidad de medida para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua en función a la calidad que presenta, ya sea por sus valores naturales o por la carga contaminante a la que pueda estar expuesta. Un ECA no es un valor de medición para una emisión o efluente.

La investigación permitió conocer como influyen las diferentes actividades antropogénicas en la zona de estudio para, a partir de ello, formular propuestas de protección y rehabilitación de la zona de estudio. Existen diversos índices para analizar la calidad del agua en los ambientes fluviales, tradicionalmente se usaba la caracterización fisicoquímica los cuales son avalados por su propia legislación; sin embargo, a la fecha existe un conjunto de metodologías basado en índices bióticos de macroinvertebrados las cuales miden la calidad del agua a partir de los índices biótico andino y de vegetación de monte de ribera, que permiten determinar la calidad de la cuenca, subcuenca o microcuenca (Lúcia et al., 2005). Todos estos índices están asociados con la interrelación de los factores bióticos y abióticos.

Las comunidades vegetales ribereñas presentan una estructura continua que fundamentalmente depende de las condiciones biológicas de los cuerpos de agua (Mostacero et al., 2007). En los últimos diez años las zonas de ribera del río Chucchún han sufrido una serie de cambios, como la pérdida de ribera por deslizamientos, la actividad antropogénica, el crecimiento urbano, entre otros, que influyen en pérdida de la diversidad. Es por ello que se planteó el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la calidad ecosistémica de la microcuenca Chucchún sector Acopampa - Hualcán, con base en los indicadores bióticos y abióticos?

Para ello usamos la metodología de los índices de vegetación de monte ribereño (QBR) e índice biótico andino, las propiedades físicas y químicas del agua, el índice de Shannon y Wiener, y otros indicadores como la presencia de flora y fauna en el área de estudio. A partir de esta información se podrán establecer instrumentos de gestión que permitan detectar los cambios en la composición de los elementos biológicos que tienen como hábitat el cauce fluvial del río. Dentro de los resultados más importantes se tiene que el índice de bosque de ribera (QBR), para el periodo de precipitación es de 69 y en el periodo de estiaje es de 59 ambos valores califican que la QBR se encuentra en inicio de alteración importante de calidad moderada.

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del ecosistema en la microcuenca del río Chucchún mediante el uso de indicadores abióticos y bióticos.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la calidad fisicoquímica del agua en la microcuenca del río Chucchún comparando con los estándares de calidad ambiental (ECA) Categoría 1 (poblacional y recreacional).
- Determinar el índice biótico andino (IBA) con base en los macroinvertebrados bentónicos.
- Determinar el índice de vegetación de monte ribereño (QBR) e identificar la biodiversidad específica presente en la microcuenca del río Chucchún.
- Establecer propuestas para revertir y prevenir los procesos de degradación ambiental del ecosistema en estudio.

## 1.2. Hipótesis

Los indicadores abióticos y bióticos influyen directamente en la calidad ecosistémica de la microcuenca Chucchún - sector Hualcán.

## 1.3. Variables

Variable independiente: Factores bióticos y abióticos. Los factores bióticos y abióticos son aquellos que tienen un papel importante en la formación del ecosistema. Los factores abióticos pueden definirse como los componentes físicos y químicos no vivos en el ecosistema. Mientras que los factores bióticos son los componentes vivos de un ecosistema.

Variable dependiente: Calidad del Ecosistema. Aquel ecosistema que se encuentra en equilibrio en sus diferentes componentes.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. A nivel internacional

Galeano et al. (2017) señalan que, de las doce estaciones evaluadas, se consideraron siete como referencia (58,3%), ubicadas en las quebradas Las Mercedes (E4), Peñoles (E7, E8 y E9) y el Cardal (E10, E11 y E12), las cuales, presentaron vegetación de ribera sin alteraciones o con bajo grado de perturbación antrópica. Estas estaciones presentaron una temperatura superficial media del agua de 19.8 °C; oxígeno disuelto de 10.0 mg/L. Asimismo, se utilizaron los siguientes índices: a) el Índice de Hábitat Fluvial (IHF), propuesto por Pardo et al. (2002), el cual se calculó durante el periodo seco, cuando era menor el caudal y se apreció con mayor facilidad el sustrato y las características del canal, de acuerdo a lo sugerido por Munné et al. (2006), y b) el Índice de Calidad de la Vegetación de Ribera Andina (QBR-And), adaptado por Acosta et al. (2009) a partir del Índice de ribera (QBR) (Munné et al. 2003), para riberas tipo 3, que corresponden a una comunidad arbórea o arbustiva muy diversa. Las condiciones de vegetación en las riberas de todas las estaciones no tuvieron cambios.

López (2015), con la finalidad de generar un diagnóstico de la calidad de la vegetación ribereña de estos ríos, se aplicó por primera vez el índice de calidad de la vegetación riparia (QBR) en cuatro estaciones: en el río Venadillo, localidades de Ambalema y El Palmar, y en río Opia, localidades de El Tambor y El Guadual, localizadas en la zona de vida de Bosque seco Tropical. De acuerdo con los resultados obtenidos las estaciones evaluadas sobre el río Opia obtuvieron los puntajes más altos del índice QBR, presentando bosques sin alteraciones con calidad muy buena en la localidad El Guadual y bosques ligeramente perturbados, con calidad buena en la zona El Tambor. Con relación al río Venadillo, los valores del índice fueron más bajos, en la localidad Ambalema la clasificación del bosque fue ligeramente perturbada y con calidad buena, y en la estación El Tambor el bosque registró un inicio de alteración importante y calidad intermedia.

### 2.1.2. A nivel nacional

Muchos autores han desarrollado trabajos en esta línea, así tenemos a Salirrosas (2014) quien reportó la calidad del ecosistema del río Pollo (Otuzco-La Libertad) con base en indicadores bióticos. Para ello, trabajó en tres estaciones de muestreo, distribuidas en el curso del río Pollo, localizado al norte del Perú, en la región La Libertad, desde los 2,660 hasta 2,868 m de altura. Analizó parámetros físicos como temperatura, químicos como el pH, la vegetación ribereña, macroinvertebrados bentónicos y parámetros *ex situ* (Laboratorio); además del análisis microbiológico. Las aguas superficiales de la cuenca del río Pollo, muestran fluctuaciones altas por perturbaciones por contaminación difusa, producto de la actividad agropecuaria que arrastra sedimentos desde fuentes difusas como tierras agrícolas y poco forestadas, poblaciones y minería informal; midiéndose concentraciones significativas de nitrógeno, fosfato, nitratos, amonio y O<sub>2</sub> disuelto. También se presentaron variaciones en los índices IBMWP, QBR y del estado ecológico analizados a lo largo de la cuenca y por los bajos y medios para cuencas del índice biológico (IBMWP modificado) para macroinvertebrados bentónicos. Del índice de calidad del bosque de ribera (QBR) concluyó que las aguas del río

Pollo se encuentran alteradas de su estado natural, principalmente en la primera estación de muestreo aguas debajo de la cuenca.

De igual manera Corroto et al. (2016) señalan que durante su investigación se recolectaron un total de 4,813 individuos pertenecientes a 36 familias englobadas en 11 órdenes. Las órdenes con mayor representatividad dentro del estudio fueron Ephemeroptera (40.9 %), Díptera (22.8 %), Trichoptera (13.2 %) y Plecoptera (9.9 %). En cuanto a los índices ABI y BMWP-Col, los valores promedio finales fueron de una calidad de aguas “Muy Buena” para el primero, y de “Aceptable” para el segundo, Los resultados del análisis demuestran que la conductividad, la dureza, el oxígeno disuelto, así como los nitratos y los fosfatos se encuentran dentro de los rangos permisibles establecidos en los ECA para el agua en la categoría de conservación del ambiente acuático en ríos de sierra. Se puede decir que a lo largo de toda esta cuenca alta, los resultados tanto para el QBR-And como para el IHF incluyen todas las calidades de ribera y tipos de hábitats dentro de los rangos posibles preestablecidos por los índices en cuestión, sin seguir un patrón definido. Sin embargo, al trascender los valores promedios de las 14 estaciones de la cuenca alta se obtiene para el QBR-And una “Calidad intermedia”, es decir un inicio de alteración importante (puntaje promedio: 60).

Medina, C. y Vásquez (2016) explican que los nitratos (sales del ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ ) varían desde 0.0 mg/L a 1.6 mg/L, que son valores menores a lo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental del agua para ríos de la costa y sierra del Perú (D.S. N.º 002-2008-MINAM). El ion nitrato, es muy soluble en el agua debido a su polaridad. En los sistemas acuáticos, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos. De los puntos de muestreo que se analizaron las concentraciones de fosfatos muestran valores que varían entre 11.1 mg/L y 36 mg/L, de acuerdo al ECA para ríos de la costa y sierra del Perú estos valores están sobre de los límites permisibles. Estos resultados indicaban una fuerte contaminación inorgánica, que puede deberse a descargas de aguas que contienen como residuos detergentes comerciales y abonos orgánicos de los cultivos.

Hoyos & Coronel (2018), en la tesis “*Evaluación de la calidad de los bosques de ribera de la microcuenca del río Mariño de la Provincia de Abancay – Apurímac, 2017*” señala que los bosques de ribera de la parte alta de la microcuenca Mariño se encuentran en buen estado de conservación, es decir, el estado natural de los bosques de ribera de la cuenca media se encuentran en un estado de conservación deficiente y los bosques de ribera de la cuenca baja se encuentran en estado de mala calidad y presentan degradación extrema. Esto evidencia que el índice QBR es sensible a disturbios tanto de origen natural como los provocados por el hombre; por lo que este índice constituye una herramienta útil para calificar de manera rápida y efectiva la calidad de los bosques de ribera de la microcuenca

## **2.2. Bases teóricas**

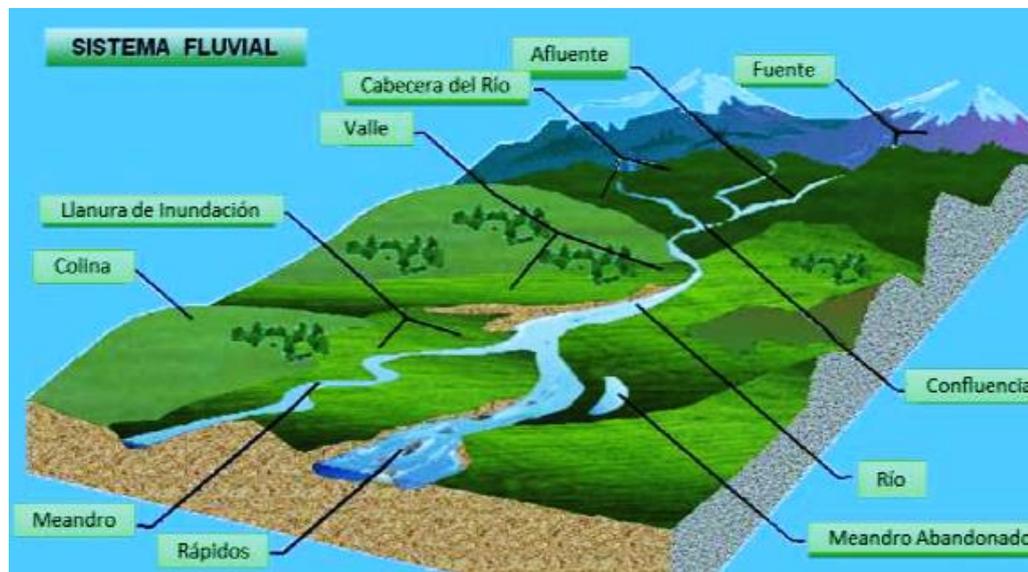
### **2.2.1. Cuenca hidrográfica**

Rica et al. (2006) señala que la cuenca hidrográfica es “*un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. La cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve, los límites de la cuenca o ‘divisoria de aguas se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río algunos autores emplean también el concepto de sistema hidrográfico (o hidrológico) junto al de cuenca hidrográfica, definiéndolo como “un sistema de aguas que abarca un río principal desde su nacimiento hasta su desembocadura, sus afluentes, lagos que desagüen en él, y las aguas subterráneas que reciben de ellos o les aportan agua”.*

Una cuenca hidrográfica se define como un área de terreno que desagua en una quebrada, río, lago, pantano, acuífero, bahía o estuario toda el agua proveniente de lluvias y riego que corre por la superficie del suelo en un valle desemboca en quebradas y ríos que fluyen directamente al mar. La cantidad de agua que va a tener una cuenca hidrográfica dependerá de la cantidad de lluvia que reciba, su tamaño y forma.

**Figura 1**

*Partes de una cuenca hidrográfica*



Fuente:

### a) Partes de una cuenca hidrográfica

#### ➤ Partes altas

Estas partes comprenden altitudes superiores a los 3,000 metros sobre el nivel del mar, llegando en algunos casos hasta los 6,500 m s.n.m. En tales áreas se concentra el mayor volumen de agua ya sea en forma de nevados o de lluvia, dado que allí la precipitación pluvial es intensa y abundante; es frecuente asimismo la formación de nevados. La topografía de estas zonas es sumamente accidentada y escarpada; en consecuencia, su potencial erosivo es sumamente alto, pero al mismo tiempo su potencial para la producción hidroenergética también es alta (Rodríguez, 2017, pp. 20–21).

#### ➤ Partes medias

Son las comprendidas entre los 800 y 3000 m s.n.m., en donde las precipitaciones promedio que caen en estas zonas varían entre los 100 – 800 mm/año. En estas zonas están los valles interandinos, caracterizados por el clima benigno y variado. La función de estas

partes de la cuenca está relacionada fundamentalmente con el escurrimiento del agua, siendo frecuente en dicho ámbito la presencia de pequeñas ciudades que la circundan, dándose además como característica, una gran actividad económica (Vásquez et al., 2016, pp. 21–22).

➤ **Partes bajas**

Abarcan desde el nivel del mar hasta los 800 m s.n.m. La precipitación promedio que cae en la zona es muy escasa (<100 mm/año), su pendiente es igualmente baja. En este ámbito están los amplios valles costeros, donde se desarrolla una intensa actividad agropecuaria, así como también se ubican las medianas y grandes ciudades consumidoras. En estas zonas se ubican los grandes proyectos de irrigación con importantes sistemas de embalse. El potencial de aguas subterráneas de estas zonas es alto (Vásquez et al., 2016).

**b) División de la cuenca**

La cuenca puede subdividirse de varias formas, siendo común el uso del término subcuenca para denominar a las unidades de menor jerarquía, drenadas por un tributario del río principal. El término microcuenca se emplea para definir las unidades hidrográficas más pequeñas dentro de una cuenca principal. Esta subdivisión de las cuencas permite una mejor priorización de las unidades de intervención o tratamiento (Vásquez et al., 2016).

Subcuenca: Es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca; varias subcuentas pueden conformar una cuenca. Microcuenca: Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una Subcuenca; varias microcuencas pueden conformar una Subcuenca. Quebradas: es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca. Varias quebradas pueden conformar una microcuenca.

Agua Superficial. Toda el agua que se encuentra por encima de la superficie del terreno y que incluye el agua de los ríos, lagos, océanos, glaciares, el agua superficial se incluye en el Ciclo hidrológico. Agua Subterránea. Es el agua que se encuentra bajo la superficie de la Tierra o en la litosfera, que circula dentro de ella y que ocupa los huecos (poros) existentes entre las diferentes partículas que constituyen las rocas. El agua subterránea forma parte del Ciclo hidrológico. (Riveros, 2016)

### **2.2.2. Ecosistema**

Nava et al. (2015) expresan que el sistema ecológico o ecosistema, es la unidad funcional y estructural de la naturaleza. Existen varias definiciones de ecosistema, si bien conceptualmente son similares. El ecosistema es un arreglo de componentes bióticos y abióticos, o un conjunto de elementos relacionados de manera que actúan y constituyen una unidad. En tanto que, Smith & Smith, (2014) expresa que todos los ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos presentan tres componentes básicos: los organismos autótrofos, los consumidores y la materia abiótica. Existen diversos tipos de ecosistemas que se clasifican de acuerdo al hábitat en el que se ubican (Smith & Smith, 2014).

#### **a) Ecosistemas acuáticos**

Se caracteriza por la presencia de agua como componente principal y es el tipo de ecosistema más abundante: constituyen casi el 75 % de todos los ecosistemas conocidos. En este grupo se incluyen los ecosistemas de los océanos y la de las aguas continentales dulces o saladas, como ríos, lagos y lagunas.

#### **b) Ecosistemas terrestres**

Tienen lugar sobre la corteza terrestre y fuera del agua en diversos tipos de relieve: montañas, planicies, valles, desiertos. Existen entre ellos diferencias importantes de temperatura, concentración de oxígeno y clima, por lo que la biodiversidad de estos ecosistemas es grande y variada. Algunos

ejemplos de este tipo de ecosistemas son los bosques, los matorrales, la estepa y los desiertos.

### **c) Ecosistemas mixtos**

Smith & Smith, (2014) señalan que los ecosistemas se ubican en zonas de “intersección” de distintos tipos de terrenos, por ejemplo, en los que se combinan el medio acuático y el terrestre. Los ecosistemas mixtos también llamados híbridos, comparten características tanto de ecosistemas terrestres como de los acuáticos, y se les considera zonas de transición entre ambos tipos de ecosistemas mencionados. Los seres vivos que habitan en este tipo de ecosistemas (como los anfibios) pasan la mayor parte del tiempo en uno de los dos ecosistemas, pero requieren del otro para reposar, alimentarse o procrear. Algunos ejemplos de este tipo de ecosistemas son los manglares, los esteros y las costas.

### **d) Ecosistemas microbianos**

Son ecosistemas formados por organismos microscópicos que habitan en prácticamente todos los ambientes, tanto acuáticos como terrestres, e incluso dentro de organismos mayores, como es el caso de la flora microbiana intestinal.

### **e) Ecosistemas artificiales**

Son aquellos ecosistemas creados y/o intervenidos por el ser humano, por lo cual también se les conoce como ecosistemas antrópicos. Algunos ejemplos de estos ecosistemas, que son cada vez más comunes en nuestro planeta, son los ecosistemas urbanos, los embalses y los ecosistemas agrícolas.

#### **2.2.3. Calidad del agua**

El concepto de calidad de agua es parte de un análisis complejo, no exento de controversias, pudiéndose entender la calidad desde un punto de vista funcional (la capacidad del agua para responder a sus usos), ambiental

(las condiciones que deben darse en el agua para mantener un ecosistema equilibrado), o descriptiva (como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas). El agua es el componente más importante en el mundo sin el cual la vida no podría existir y tiene una función de sostén en muchos ecosistemas, tanto naturales como sociales. Entonces, el agua no solo es responsable del sostenimiento de la biodiversidad, sino de la humanidad misma, en su individualidad y colectividad a través de sociedades, donde el desarrollo de estas se ha visto íntimamente ligado a la utilización del recurso hídrico (Ministerio del Ambiente España, 2015, p. 212).

Los indicadores de calidad de agua se pueden clasificar de diversas maneras: Según el parámetro usado, son:

- **Físico-químicos:** se basan en parámetros físicos o químicos del agua como pueden ser el pH, los sólidos en suspensión, la temperatura, la DBO, etc., o en un conjunto de los mismos.
- **Biológicos:** está relacionado a un organismo que con su presencia informa del estado de salud del medio acuático en el cual se desarrolla su ciclo biológico organismos usados como indicadores biológicos de calidad de aguas son los siguientes: macroinvertebrados, peces, diatomeas, organismos patógenos, etc.
- **Hidromorfológicos:** evalúan, por un lado, la diferencia entre las características hidrológicas y geomorfológicas actuales de los ríos, y por el otro, las características que tendrían los ríos en ausencia de alteraciones humanas, para garantizar el buen funcionamiento del ecosistema fluvial (Loné 2016).

#### a) Parámetros de evaluación de calidad de agua

El Gobierno Peruano ha legislado sobre la calidad de agua en función al uso, incluyendo el mantenimiento de la vida acuática, recreación, el agua potable y los usos industriales. En el Perú se ha establecido los estándares de calidad ambiental (ECA), que fueron establecidos por el MINAM y estos se clasifican en cuatro categorías (Ministerio del Ambiente, 2015).

- Categoría I, la cual se subdivide en 1A (aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) y 1B (aguas superficiales destinadas a la recreación);
- Categoría II, que se subdivide en C1 (extracción y cultivo de moluscos bivalvos en aguas marino costeros), C2 (extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras), C3 (Otras actividades en aguas marino costeras) y C4 (extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas);
- Categoría III, que se subdivide en D1 (cultivo de vegetales de tallo alto y bajo) y D2 (bebida de animales); y
- Categoría IV, para conservación del ambiente acuático que se divide en E1 (lagunas y lagos), E2 (ríos) y E3 (ecosistemas marino costeros).

En la Tabla 1 se registra los indicadores fisicoquímicos e inorgánicos de la calidad de agua, para las actividades de riego que corresponde a la categoría 1 poblacional y recreacional, la cual registra subcategorías, las mismas que fueron aprobadas mediante Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N.º 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua.

**Tabla 1***Estándares de calidad de agua categorías 1 y 3 MINAM*

Parámetros	Unidad de medida	1 A Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	1 B Aguas superficiales destinadas a recreación	Riego de vegetales	Bebida de animales
Aceites y grasas	mg/L	0,5		5	10
Cianuro wad	mg/L	0,07		0,1	0,1
Cloruros	mg/L	250		500	"
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1500		2500	5000
DBO <sub>5</sub>	mg/L	3	5	15	15
DQO	mg/L	10	30	40	40
Detergentes	mg/L	0,003	0,5	0,2	0,5
Fenoles	mg/L			0,002	0,01
Fluoruros	mg/L	1,5		1	**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg./L	50	10	100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	3	1	10	10
Oxígeno disuelto	mg/L	$\geq 6$	$\geq 5$	$\geq 4$	$\geq 5$
pH	Unid. pH	6.5 – 8.5	6.0 – 9.0	6.5 – 8.5	6.5 – 8.4
Sulfatos	mg/L	250	0,05	1000	1000
Temperatura	° C	$\blacktriangle 3$		$\blacktriangle 3$	$\blacktriangle 3$
Aluminio	mg/L	0,9	0,2	5	5
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	0,7	0,7	**
Berilio	mg/L	0,012	0,05	0,1	0,1
Boro	mg/L	2,4	0,5	1	5
Cadmio	mg/L	0,003	0,01	0,01	0,05
Cobre	mg/L	2	2	0,2	0,5
Cobalto	mg/L			0,05	0,1
Cromo total	mg/L	0,05	0,05	0,1	1
Hierro	mg/L	0,3	0,3	5	-
Litio	mg/L			2,5	2,5
Manganeso	mg/L	0,4	0,1	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,01
Plomo	mg/L	0,01	0,01	0,2	0,1
Níquel	mg/L	0,07	0,02	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,01	0,01	0,02	0,05
Zinc	mg/L	3	3	2	2.4

Fuente:

## b) Calidad y cantidad de agua en una cuenca hidrográfica

La cuenca hidrográfica es la unidad de análisis y de planificación, para darle el enfoque integrado al estudio del recurso hídrico superficial y subterráneo. Es el territorio o espacio de terreno limitado por cerros, partes elevadas y montañas, de los cuales se configura una red de drenaje superficial, que en presencia de precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar (Faustino, 2000).

En una cuenca hidrográfica se da el deterioro de los suelos, bosques y agua, daño a las aguas superficiales, los cuales se reflejan como una respuesta inmediata de la cuenca a las alteraciones en la ocurrencia temporal del flujo y el deterioro de la calidad de las aguas de ríos. Los recursos naturales de una cuenca (agua, suelo, biodiversidad) son renovables si se pueden reemplazarse por la vía natural o mediante la intervención humana. Por el contrario, son no renovables cuando no se les puede reemplazar en un periodo de tiempo significativo en términos de las actividades humanas a que están sometidos (Ramakrishna, 2002).

### Figura 2

*Factores que influyen en la calidad del agua en una subcuenca*



Fuente:

### c) Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua

#### ➤ Conductibilidad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) es la capacidad del agua de conducir electricidad. Está relacionada con la presencia de sales en solución, que mediante su disociación es capaz de transportar la energía eléctrica si se somete a un campo eléctrico (Padilla Arzaluz, 2017). Según Dorronsoro (2001) la conductividad eléctrica expresa la concentración total de sales solubles contenidas en las aguas. La conductividad eléctrica se puede expresar en diferentes unidades (Siemens/cm, mhos/cm) y sus equivalencias son las siguientes:  $1000 \mu\text{S/cm} = 1 \text{ milimhos/cm}$ .

#### ➤ Temperatura

Es un indicador de la calidad el agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico como el pH, déficit de oxígeno, conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. Tiene una gran importancia, de forma que el aumento de está, modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q10). Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada "in situ" (Jiménez, et.al, 2002).

La temperatura está determinada por la cantidad de energía calórica (ondas del infrarrojo que es absorbida por un cuerpo de agua, es el promedio de la velocidad media del movimiento de átomos, iones o moléculas en una sustancia o combinación de sustancias en un momento determinado (Jiménez, A. , Barba, 2002).

➤ **Turbidez**

La turbidez es una medida del grado en el que, el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua. Es la medida de cuántos sólidos (arena, arcilla y otros materiales) hay en suspensión en el agua mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez. Las partículas suspendidas también ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas. Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua. Algunos de estos son: partículas de suelo (tierra) suspendidas en el agua de la erosión, sedimentos depositados en el fondo, descargas directas a cuerpos de agua (desagües), escorrentía urbana (Toro, 2012).

➤ **Potencial de hidrogeno (pH)**

Romero et.al (2011) define como las concentraciones de las soluciones, son casi siempre menos que un mol/litro, el logaritmo de la concentración es casi siempre un número negativo. Pero como es preferible trabajar con números positivos del 1 al 10, la concentración del ion hidrógeno se expresa comúnmente como pH, que en solución diluida está dado por la relación aproximada:  $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$ . Así una solución con una concentración de iones hidrógeno de  $1,0 \times 10^{-5}$  moles/litro tiene  $\text{pH}=5,00$ . Debido al error inherente a la escala práctica de pH, muy rara vez estos valores pueden tener una exactitud mayor de + 0,01, que corresponde a + 2% en  $[\text{H}^+]$ .

➤ **Oxígeno disuelto (OD)**

Un nivel alto de oxígeno disuelto indica que el agua es de buena calidad, es el indicador para medir la contaminación por desechos o residuos orgánicos. Si la fuente de agua está contaminada contiene microorganismos, bacterias y materia orgánica, malos olores si la concentración de oxígeno disuelto disminuye lo que indica es que el agua es de mala calidad. Las aguas corrientes superficiales no

contaminadas suelen estar bien oxigenadas, e incluso sobresaturadas (>7 - 8 mg/l de O<sub>2</sub>). El valor de oxígeno fluctúa entre los siguientes niveles de concentración (Peña Pulla, 2007).

- 5 a 6 ppm: hay oxígeno suficiente para la mayor parte de las especies.
- < 3 ppm: dañino para la mayor parte de las especies.
- < 2 ppm: fatal para la mayor parte de las especies.

El OD se expresa en porcentaje de saturación, esto se debe al hecho de que el OD varía mucho en función de la temperatura y de la altitud. Para una temperatura de 20 °C, por ejemplo, el tenor de saturación es de 9,2 mg/L para el nivel del mar; 8.6 mg/L para 500 m de altitud y 7.4 mg/L para 1000 m de altitud a esa temperatura (Espinoza et al., 2014).

Es importante señalar que, al aumentar la temperatura, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Cuando el agua contiene todo el oxígeno disuelto a una temperatura dada, se dice que está 100 %, saturada de oxígeno. El agua puede estar sobresaturada de oxígeno bajo ciertas condiciones ("rápidos de agua blanca", o cuando las algas crecen y producen oxígeno más rápidamente del que puede ser usado o liberado a la atmósfera). El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos.

## ➤ **Sólidos totales suspendidos**

Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visible la materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional (DIGESA, 2008) . Los análisis de sólidos son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan su vertido.

Los “sólidos totales” es la expresión que se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporización de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida (DIGESA, 2008). Las sustancias no disueltas usualmente se denominan materia suspendida o sólidos suspendidos, pocas veces se realizan pruebas de sólidos suspendidos, estos generalmente se evalúan por medición de turbiedad, los sólidos suspendidos y los volátiles se emplean para evaluar la concentración de los residuos domésticos industriales (DIGESA, 2008).

Los sólidos son los materiales suspendidos o disueltos en aguas limpias y aguas residuales. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional (DIGESA, 2008).

➤ **Sólidos totales disueltos**

Es una medida de las sales disueltas en una muestra de agua después de la remoción de sólidos suspendidos; también se define como la cantidad de residuos remanentes, después que la evaporación del agua. Es común observarlos en terrenos agrícolas que han sufrido procesos fuertes de escorrentía (DIGESA, 2008).

➤ **Nitrógeno total (NT)**

El nitrógeno total es la suma del nitrógeno orgánico, amonio, nitrito y nitrato. El agua residual doméstica suele contener 20-50 mg/L de nitrógeno total (Cárdenas et al. 2013).

➤ **Amonio (NH<sub>4</sub>)**

El amonio presente en el medio ambiente procede de procesos metabólicos, agropecuarios e industriales, así como de la desinfección con cloramina. Las concentraciones naturales en aguas subterráneas y superficiales suelen ser menores que 0.2 mg/l, pero las aguas subterráneas anaerobias pueden contener hasta 3 mg/l y la ganadería intensiva pueden generar concentraciones muchos mayores en aguas superficiales. También pueden producir contaminación con amonio los revestimientos de tuberías con mortero de cemento. El amonio es un indicador de posible contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de animales. El agua residual doméstica suele contener 12-40 mg/L de amonio (OMS 2003).

➤ **Nitritos (NO<sub>2</sub>)**

El origen de nitritos en aguas superficiales se da por procesos de mineralización y nitrificación de la materia orgánica por bacterias, y para el caso de aguas subterráneas se originan por medio de infiltración de aguas residuales ricas en fertilizantes en los acuíferos e Infiltración de vertidos industriales (D' Angelo 2016). Los nitratos son sales muy solubles derivadas del nitrógeno. La principal fuente de nitratos es la

agricultura donde se utilizan como componente de abonos y fertilizantes nitrogenados, además también son originados por excretas de animales, descargas de desechos sanitarios e industriales y su uso como aditivos alimentarios (conservas de pescado y carnes). El nitrato está también presente en el agua de forma natural pudiendo incrementar su concentración por actividades humanas. Los nitratos se disuelven fácilmente en el agua y llegan así al suministro de agua de consumo humano y no confieren ningún sabor u olor a las aguas de bebida (D'Angelo, 2016).

➤ **Compuestos fosforados Fósforo Total (FT)**

La concentración de fósforo total mide la cantidad de fósforo disponible en forma orgánica e inorgánica, disuelta y particulada en los sistemas acuáticos. El fósforo total es la suma de los compuestos de las tres formas de fósforo, las aguas residuales domésticas tienen una concentración de fósforo total de aproximadamente 5-15 mg/L, es importante reseñar que la descarga tanto de fósforo como de nitrógeno debe ser controlada porque puede provocar un crecimiento excesivo de algas en las aguas receptoras (Teixeira et al. 2013).

➤ **Fosfato (PO<sub>4</sub>)**

Los fosfatos son la forma más habitual de encontrar el fósforo en el agua, los podemos encontrar en solución, en forma de partículas o incluso en los organismos acuáticos. El origen de dicha presencia puede ser muy variado, como es el caso más habitual en forma de aditivo a detergentes por el lavado de la ropa o limpieza en general (Vargas 2013).

Desgraciadamente el uso de fertilizantes o abonos orgánicos, los llamados fitosanitarios con presencia de fosfatos también influyen, de manera negativa, en la presencia de éstos en agua, ya que por percolación llegan a los acuíferos naturales. Los fosfatos orgánicos se forman principalmente en procesos biológicos, y van a parar al agua

como residuos domésticos. El fósforo es esencial para el crecimiento de los organismos, incluso su falta puede implicar la inhibición de dicho organismo en el agua (Novotny 2003).

➤ **Sulfato (SO<sub>4</sub>)**

Los sulfatos suelen ser sales solubles en agua, por lo que se distribuyen ampliamente en la naturaleza y pueden presentarse en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones, su origen se debe fundamentalmente a los procesos de disolución de las tizas, existentes en el terreno, en el agua subterránea (Bustamante 2015).

➤ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La demanda química de oxígeno es un parámetro importante de la calidad del agua porque, al igual que la DBO, proporciona un índice para evaluar el efecto que las aguas residuales vertidas tendrán en el ambiente receptor. Los niveles más altos de DQO significan una mayor cantidad de material orgánico oxidable en la muestra, lo que reducirá los niveles de oxígeno disuelto (OD). Una reducción en (OD) puede conducir a condiciones anaeróbicas, que es perjudicial para formas de vida acuáticas más altas (Astonitas 2018).

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) Es la cantidad de oxígeno en mg/l que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por organismos unicelulares. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales. El valor de DBO se expresa con mayor frecuencia en miligramos de oxígeno consumido por litro de muestra durante 5 días de incubación a 20 ° C y se usa a menudo como un sólido sustituto del grado de contaminación orgánica del agua (Cisterna et al. 2017). Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes, cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla) (Raffo et al. 2014).

#### 2.2.4. Los bosques de ribera

Son aquellas formaciones boscosas que crecen en las márgenes de los ríos o en sus llanuras de inundación, donde las características del suelo, en especial el nivel freático tiene una amplia influencia por la dinámica fluvial (Elosegi y Díez, 2009). La composición florística, como la estructura y disposición, varía progresivamente a lo largo del eje longitudinal del río, por lo que es posible diferenciar una vegetación característica de los tramos altos, medios y bajos. Los bosques de ribera son ecotonos entre el ambiente acuático y el terrestre, con características singulares para el funcionamiento del sistema acuático. Proveen numerosos servicios ecosistémicos, proporcionan sombra, ayudan a regular la temperatura del agua y a mantenerla bien oxigenada. Adicionalmente, hacen las veces de filtro, al retener partículas y nutrientes que llegan por escorrentía, lo que tiene un efecto directo sobre la calidad del agua (Meza et al., 2012; De Souza et al., 2013; Tanaka et al., 2016). Pueden aumentar la cantidad de agua retenida durante las crecidas y disminuir su velocidad lo que limita la erosión en sus márgenes e inciden sobre la forma del cauce (Veiga de Cabo et al., 2008).

También proveen materia orgánica como hojas, frutos, flores, recursos alimentarios para los organismos lóticos y ramas y troncos que aumentan la complejidad estructural, al favorecer la retención de partículas y la creación de nuevos hábitats. Los bosques de ribera ofrecen hábitats a especies que están ligadas a los ríos y a la vez actúan de corredores para el movimiento entre parches de vegetación en un paisaje fragmentado (Robert, et al, 2006).

Por las razones expuestas anteriormente, los bosques de ribera son elementos claves, a los que se les debe aplicar herramientas sencillas, a la hora de realizar diagnósticos, para la toma de decisiones, lo que permitirá la calidad de los ríos y su integridad biológica (Fernández, et, al., 2009).

La caracterización de la calidad hidromorfológica según la Directiva Marco del Agua (European Commission 2000) (en adelante DMA), incluye la evaluación de la estructura física (morfometría fluvial y estructura del bosque de ribera), así como el régimen de caudales asociados a los ecosistemas fluviales. La hidro morfología es la base de cualquier sistema fluvial, ya que es un elemento que estructura las comunidades y procesos biológicos que se dan en el sistema. Los ríos se caracterizan por ser sistemas dominados por el flujo unidireccional del agua, junto con las conexiones laterales de ribera y con el freático, y cambian constantemente a causa de las variaciones del caudal (Agencia Cataluna del Agua, 2006).

#### **2.2.5. Índices para determinar el estado de las riberas de los sistemas acuáticos**

Las áreas ribereñas son ecosistemas amenazados por la pérdida de cobertura vegetal que afecta las funciones, servicios y bienes que proporciona. Diferentes autores proponen diferentes metodologías para el estudio de la ribera, por ejemplo:

##### **a) Índice Hidrogeomorfológico (IHG)**

Propuesto por Ollero et al., (2008), es una herramienta que complementa índices de ribera no específicamente hidro geomorfológicos. Permite valorar la calidad funcional del sistema fluvial, del cauce y de las riberas de los sistemas fluviales. Es un índice basado en las presiones e impactos antrópicos sobre los elementos, procesos y funciones hidro geomorfológicas. Para su aplicación se requiere la participación de expertos en dinámica fluvial, tener conocimiento previo del sistema y realizar observaciones y mediciones sobre fotografía aérea actuales y antiguas o tener datos hidrológicos.

##### **b) Índice de Calidad de las Zonas Riparianas (RQI)**

Considera la estructura y dinámica de la zona riparianas en un contexto hidrológico y geomorfológico, considerando aspectos como la

interconexión río-acuífero (González Del Tanago et al., 2006). Es funcional en cauces pequeños.

**c) Índice del Bosque de Ribera (RFV)**

Propuesto para ríos permanentes, fue desarrollado por Magdaleno, Martínez y Roch (2010). Este índice se centra en la evaluación de la integridad ecológica del bosque ripario, considerando entre sus componentes la continuidad longitudinal, la continuidad transversal, la complejidad del bosque de ribera y regeneración del bosque ripario. Dentro de la aplicación del RFV incluye la utilización de métodos de sistemas de información geográfica (SIG) y percepción remota.

**d) Índice de Calidad de Ribera (qualitat del bosc de ribera - QBR)**

Es un índice sencillo se centra en cuatro aspectos fundamentales: grado de cubierta vegetal de la zona riparia, estructura de la cubierta, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial. Estos aspectos se califican independientemente y generan un valor del estado del bosque como indicador de conservación y generador de servicios ambientales. Se debe tener en cuenta que para el cálculo del QBR, se consideran las dos márgenes del sistema lótico, como una única unidad (Munné et al., 1998). Sin embargo, índices como el QBR permiten dar un estado de la calidad de ribera, al valorar las condiciones de la ribera con elementos como cobertura riparia, calidad de la cobertura y estructura del bosque y las condiciones del cauce al valorar la naturalidad del cauce, de forma sencilla, rápida y práctica. Además, quien lo aplica, como mínimo debe tener claridad sobre algunos conceptos y reconocer las especies alóctonas presentes.

**e) Índice de calidad del bosque de ribera (QBR)**

El QBR es un índice de aplicación rápida y sencilla, que integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable y los utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas. Se

estructura en cuatro bloques independientes, cada uno de los cuales valora diferentes componentes y atributos del sistema: 1) el grado de cubierta vegetal de las riberas; 2) la estructura vertical de la vegetación; 3) la calidad y la diversidad de la cubierta vegetal y 4) el grado de naturalidad del canal fluvial. Cada bloque recibe una puntuación entre 0 y 25, y la suma de los cuatro bloques da la puntuación final del índice, que expresa el nivel de calidad de la zona de estudio. En la puntuación del QBR suman todos los elementos que aportan cierta calidad al ecosistema de ribera, y resta todo aquello que supone un distanciamiento respecto a las condiciones naturales. El QBR es pues una medida de las diferencias existentes entre el estado real de las riberas y su estado potencial, de modo que el nivel de calidad es máximo sólo cuando las riberas evaluadas no presentan alteraciones debidas a la actividad humana.

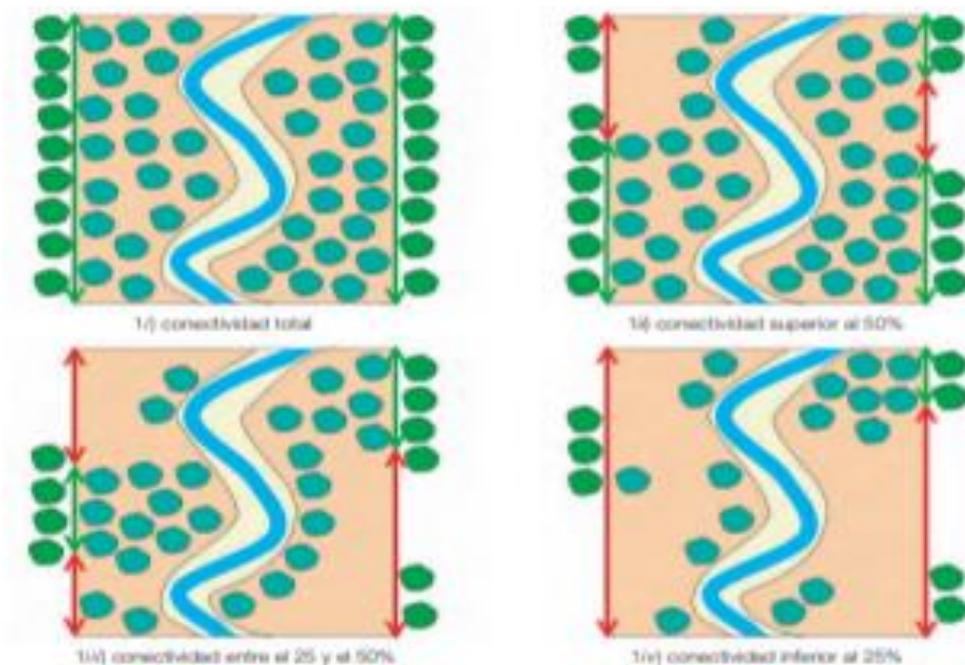
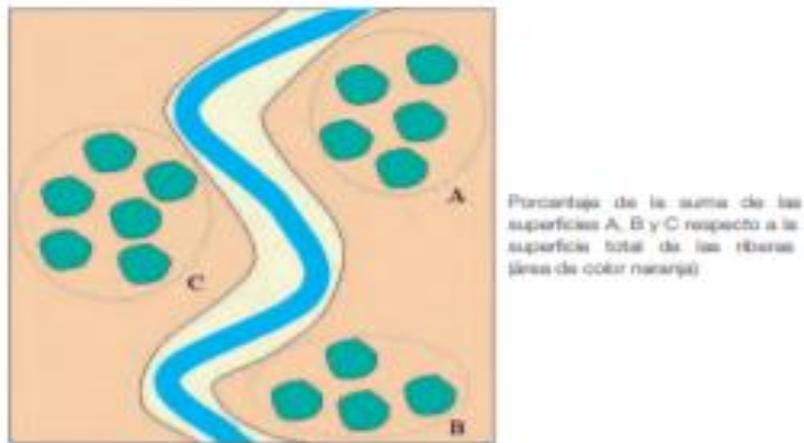
Para poder desarrollar el índice de calidad de bosque de ribera debe de seguirse los siguientes pasos:

### **1. *Cálculo del grado de cobertura riparia***

Se contabiliza el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideran ambos lados del río de forma conjunta y se tiene presente la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente, para sumar o restar puntos (Figura 3). En este bloque se destaca el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera; por lo tanto, interesa dar puntaje al cubrimiento vegetal del terreno, sin tener en cuenta su estructura vertical. Es necesario aclarar que los caminos sin asfalto de menos de 4 m de ancho no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.

**Figura 3**

*Esquema para calcular el grado de cobertura riparia*



Fuente:

## **2. Estructura de la cobertura**

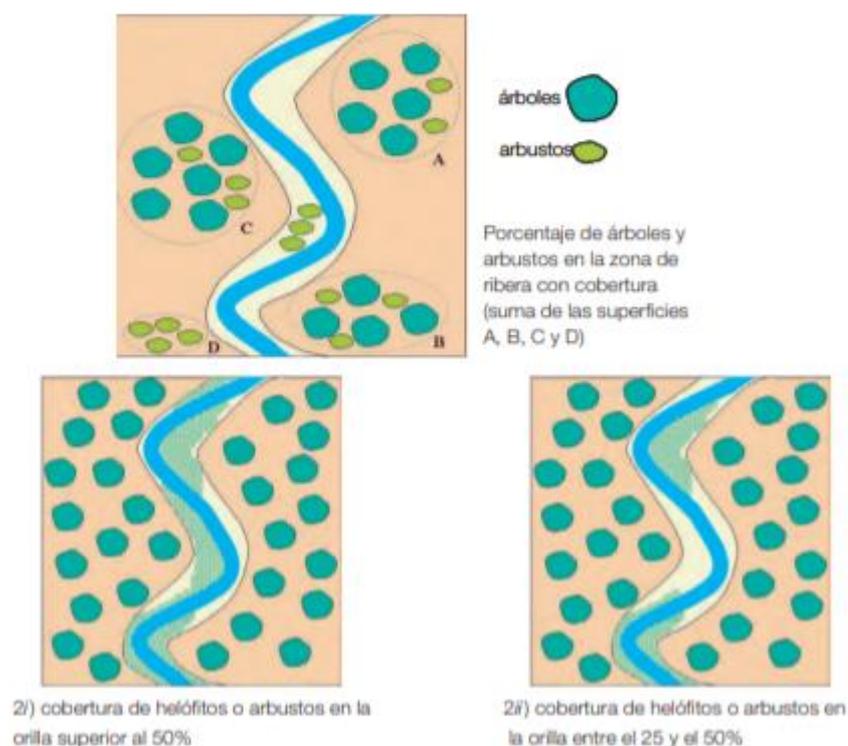
En este bloque se evalúa la complejidad de la vegetación, lo que a su vez puede estar determinando una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona. La puntuación se realiza según el porcentaje de cubrimiento de árboles y, en ausencia de estos, de arbustos, sobre la totalidad de la zona a estudiar (Figura 4). Es necesario considerar las riberas de ambos márgenes del río; enseguida se califican elementos como la linealidad al

pie de los árboles (síntomas de plantaciones), o coberturas distribuidas no uniformemente y que forman manchas, se penalizan en el índice, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.

#### Figura 4

*Esquema para determinar la estructura de la cobertura*

##### Estructura de la cobertura



Fuente:

### 3. Calidad de la cobertura

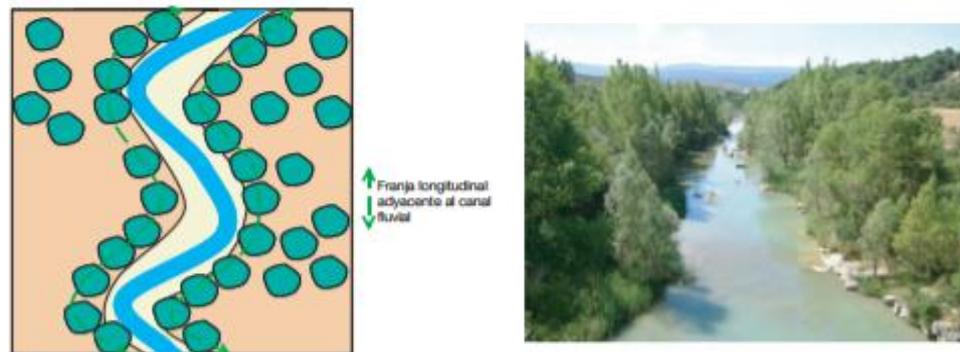
El paso inicial es determinar el tipo geomorfológico. En esta parte se asigna puntuación al margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma. La puntuación final se obtiene sumando los valores de ambos márgenes y complementando este valor con las restas y las sumas de los apartados inferiores (si es necesario). La presencia de islas en el río disminuye la puntuación, mientras que la presencia de un suelo rocoso y duro con baja potencialidad para enraizar una buena vegetación de ribera, la incrementa. Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico se

cuenta el número de especies arbóreas autóctonas presentes en la ribera. Los bosques en forma de túnel a lo largo del río aumentan la puntuación, dependiendo del porcentaje de recubrimiento a lo largo del tramo estudiado. La disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, es decir, en grupos que se van enlazando, desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera, también aumentan el valor del índice (Figura 5).

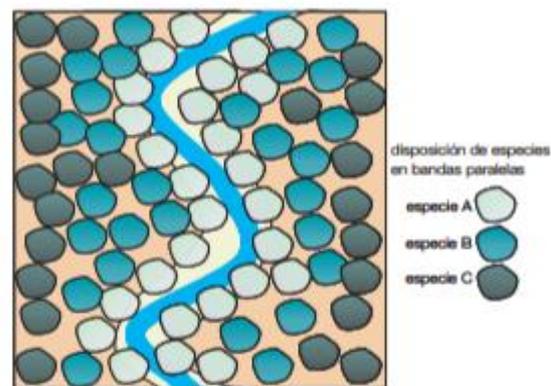
### Figura 5

*Esquema para determinar la calidad de la cobertura*

#### Calidad de la cobertura



3i) continuidad longitudinal de la comunidad de ribera a lo largo del canal



3ii) disposición de las especies de ribera en bandas paralelas al río

Fuente:

#### 4. Grado de naturalidad del canal fluvial

Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas presentes producen modificaciones de las terrazas adyacentes al río. Esto puede reducir el cauce y aumentar la pendiente de los márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, entre otros, los signos de alteración son más evidentes y la puntuación disminuye.

**Tabla 2**

*Niveles de Calidad del Índice de Ribera (QBR)*

Nivel de Calidad	Parámetros	Valor índice QBR	Coloración DMA 2000/60/CE
Muy bueno	Bosque de ribera sin alteracion estado natural	> 95	Azul
Bueno	Bosque ligeramente perturbado	75 - 90	Verde
Moderado	Inicio de alteración importante	55 - 70	Amarillo
Deficiente	Alteracion fuerte	30 - 50	Naranja
Malo	Ddegradación extrema	< 25	Rojo

Fuente:

#### 2.2.6. Bioindicadores

Los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres. Los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva (Bartram & Ballnace, 1995).

Los organismos vivos que habitan en los cursos de agua presentan adaptaciones evolutivas a unas determinadas condiciones ambientales, y presentan unos límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas. Estos límites de tolerancia varían, y así, frente a una determinada alteración se encuentran organismos sensibles que no soportan las nuevas condiciones impuestas, comportándose como intolerantes, mientras que

otros, que son tolerantes, no se ven afectados. Si la perturbación llega a un nivel letal para los intolerantes, estos mueren y su lugar será ocupado por comunidades de organismos tolerantes. Del mismo modo, aun cuando la perturbación no sobrepase el umbral letal, los organismos intolerantes abandonan la zona alterada, con lo cual dejan espacio libre que puede ser colonizada por organismos tolerantes. De modo que, variaciones inesperadas en la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos de los ríos pueden interpretarse como signos evidentes de algún tipo de contaminación.(Alba-Tercedor & Sanchez-Ortega, 1988)

Peces, algas, protozoos y otros grupos de organismos han sido recomendados por el uso de valorar la calidad de agua, pero los macroinvertebrados son el grupo más frecuentemente usado. Hellawell J. (1986), enumera las principales razones para su uso como indicadores biológicos: a) Sensibilidad y rapidez en la reacción ante distintos contaminantes con una amplia gradación en la respuesta frente a un variado espectro de clases y grados de estrés. b) Ubicuidad, abundancia y facilidad de muestreo tamaño adecuado para su determinación en laboratorio. c) Carácter relativamente sedentario, reflejando las condiciones locales de un tramo fluvial. D) Fases del ciclo de vida suficientemente largas como para ofrecer un registro de la calidad medioambiental. e) Gran diversidad de grupos faunísticos con numerosas especies, entre las cuales siempre habrá alguna que reaccione ante un cambio ambiental.

#### **a) Macroinvertebrados bentónicos**

Los macroinvertebrados acuáticos son todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Sus poblaciones están conformadas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos principalmente. Se les denomina macroinvertebrados, porque su tamaño va de 0.5 mm hasta alrededor de 5.0 mm, por lo que se les puede observar a simple vista. Es un hecho que la composición de las comunidades de macroinvertebrados refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos; por ello, los métodos de evaluación

basados en dichos organismos han sido ampliamente utilizados desde hace varias décadas como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua (Roldán, 2016).

La evaluación de la calidad del agua se ha realizado tradicionalmente basada en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Sin embargo, en los últimos años, muchos países han aceptado la inclusión de los macroinvertebrados para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos. Para el ecólogo, un ecosistema acuático es un sistema funcional en el cual hay un intercambio cíclico de materia y energía entre los organismos vivos y el ambiente abiótico. Por lo tanto, la biología y la química, están estrechamente relacionadas; en la evaluación de las aguas naturales y contaminadas juegan papeles complementarios (Roldán, 2016).

El conocimiento de las características y abundancia de los organismos bentónicos en un sistema acuático es fundamental para relacionados con las condiciones del medio. Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en zonas tropicales son muy similares a las comunidades de zonas templadas. El grupo más grande de los macroinvertebrados acuáticos en aguas continentales son los insectos, los cuales son valiosos indicadores, considerados los más diversos en contraste con los peces e insectos terrestres (Thorne & Williarns, 2015).

De todos los organismos que se encuentran dentro de un sistema acuático los macroinvertebrados bentónicos ofrecen ventajas para ser usados como indicadores de contaminación (Figuroa et al., 2013), ya que: a) Se encuentran en todos los ecosistemas acuáticos, por lo que favorecen los estudios comparativos. b) Su naturaleza sedentaria, permite un análisis espacial efectivo de los efectos de las perturbaciones. c) Presenta ventajas técnicas asociadas a los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras que pueden ser realizados con equipos simples. d) La taxonomía de muchos grupos es ampliamente conocida. e) Existen numerosos métodos para el análisis de datos, como índices bióticos y de diversidad.

## b) Importancia ecológica de los macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados son considerados un eslabón importante en la cadena trófica, especialmente para peces. Un alto número de invertebrados se alimentan de algas y bacterias, las cuales se encuentran en la parte baja de la cadena alimentaria. Algunos deshacen hojas y se las comen mientras otros comen materia orgánica presente en el agua. Debido a la abundancia de los macroinvertebrados bénticos, en la cadena alimentaria acuática, ellos juegan un papel crítico en el flujo natural de energía y nutrientes. Al morir los macroinvertebrados bénticos, se descomponen dejando atrás nutrientes que son aprovechados por plantas acuáticas y otros organismos que pertenecen a la cadena (Roldan, 2003).

## c) Descripción de los principales órdenes de macroinvertebrados comunes

- **Ephemeroptera:** Las ninfas de ephemeroptera viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; sólo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general se consideran indicadores de buena calidad del agua (Roldan, 2003).
- **Plecóptera:** Las ninfas de los Plecóptera viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Se ha observado en ciertos casos que son especialmente abundantes en riachuelos con fondo pedregoso, de corrientes rápidas y muy limpias situadas alrededor de los 2000m de altura. Son, por tanto, indicadores de aguas muy limpias y oligotróficas (Roldan, 2003).
- **Trichoptera:** En los ambientes acuáticos especialmente ríos y quebradas, los Trichoptera juegan un papel importante, tanto en las cadenas alimentarias como el reciclaje de nutrientes. Debido a su gran diversidad y el hecho de que las larvas poseen distintos ámbitos de tolerancia y según la familia o el género al que pertenecen, son muy útiles como bioindicadores de calidad de agua y la salud del ecosistema (Springer, 2011).

- **Coleóptera:** La mayoría de Coleóptera acuáticos viven en aguas continentales lólicas y lénticas. En las zonas lólicas los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arena y la vegetación sumergida y emergente. Las zonas más ricas son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones de oxígeno alto y temperaturas medias. (Roldan, 2003).
- **Odonata:** Viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas, por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Roldan, 2003).

#### **d) Empleo de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua**

Las siguientes son las razones por las cuales se consideran los macroinvertebrados como los mejores indicadores de calidad del agua: son abundantes, de amplia distribución y fáciles de recolectar; son sedentarios en su mayoría y, por tanto, reflejan las condiciones de su hábitat; son relativamente fáciles de identificar; representan los efectos de las variaciones ambientales de corto tiempo; proporcionan información para integrar efectos acumulativos; poseen ciclos de vida largos (semanas y/o meses); se reconocen a simple vista; pueden cultivarse en el laboratorio; responden rápidamente a los tenses ambientales y varían poco genéticamente (Roldán, 2016).

#### **2.2.7. Índices Bióticos**

Entre las mediciones de calidad de agua, basadas en macroinvertebrados, tenemos los siguientes: índice Biótico de Familias (IBF), índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera) Biological Monitoring Working Party (BMWP) y parámetros fisicoquímicos.

### a. Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)

Este es un índice de fácil utilización y de aplicabilidad, las familias de los macroinvertebrados acuáticos se ordenan en 10 grupos siguiendo un gradiente de menor a mayor tolerancia a la contaminación. A cada familia se le hace corresponder una puntuación que oscila entre 10 y 1. Con este sistema de puntuación es posible comparar la situación relativa entre estaciones de muestreo (Alba-Tercedor 1996).

**Tabla 3**

*Valores del índice de BMWP, según los rangos de calidad de agua*

Calificación	Valores	Color	Calidad Biológica
Aguas muy limpias	$\geq 100$	Azul	Bueno
Aguas con signos de estrés	61 - 100	Verde	Aceptable
Aguas contaminadas	36 - 60	Amarillo	Regular
Aguas muy contaminadas	16 - 35	Naranja	Malo
Aguas extremadamente contaminadas	$\leq 15$	Rojo	Pésimo

Fuente: Prat. et.al. (2000)

### b. Índice Biótico Andino (ABI)

La principal ventaja de utilizar el índice ABI es que permite utilizar a los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua, a partir de información taxonómica a nivel de familia y es específico para las zonas andinas (> 2,000 m s.n.m.). Además, la metodología requiere solo de datos cualitativos, (presencia o ausencia de familias), lo que hace de ella una alternativa económica, sencilla y que requiere de poca inversión de tiempo (Roldán 2003). Suelen ser específicos para un tipo de contaminación y/o región geográfica, y se basan en el concepto de los organismos indicadores.

**Tabla 4**

*Clases de estado ecológico, según Índice Biótico Andino*

Rangos	Estado Ecológico	Color
> 74	Muy bueno	Azul
45 - 74	Bueno	Verde
27 - 74	Moderado	Amarillo
< 27	Malo	Anaranjado
< 11	Pésimo	Rojo

Fuente:

### 2.2.8. Monte ribereño

Son comunidades propias de las riberas de todos los ríos, quebradas, etc., las plantas de las orillas o riberas de las diferentes masas de aguas continentales (ríos, lagunas, manantiales, quebradas, etc.), hechas algunas excepciones, no son plantas realmente acuáticas, tiene necesidad y especialmente sus raíces soportan y necesitan una gran cantidad de humedad. Todos los montes ribereños, nombre con el cual son también conocidos es un tipo de comunidades vegetales y poseen más o menos los mismos elementos florísticos, con ligeras diferencias en la mayor o menor concentración de sus especies (Mostacero et al., 2007).

#### a. Fauna y flora de monte ribereño

Las comunidades ribereñas en la subcuenca del río Chucchún, son ricas tanto en la flora y fauna. Así tenemos en la flora especies como: *Equisetum bogotense* o 'cola de caballo', *Adiantum henslovianum* o 'culantrillo', *Alnus acuminata* o 'aliso', *Rumex crispus* o 'lengua de vaca', *Rorippa nasturtium – aquaticum* o 'berro', *Wigandia urens* o 'ortiga', *Cestrum auriculatum* o 'hierba santa', *Baccharis salicifolia* o 'chilco', *Salix chilensis* 'sauce', *Schinjus molle* o 'molle', *Cortaderia rudiusscula* o 'cortadera' y *Paspalum racemoso* o 'nudillo'.

La fauna de estas comunidades, está representada por una riqueza íctica, así también se tiene a la Anfibia fauna con *Bufo spinulosus* o 'sapo'

dentro de los reptiles se tiene a *Microlophus occipitalis* o 'lagartija', *Mastigodryas heatlhii* o 'culebra corredora'. Dentro de las aves se observa con frecuencia *Columba livia* o 'paloma común', *Zenaida meloda* o 'cuculí', etc.

## 2.3. Definición de términos básicos

### a) Antropogénico

Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles (Gómez, 2016).

### b) Factor abiótico

El término abiótico, de hecho, se emplea en la biología y la ecología para designar a todo aquello que no forme parte o sea producto de la vida orgánica tal y como la conocemos. Estos elementos presentes en el medio ambiente se denominan también factores inertes, como el geológico o geográfico. Un ecosistema determinado se compone de la suma de estos dos tipos de factores: los bióticos (contemplados en la biocenosis) y los abióticos (contemplados en el biotopo). Ambos tipos de factores, no obstante, pueden diferenciarse con fines de estudio, pero poseen densas y variadas relaciones en la realidad: los factores abióticos inciden sobre los bióticos y modelan el curso de su evolución (a través de procesos de adaptación, por ejemplo, o de selección natural) y a su vez los factores bióticos alteran la naturaleza de los primeros.

### c) Esfuerzo de muestreo

Es el tiempo que se dedica al muestreo en el campo esta es medida en horas hombre se da por cada unidad muestral debe de tener en cuenta las consideraciones de cada metodología.

#### **d) Transectos**

El método de transectos es similar al de puntos de conteo con la diferencia de que el evaluador registra las aves detectadas mientras camina en línea recta o dentro de una franja, sin retroceder, detenerse o mirar hacia atrás. Puede utilizarse como alternativo al método de puntos de conteo cuando el ambiente sea abierto y ampliamente homogéneo.

#### **e) Subcuenca**

Conjunto de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente (Ordoñez Gálvez, 2011).

#### **f) Evaluación biológica de la calidad del agua**

Los organismos vivos que habitan en los cursos de agua presentan adaptaciones evolutivas a unas determinadas condiciones ambientales, y unos límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas. Estos límites de tolerancia varían, y así, frente a una determinada alteración se encuentran organismos “sensibles” que no soportan las nuevas condiciones impuestas, comportándose como “intolerantes”, mientras que otros, que son “tolerantes” no se ven afectados. Si la perturbación llega a un nivel letal para los intolerantes, estos mueren y su lugar es ocupado por comunidades de organismos tolerantes. Del mismo modo, aun cuando la perturbación no sobrepase el umbral letal, los organismos intolerantes abandonan la zona alterada, con lo cual dejan espacio libre que puede ser colonizado por organismos tolerantes. De modo que, variaciones inesperadas en la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos de los ríos pueden interpretarse como signos evidentes de algún tipo de contaminación (Alba Tercedor J., 1996).

#### **g) Índices bióticos**

Los índices bióticos son una de las maneras más comunes de establecer la calidad biológica de los ríos. Se suelen expresar en forma de un valor numérico único que sintetiza las características de todas las especies

presentes. Habitualmente consisten en la combinación de dos o tres propiedades de la asociación: la riqueza de taxa y la tolerancia/intolerancia a la contaminación para los índices cualitativos, y estos junto a la abundancia (absoluta o relativa) para los índices cuantitativos. (Prat, Ríos, Acosta & Rieradevall, 2009).

#### **h) Índice biótico andino**

Son índices bióticos basados en la tolerancia de los macroinvertebrados a la contaminación; han sido ampliamente utilizados para evaluar la calidad del agua de los ríos. Debido a la creciente presión humana sobre los ecosistemas acuáticos en los andes, con áreas densamente pobladas, hay necesidad de métodos, efectivos y económicos, para evaluar el impacto de las actividades humanas en estas zonas. Dadas las características ecológicas y geográficas únicas de los Andes, los índices de macroinvertebrados utilizados en otras regiones deben adaptarse con cautela (Domínguez & Fernández, 2009).

#### **i) Metales pesados**

Se definen como metales pesados a aquellos elementos químicos que tienen una densidad mayor que  $5 \text{ g/cm}^3$  o cuyo número atómico es superior a 20 (excluyendo a los metales alcalinos y alcalino-térreos) (Bailey, Olin, Bricka & Adrian, 1999).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Descripción del área de estudio**

La provincia de Carhuaz, políticamente se ubica en el departamento de Ancash, forma parte del “Callejón de Huaylas” y cuenta con 11 distritos. Se localiza a una altitud de 2,638 m s.n.m., según sus límites territoriales referenciales abarca una superficie de 803.95 km<sup>2</sup>, que representa el 2.24 % del área total del departamento, su capital es la ciudad del mismo nombre, Carhuaz. El espacio territorial de la provincia de Carhuaz, está comprendido en la parte media de la cuenca del río Santa, conformado por las microcuencas de los ríos Quebrada Honda, Chucchún y Buín, por la margen derecha, Poyor, San Luis y Ampu, por la margen izquierda, incluyendo sus respectivos interfluvios; abarca una superficie aproximado de 835.17 km<sup>2</sup> , es decir, el 6.96 % del área total de la cuenca del río Santa (Gobierno Regional de Ancash, 2017). La cuenca Hualcán, objeto de estudio, es la correspondiente al río Chucchún, su superficie aproximada es de 55.5 km<sup>2</sup> y varía altitudinalmente entre los 2,639 y 6,117 m s.n.m., este río nace en la Laguna 513, a 4,428 m s.n.m., situada al pie del nevado Hualcan (6,104 m s.n..m.).

#### **3.2. Tipo de investigación**

Según su alcance la investigación es descriptiva, según el propósito de estudio: No experimental. Es no experimental y de tipo correlacional, pues intenta

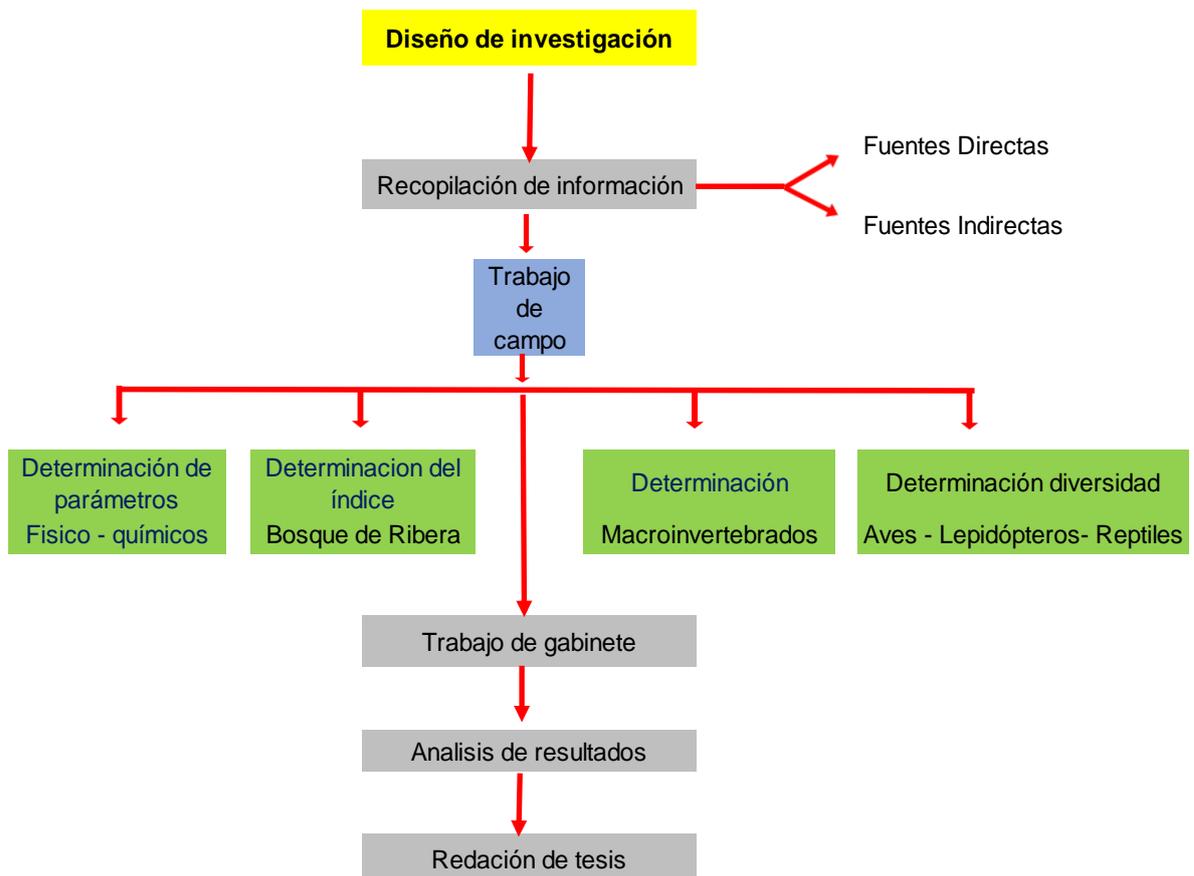
analizar el grado de relación entre las variables de estudio. Corresponde a un diseño de tipo *ex postfacto* transversal, en vista que se centra en medir las relaciones entre variables (Hernández, Fernández & Baptista, 1998). Según la cronología de la investigación: Prospectivo – Correlacional. Según el número de medición: Transversal.

### 3.3. Diseño de investigación

En la Figura 6 se presenta el esquema de la investigación desarrollada.

**Figura 6**

*Esquema del diseño de investigación*



### 3.4. Métodos o técnicas

Se seleccionaron 5 estaciones de muestreo (EM) (Anexo 1) con base a la información levantada directamente en campo, considerando las variables: altitud, usos del agua, cobertura vegetal, actividades antrópicas y accesibilidad a la zona. Se realizaron 2 campañas de muestreo, entre los meses de abril y noviembre de 2020, correspondientes a los periodos de precipitación y estiaje respectivamente, en donde se evaluaron las variables fisicoquímicas, macroinvertebrados y el índice de Ribera (QBR), que presentó el lugar de estudio durante el transcurso del año. Cada estación se ubicó geográficamente con la ayuda de un GPS portátil, que a continuación se detalla:

**Tabla 5**

*Coordenadas UTM y altitud de los puntos de muestreo*

Estaciones de Muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m s.n.m.)
	Este	Norte	
Acopampa	210,799	8,971,458	2,647
Puente Obraje	210,712	8,973,059	2,741
Huaranguay	211,780	8,973,889	2,837
Quisquipacham	212,255	8,974,769	2,917
Puente Hualcán	212,750	8,975,365	2,966

#### 3.4.1. Determinación de la calidad fisicoquímica del agua en la microcuenca del río Chucchún

Para cumplir con el muestreo fisicoquímico este objetivo se procedió de la siguiente manera: La metodología empleada para el desarrollo del trabajo de campo se basó en el *Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Cuerpos de Agua* (ANA, 2016). Se registraron *in situ* los datos de temperatura del río con la ayuda de un termómetro en canastilla, asimismo se registraron las características físicas del río en cada uno de los puntos de muestreo. Cada punto de monitoreo se ubicó geográficamente con la ayuda de un GPS portátil. La recolección de las muestras se realizó con base en el protocolo de

monitoreo seleccionado, en este caso para los parámetros de oxígeno disuelto, conductividad, dureza, nitratos y nitritos (ANA, 2016).

El análisis de la muestra se realizó en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Facultad de Ciencias del Ambiente - UNASAM, dentro de las 6 horas posteriores a la toma de muestras, con la finalidad de reducir al mínimo las posibles variaciones de las características del agua, desde la toma de muestras hasta su análisis, los frascos colectores fueron completamente llenados con la muestra de agua y cerrados herméticamente teniendo en cuenta la cadena de custodia previa codificación.

### **3.4.2. Determinación del Índice Biótico Andino (IBA) con base en los macroinvertebrados bentónicos**

Para cumplir con el muestreo biológico se procedió a evaluar en varias etapas:

#### **a) *Análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014)***

Para la colecta de macroinvertebrados, se exploraron cuidadosamente los hábitats posibles en cada punto de muestreo, esto incluyó el sustrato de fondo (piedra, arena, lodo, restos de vegetación), macrófitos acuáticos (flotantes, emergentes y sumergidas de árboles y sustratos artificiales (resto de desechos), se cubrió un área de 100 m<sup>2</sup> aproximadamente y el muestreo se efectuó durante 20 a 30 minutos.

El método de recolección empleado fue el cuantitativo. Se utilizó la red Súber adaptada de 500 µm de luz de malla, el marco de la red se colocó sobre el fondo y en contra de la corriente y con las manos se removió el material del fondo, quedando atrapados los organismos en la red, esta operación se repitió tres veces en cada estación de muestreo. El material colectado se colocó en una fuente para la selección de las muestras y su posterior conservación con alcohol al 90 % para su identificación posterior.

### **b) Identificación de taxones**

En una bandeja de plástico de color blanco, se llenó el agua y posteriormente se depositó el contenido de la red, luego se seleccionaron a los macroinvertebrados con ayuda de unas pinzas y luego se introdujo en un frasco de 500 ml con alcohol de 70° para su identificación.

### **c) Cálculo del índice**

Se procedió a la suma de las puntuaciones de acuerdo al grado de sensibilidad de las familias, que fluctúa de 10 para el más sensible y 1 para el que soporta mayor polución y se obtiene una puntuación global, teniendo en cuenta que, si en el tramo se registran más de un individuo de una familia, esta solo se le asignará la puntuación en una sola oportunidad (Tabla 6), luego la suma total de las especies registradas se comparó con los datos de la Tabla 7 para poder determinar la calidad de agua según el Índice Biótico Andino o BMWP.

**Tabla 6**

*Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del índice BMWP*

<i>FAMILIAS</i>	<i>PUNTUACION</i>
Ptilodactylidae, Calamoceratidae, Blephariceridae, Odontoceridae	10
Leptoceridae, Perlidae, Philopotomidae, Xiphocentronidae.	8
Coleoptera Sp <sub>1</sub> , Isotomidae, Hebridae, Leptinidae, Limnephilidae, Hydrobiosidae, Oligoneuriidae, Glossosomatidae, Psephenidae, Helicopsychidae, Polycentropodidae, Cossidae	7
Hyaellidae, Coleoptera Sp <sub>2</sub> , Helolidae, Chordodidae, Hydroptilidae, Calopterygidae Leptophlebiidae, Bibionidae cf.	6
Hydropsychidae, Simuliidae, Planariidae, Hemiptera Sp <sub>1</sub> , Cicadellidae cf., Ostracoda, Gyrinidae, Belostomatidae, Dugesidae, Pyralidae Libellulidae, Corydalidae, Dalyelliidae, Aeshnidae, Sphaeriidae, Coenagrionidae, Ancylidae, Leptohiphidae, Gomphidae.	5
Dixidae, Empididae, Dolichopodidae, Diptera Sp <sub>1</sub> , Elmidae, Staphylinidae, Hydracarina, Nematoda, Veliidae, Baetidae, Tipulidae Gerridae, Caenidae, Haliplidae, Naucoridae, Pleidae, Decapoda, Noteridae, Palaemonidae, Curculionidae.	4
Ceratopogonidae, Psychodidae, Hydrophilidae, Glossiphoniidae, Physidae, Gelastocoridae, Planorbidae, Lymnaeidae, Hirudinea, Dytiscidae	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Ephydriidae, Stratiomyidae	2
Naididae, Tubificidae, Syrphidae, Aelosomatidae	1

Fuente: Sánchez Herrera (2005)

**Tabla 7**

*Clases de estado ecológico según índice biótico andino en el Perú*

<b>Rangos</b>	<b>Estado Ecologico</b>	<b>Color</b>
> 74	Muy bueno	Azul
45 - 74	Bueno	Verde
27 - 74	Moderado	Amarillo
< 27	Malo	Anaranjado
< 11	Pésimo	Rojo

## Figura 7

*Muestro de macroinvertebrados en el cauce del río Chucchún*



### **d) Cálculo de la riqueza específica**

Es el número total de especies presentes en la muestra o en el total de muestras. Luego se procedió a evaluar la abundancia relativa, teniendo en cuenta el número de individuos de cada especie, dividido entre el número total de individuos.

### **e) Cálculo del índice de biodiversidad**

Se utilizó el índice de Shannon y Weiner. El índice de diversidad de Shannon-Weiner expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno & Halffter, 2001). Se determinó según la siguiente fórmula:

$$H^i = \sum (p_i)(\text{Log}_n p_i)$$

Donde: H': índice de diversidad de Shannon-Weiner

S: Número de especies

pi: Abundancia proporcional de la especie "i" (ni/N)

**Tabla 8**

*Esquema de clasificación de la calidad de agua de acuerdo a los valores del índice de Shannon Weiner*

Esquema de Wilhman y Dorrid (1968)		Esquema de Staub et al. (1970)	
H'	Condición	H'	Condición
> 3	Agua limpia	3,0 - 4,5	Contaminación débil
1-3	Contaminación moderada	2,0 - 3,0	Contaminación ligera
< 1	Contaminación severa	1,0 - 2,0	Contaminación moderada
		0,0 - 1,0	Contaminación severa

### 3.4.3. Determinación del Índice de Vegetación de Monte Ribereño (QBR) e identificación de la biodiversidad específica

Para ello se utilizó la metodología del Índice de Bosque de Ribera (QBR), así como la evaluación ornitológica y herpetología, presente en la zona de estudio.

#### A) Metodología del Índice de Bosque de Ribera (QBR)

##### a) Índice del Bosque de Ribera (QBR)

Se procedió a efectuar un inventario de la flora y vegetación teniendo en cuenta la presencia de árboles, arbustos y hierbas la que permitió determinar la cobertura vegetal. Luego se registraron los datos del ancho del cauce del río, la distancia entre las riberas.

**Figura 8**

***Vista panorámica del cauce del río***



***b) Selección del área de observación***

De acuerdo a los puntos de muestreo establecidos, se consideró la totalidad del ancho potencial del bosque de ribera para calcular el QBR (índice de calidad de bosque de ribera); diferenciado y delimitando de manera física la orilla y la ribera (Figura 9).

**Figura 9**

***Medición del ancho del cauce del río***



**c) Procedimiento para la determinación del índice de calidad del bosque de ribera (QBR)**

El QBR es un índice de aplicación rápida y sencilla, que integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable y los utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas. Se estructuraron cuatro bloques independientes, cada uno de los cuales valora diferentes componentes y atributos del sistema, para ello se procedió a valorar:

- Grado de cubierta vegetal de las riberas.
- Estructura vertical de la vegetación.
- Calidad y la diversidad de la cubierta vegetal.
- Grado de naturalidad del canal fluvial.

Cada bloque recibió una puntuación entre 0 y 25, y la suma de los cuatro bloques dio la puntuación final del índice, que expresa el nivel de calidad de la zona de estudio. En la puntuación del QBR se suman todos los elementos que aportan cierta calidad al ecosistema de ribera, y se resta todo aquello que supone un distanciamiento respecto a las condiciones naturales. El QBR es pues una medida de las diferencias existentes entre el estado real de las riberas y su estado potencial, de modo que el nivel de calidad es máximo sólo cuando las riberas evaluadas no presentan alteraciones debidas a la actividad humana.

**d) Para el cálculo de la puntuación final**

La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro componentes bloques, por lo tanto, variará ente 0 y 100.

**e) El grado de cobertura de vegetación de la ribera**

Se contabilizó el porcentaje (%) de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideró ambos lados del río de forma conjunta.

Tabla 9

*Puntajes del QBR para evaluar cobertura de ribera aplicados a las locaciones*

<b>Puntuación</b>	<b>Consideración</b>
25 ( A)	> 80% de cobertura vegetal de la zona de ribera *
10(B)	50 -80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
5 ( C)	10 - 50 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
0 ( D)	< 10% de cobertura vegetal de la zona de ribera

\* Las plantas anuales no se contabilizan

La estructura de la cobertura: se procedió a calificar según el porcentaje (%) de recubrimiento de árboles y en ausencia de estos arbustos, sobre la totalidad de la zona estudiada.

**Tabla 10**

*Puntajes del QBR para evaluar la estructura de la cobertura de la ribera*

<b>Puntuacion</b>	<b>Consideracion</b>
25	Recubrimiento de árboles superior 75%
10	Recubrimiento de árboles entre 50 y 75% o recubrimiento de arboles entre 25 y 50% y el resto de arbustos supera 25%
.5	Recubrimiento de árboles superior al 50% y el resto de la cobertura de arbustos entre el 10 y 25 %
0	Sin árboles y arbustos por debajo del 10%
10	Si en la orilla hay concentraciones de arbustos superior al 50%
5	Si en la orilla hay concentraciones de arbustos entre 25 y 50%
5	Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotabosque

De la calidad de la cubierta la diversidad de especies arbóreas que el sistema puede soportar: para la calificación de este componente se procedió a determinar previamente el tipo geomorfológico.

Tabla 11

*Puntajes del QBR para evaluar la calidad de la cobertura de la ribera en las locaciones*

Puntuación	Consideración	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	Número de especies diferentes de árboles nativos	> 1	> 2	> 3
10	Número de especies diferentes de árboles nativos	1	2	3
5	Número de especies diferentes de árboles nativos		1	1 - 2
0	sin árboles autóctonos			
5	Si el número diferente de arbustos es :	> 2	> 3	> 4
5	Si existen estructuras construidas por el hombre			
-5	Si existe alguna sp de arbol introducida (aislada)			
-10	Si existen sp de árboles introducidas formando comunidades			
-10	Si existen vertidos de basura			

El grado de naturalidad del canal fluvial (si existen alteraciones del canal fluvial: Para la evaluación de este componente se consideró la modificación de las zonas adyacentes al río.

Tabla 12

*Puntajes del QBR para evaluar grado de naturalidad del canal fluvial en las locaciones*

Puntuación	Consideración
25	El canal del río no ha sido modificado
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	Signos de alteracion y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río.
0	Río canalizado en la totalidad del tramo
10	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
-5	Si existe alguna presa o tra infraestructura transversal en el lecho del río

**Figura 10**

*Evaluación de la cobertura vegetal para determinar la calidad del bosque de ribera*



**Tabla 13**

*Valores del Índice de Calidad del Bosque o Monte de Ribera: QBR*

Calificación	Valores	Color
Bosque de ribera sin alteración , calidad muy buena, estado natural	> / 95	●
Bosque ligeramente perturbado; calidad moderada	75 - 90	●
Inicio de alteracion importante, calidad moderada	55 - 70	●
Alteracion fuerte, calidad mala	30 - 50	●
Degradación extrema ,calidad pésima	< / 25	●

## **B) Evaluación biológica**

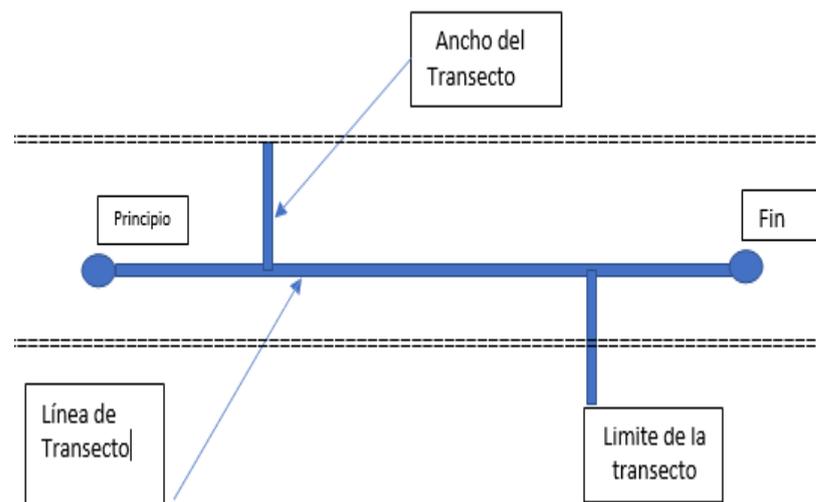
### **a) Aves**

Se empleó la metodología del transecto, para ello nos desplazamos por las riberas del río desde la Estación 1 (Acopampa) hasta la Estación 5 puente Hualcán). A lo largo del recorrido se registraban las aves que se

observaban en una franja de monitoreo de ida y vuelta (Figura 11). Ocasionalmente se empleó el método de puntos de conteo cuando la observación se realizaba en ambientes abiertos y ampliamente homogéneos.

### Figura 11

*Flujograma del muestreo de aves*



### C) Herpetofauna

Se realizó la búsqueda por encuentro visual o *Visual Encounter Survey* - VES, por sus siglas en inglés, (Croump & Scott, 1994). Esta metodología consistió en el desplazamiento en el área de estudio por un periodo de tiempo establecido buscando anfibios y reptiles en un horario determinado, en este caso fue de 7 a. m. a 1 p. m.

#### 3.4.4. Elaboración de la propuesta para revertir y prevenir los procesos de degradación ambiental del ecosistema en estudio

Partiendo de los resultados obtenidos se propuso un plan que permita planificar y ordenar en forma integral y sostenible la zona de estudio, con el propósito de revertir y prevenir los procesos de degradación ambiental del ecosistema en mención. Para ello se planteó:

1. Realizar un diagnóstico integral de la cuenca.

2. Integrar a todos los usuarios de la cuenca
3. Organizar reuniones comunitarias.
4. Creación de asociaciones
5. Formulación de un Plan de Acción

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Calidad fisicoquímica del agua en la microcuenca del río Chucchún

En la Tabla 14 se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos determinados en campo. Para determinar la calidad fisicoquímica del agua del río Chucchún se tuvo en cuenta el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) - Categoría 1 (poblacional y recreacional). Las temperaturas registradas en los diferentes puntos de muestreo en los periodos de estiaje y precipitación se diferencian en promedio 3 °C. Con relación al potencial de hidrogeno (pH) casi todos los puntos de muestreo tienen una tendencia a la neutralidad, con excepción del punto de monitoreo Acopampa (5.5) y el punto de monitoreo puente de Obraje con un valor de 5.5 en precipitación y 5.9 en estiaje, que representan valores por debajo de los ECA para la categoría A1 y B1 con tendencia a la acidez. Con respecto a la conductividad eléctrica los valores registrados en el monitoreo tienen como promedio, en el periodo de precipitación, 344  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y en periodo de estiaje de 612  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , estos datos están por debajo del estándar en la Categoría ECA - poblacional y recreacional. En todas las estaciones de muestreo las cantidades de conductividad eléctrica se encuentran por debajo de los valores límite del ECA de agua – Categoría 1. Con relación al oxígeno disuelto, los valores registrados están por encima del valor mínimo señalado en el ECA en los diferentes puntos de muestreo.

**Tabla 14**

*Parámetros de calidad de agua determinados en campo en los puntos de monitoreo en los periodos de estiaje y precipitación*

Punto de monitoreo	pH		Temperatura (°C)		Conductividad (µS/cm)		Oxígeno disuelto (mg/L)	
	Precipitación	Estiaje	Precipitación	Estiaje	Precipitación	Estiaje	Precipitación	Estiaje
Acopampa	5.2	5.7	19.2	14.5	450.2	625.8	6.2	6.4
Puente Obraje	5.5	5.9	18.8	15.3	200.5	488.9	7.4	6.5
Huranguay	6.2	6.4	19	16.7	326.8	600.5	6.8	5.4
Quisquipachan	5.7	6.1	17.9	16.4	258.9	700.4	7.5	6.8
Puente Hualcán	5.9	6.2	17.3	15.1	489.5	650.2	6.4	6.1

**Tabla 15**

*Registro de valores de metales pesados reportados en los diferentes puntos de muestreo en los periodos de precipitación y estiaje*

Metales pesados	U.medida	Método	Acopampa		Pte. Obraje		Huranguay		Quisquipachan		Pte Hualcan	
			Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje
Aluminio total	mg/L	Cromoazurol S	0.200	0.800	0.200	0.033	0.020	0.150	0.028	0.04	0.018	0.041
Arsénico total	mg/L	DIN - 38 405	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
Hierro total	mg/L	Triazina	0.650	3.300	0.350	0.350	0.400	0.750	0.151	0.6	0.139	0.67
Plomo total	mg/L	PAR	0.090	0.650	0.030	0.080	0.040	0.110	0.027	0.04	0.02	0.05
Zinc total	mg/L	CI-PAN	16.320	25.360	17.680	10.310	16.510	19.210	11.23	13.91	13.14	14.22

Pr: Precipitación

■ Valores que sobrepasan el ECA.

La Tabla 15 nos muestra las concentraciones de aluminio y arsénico que se encuentran dentro del ECA para la categoría 1. En relación al hierro, se puede observar que los valores registrados en la estación de monitoreo Acopampa fueron de 0.650 y 3.30 mg/L, en el periodo de precipitación y estiaje, respectivamente; mientras que en la estación Huranguay fue de 0.400 y 0.750 mg/L, en el periodo de precipitación y estiaje, respectivamente, valores por encima del ECA Categoría 1 (A1 - B1). En el caso del plomo todos los valores están por encima de los ECA en los diferentes puntos de muestreo.

En la Tabla 16 se observa que los parámetros fisicoquímicos como cloruros, dureza y sólidos se encuentran por debajo del ECA categoría 1. La concentración de fósforo total fue de 4.67 mg/L durante el periodo de precipitación en el punto de monitoreo Acopampa, y de 4.36 mg/L durante el estiaje en el punto Obraje; en ambos casos los valores se encontraron por encima del ECA categoría 1.

En la Tabla 17 se observa que los valores de DBO<sub>5</sub> superan el ECA categoría 1, presentándose los valores más altos en la estación de monitoreo Acopampa. En la Tabla 18, se observa que los valores de nutrientes (nitratos y nitritos) no excedieron los rangos establecidos en el ECA para la categoría 1.

**Tabla 16**

*Concentración de parámetros fisicoquímicos: Cloruros, dureza total, fósforo y sólidos totales en los periodos de precipitación y estiaje*

Parámetros	U.medida	Método	Puntos de monitoreo									
			Acopampa		Pte. Obraje		Huranguay		Quisquipachan		Pte Hualcan	
			Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje
Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl <sup>-</sup> B	4.51	6.030	2.51	3.01	3.52	1	3.37	1.27	2.11	1.56
Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	61	74.000	43	69	45	37	39	41	32	48
Fosforo total	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	4.67	2.870	2.9	4.36	3.1	3.9	2.5	4.2	2.1	3.2
Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	310	345.000	218	101	242	190	209	176	133	138

Pr. Precipitación

■ Valores que sobrepasan los límites máximos permisibles

**Tabla 17**

*Concentración de indicadores bioquímicos en los diferentes puntos de monitoreo en los periodos de precipitación y estiaje*

Párametros	U.medida	Método	Puntos de monitoreo									
			Acopampa		Pte.Obraje		Huranguay		Quisquipachan		Pte Hualcan	
			Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	25	26	21	21	19	18	12	11	2	10

Pr: Precipitación

■ Valores que sobrepasan los límites máximos permisibles

**Tabla 18**

*Concentración de nutrientes en los diferentes puntos de muestreo en los periodos de precipitación y estiaje*

Párametros	U.medida	Método	Puntos de monitoreo									
			Acopampa		Pte. Obraje		Huaranguay		Quisquipachan		Pte Hualcan	
			Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje
Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	2.4	4.8	1.9	3.7	1.8	4.8	1,6	2,3	1.6	2,2
Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.09	0,011	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.09	0.012

Pr: Precipitación

#### 4.2. Índice Biótico Andino (IBA) con base en macroinvertebrados bentónicos

En la Tabla 19 se presentan las 11 órdenes y 22 familias de macroinvertebrados hallados durante la toma de muestras en el periodo de precipitación. Según el grado de sensibilidad establecido en el ABI, se reporta para la estación de monitoreo Acopampa un valor de 60, correspondiéndole la clasificación de “buena”; mientras que la estación de monitoreo Huaranguay presenta un valor de 92, siendo su clasificación “muy buena”.

En la Tabla 20 la estación puente Obraje reporta un valor ABI de 57 siendo su clasificación de “buena”; mientras que la estación Quisquipachan presenta un valor de 85, siendo su clasificación “muy buena”, durante el periodo de estiaje.

**Tabla 19**

*Concentración de nutrientes en los diferentes puntos de muestreo en los periodos de precipitación y estiaje*

Orden	Familia	Puntos de monitoreo periodo de precipitación										Puntaje total
		Acopampa		Pte.Obraje		Huranguay		Quisquipachán		Pte.Hualcan		
		Abund.	ABI	Abund.	ABI	Abund.	ABI	Abund.	ABI	Abund.	ABI	
Amphipoda	Morfoespecie*	7	6					2	6	6	6	15
Bivalvia	Sphaenidae	2	3	2								4
Coleoptera	Elmidae	4	5	3	5	6	5	5	5			18
	Hydraenidae	23	5					5				28
Diptera	Chironomidae	13	2	23	2					4	2	40
	Tipulidae	23	5			7	5					30
	Simuliidae	12	5					9	5			21
	Ceratopogonidae	11	4					8	4	12	4	31
	Tabanidae	14	4							5	4	19
	Blepharicidae			10	10	8	10	8	10			26
	Muscidae	7	2	13	2							20
	Dolichopodidae	7	4							2	4	9
Ephemeroptera	Baetidae			13	4	32	4	13	4	9	4	67
	Leptophlebiidae			5	6	6	10			13	10	24
Gasteropoda	Limnaeidae	2	3					4	3			6
Odonata	Coenagrionidae	11	6	13	6	3	21	6				33
Oligochaeta	Morfoespecie*	14	1							2	1	16
Trichoptera	Odontoceridae			28	10	34	10	14	10	32	10	108
	Limnephilidae					32	7	16	7	11	7	59
	Hydrobiosidae			18	8			15	8	14	8	47
Plecoptera	Perlidae			14	10	17	10	21	10			52
	Gripopterygidae					3	10	7	10	5	10	15
Turbellaria	Turbellaria	12	5					13	5			25
	Abundancia	162		142		148		146		115		713
	Riqueza											
	ABI		60		63		92		87		70	

\* Para aplicar el nPeBMWP no es necesario determinar el orden y familia de la clase Oligochaeta y Ostracoda

**Tabla 20**

*Calificación del Índice Biótico Andino a partir del registro de macroinvertebrados reportados en los diferentes puntos de monitoreo en el periodo de estiaje*

Orden	Familia	Puntos de monitoreo periodo de estiaje										Puntaje total
		Acopampa		Pte.Obraje		Huranguay		Quisquipachan		Pte.Hualcan		
		Abund.	ABI	Abund.	ABI	Abund.	ABI	Abund.	ABI	Abund.	ABI	
Amphipoda	Morfoespecie*	14	6					23	6	15	6	52
Bivalvia	Sphaenidae	14	3	5								19
Coleóptera	Elmidae	23	5	23	5	16	5	34	5			96
	Hydraenidae	6	5									6
Diptera	Chironomidae	32	2	17	2					21	2	70
	Tipulidae	17	5			23	5					40
	Simullidae	34	5					23	5			57
	Ceratopogonidae	15	4					14	4	34	4	63
	Tabanidae	11	4							8	4	19
	Blepharicidae			42	10	33	10	43	10			118
	Muscidae	31	2	14	2							45
Ephemeroptera	Dolichopodidae	17	4							4	4	21
	Baetidae			23	4	43	4	31	4	29	4	126
	Leptophlebiidae					18	10			31	10	49
Gasteropoda	Limnaeidae	6	3					4	3			10
Odonata	Coenagrionidae	12	6	11	6	18	6	11	6			52
Oligochaeta	Morfoespecie*	14	1							12	1	26
Trichoptera	Odontoceridae			14	10	24	10	34	10	21	10	93
	Limnephilidae					12	7	9	7			21
	Hydrobiosidae			12	8					8	8	20
Plecóptera	Perlidae			25	10	23	10	23	10			71
	Gripopterygidae					3	10	7	10	7	10	17
Turbellaria	Turbellaria	21	5					3	5			24
	Abundancia	267		186		213		259		190		1115
	Riqueza	14		10		10		13		11		
				<b>60</b>		<b>57</b>		<b>77</b>		<b>85</b>		<b>63</b>

\* Para aplicar el BMWP no es necesario determinar el orden y familia de la clase Oligochaeta y Ostracoda

En la Tabla 21 se muestran valores del índice de Shannon y Weiner para el periodo de precipitación según el esquema Wilhman y Dorrid (1968), estos valores nos indicarían que el recurso agua presenta una contaminación moderada; asimismo, según el esquema Staub (1970) el recurso agua presenta una contaminación ligera.

**Tabla 21**

*Índice de diversidad de Shannon y Weiner para la calidad del agua durante el periodo de precipitación en la subcuenca del río Chucchún entre Acopampa y el puente Hualcán*

Orden	Familia	Total	pi	Ln(pi)	PiLn(pi)
Amphipoda	Morfoespecie*	15	0.0210	-3.8614	-0.0812
Bivalvia	Sphaenidae	4	0.0056	-5.1832	-0.0291
Coleóptera	Elmidae	18	0.0252	-3.6791	-0.0929
	Hydraenidae	28	0.0393	-3.2373	-0.1271
Diptera	Chironomidae	40	0.0561	-2.8806	-0.1616
	Tipulidae	30	0.0421	-3.1683	-0.1333
	Simuliidae	21	0.0295	-3.5250	-0.1038
	Ceratopogonidae	31	0.0435	-3.1355	-0.1363
	Tabanidae	19	0.0266	-3.6250	-0.0966
	Blepharicidae	26	0.0365	-3.3114	-0.1208
	Muscidae	20	0.0281	-3.5737	-0.1002
Ephemeroptera	Dolichopodidae	9	0.0126	-4.3723	-0.0552
	Baetidae	67	0.0940	-2.3648	-0.2222
	Leptophlebiidae	24	0.0337	-3.3914	-0.1142
Gasterópoda	Limnaeidae	6	0.0084	-4.7777	-0.0402
Odonata	Coenagrionidae	33	0.0463	-3.0730	-0.1422
Oligochaeta	Morfoespecie*	16	0.0224	-3.7969	-0.0852
Trichóptera	Odontoceridae	108	0.1515	-1.8874	-0.2859
	Limnephilidae	59	0.0827	-2.4919	-0.2062
	Hydrobiosidae	47	0.0659	-2.7193	-0.1793
Plecóptera	Perlidae	52	0.0729	-2.6182	-0.1910
	Gripopterygidae	15	0.0210	-3.8614	-0.0812
Turbellaria	Turbellaria	25	0.0351	-3.3506	-0.1175
		<b>713</b>		<b>H = -∑ pi ln pi</b>	<b>2.9032</b>

En la Tabla 22 se muestran valores del índice de Shannon y Weiner para el periodo de estiaje, según el esquema Wilhman y Dorrid (1968) estos valores nos indicarían que el recurso agua presenta una contaminación moderada; asimismo, según el esquema Staub (1970) el recurso agua presenta una contaminación ligera.

**Tabla 22**

*Índice de diversidad de Shannon y Weiner para la calidad del agua durante el periodo de estiaje en la subcuenca del río Chucchún entre Acopampa y el puente Hualcán*

Orden	Familia	Total	pi	Ln(pi)	PiLn(pi)
Amphipoda	Morfoespecie*	52	0.0466	-3.0654	-0.1430
Bivalvia	Sphaenidae	19	0.0170	-4.0722	-0.0694
Coleóptera	Elmidae	96	0.0861	-2.4523	-0.2111
	Hydraenidae	6	0.0054	-5.2249	-0.0281
Diptera	Chironomidae	70	0.0628	-2.7681	-0.1738
	Tipulidae	40	0.0359	-3.3277	-0.1194
	Simullidae	57	0.0511	-2.9736	-0.1520
	Ceratopogonidae	63	0.0565	-2.8735	-0.1624
	Tabanidae	19	0.0170	-4.0722	-0.0694
	Blepharicidae	118	0.1058	-2.2459	-0.2377
	Muscidae	45	0.0404	-3.2099	-0.1295
	Dolichopodidae	21	0.0188	-3.9721	-0.0748
Ephemeroptera	Baetidae	126	0.1130	-2.1803	-0.2464
	Leptophlebiidae	49	0.0439	-3.1248	-0.1373
Gasterópoda	Limnaeidae	10	0.0090	-4.7140	-0.0423
Odonata	Coenagrionidae	52	0.0466	-3.0654	-0.1430
Oligochaeta	Morfoespecie*	26	0.0233	-3.7585	-0.0876
Trichóptera	Odontoceridae	93	0.0834	-2.4840	-0.2072
	Limnephilidae	21	0.0188	-3.9721	-0.0748
	Hydrobiosidae	20	0.0179	-4.0209	-0.0721
Plecóptera	Perlidae	71	0.0637	-2.7539	-0.1754
	Gripopterygidae	17	0.0152	-4.1834	-0.0638
Turbellaria	Turbellaria	24	0.0215	-3.8386	-0.0826
		<b>1115</b>		<b>H = -∑ pi ln pi</b>	<b>2.9030</b>

#### 4.3. Índice de vegetación de monte ribereño (QBR) y biodiversidad específica presente en la microcuenca del río Chucchún

En primer lugar, se procedió a tomar las medidas del cauce del río en los diferentes puntos de muestreo establecidos, acto seguido se efectuó un inventario de la flora con la finalidad de tener una base para poder determinar la cobertura vegetal. Para efecto de este trabajo, se delimitó el cauce correspondiente a la zona de terreno sobre la cual fluye la corriente de agua con sus sedimentos en condiciones promedio. A partir de estas marcas, se estimaron los 30 metros (15 en cada franja), para realizar la valoración de la calidad de la ribera, en un tramo con longitud de 100 m (Figura 13).

**Tabla 23**

*Dimensiones del río en la zona de monitoreo en el periodo de estiaje y monitoreo*

<b>Periodo de precipitación</b>			
<b>Puntos de Monitoreo</b>	<b>Margen izquierdo</b>	<b>Ancho del río</b>	<b>Margen derecho</b>
Acopampa	1.00 m	4.95 m	2.10 m
Puente Obraje	1.00 m	3.25 m	1.10 m
Huranguay	1.55 m	3.80 m	1.83 m
Quisquipachan	1.80 m	5.00 m	0.70 m
Hualcan	1.48 m	4.30 m	2.10 m
<b>Periodo de estiaje</b>			
<b>Puntos de Monitoreo</b>	<b>Margen izquierdo</b>	<b>Ancho del río</b>	<b>Margen derecho</b>
Acopampa	1.95 m	3.85 m	3.73 m
Puente Obraje	1.52 m	3.08 m	2.08 m
Huranguay	1.65 m	3.30 m	3.15 m
Quisquipachan	2.14 m	4.32 m	1.25 m
Hualcan	1.70 m	3.58 m	4.77 m

**Figura 12**

*Delimitación del cauce del río para la calificación del QBR*



En la Tabla 24 se establece la calificación del QBR teniendo en cuenta el grado de cobertura de vegetación, la estructura, la calidad de la ribera y el grado de naturalidad del canal fluvial. Los valores encontrados fluctúan entre 0 a 25. En la Tabla 25 se observa que el valor obtenido para el periodo de precipitación es de 69 y en el periodo de estiaje es de 59, ambos valores califican que la QBR se encuentra en inicio de alteración importante de calidad moderada.

**Tabla 24**

*Resultados de (QBR) en los cinco puntos de monitoreo de subcuenca del río Chucchún de marzo a setiembre 2020 entre las estaciones de Acopampa y Puente Hualcán*

Periodo de precipitación	Puntos de Monitoreo				
	Acopampa	Pte Obraje	Huranguay	Quisquipachan	Pte. Hualcan
<b>Indice de calidad del bosque o monte de ribera (QBR)</b>	<b>10</b>				
El grado de cobertura de vegetación de la ribera	5	25	25	25	10
La estructura de la cobertura	10	25	25	10	10
La Calidad de la cubierta	25	25	10	25	10
El grado de naturalidad del canal fluvial	10	10	25	25	10
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>40</b>
<b>Periodo de Estiaje</b>					
<b>Indice de calidad del bosque o monte de ribera (QBR)</b>	<b>10</b>				
El grado de cobertura de vegetación de la ribera	5	10	10	25	10
La estructura de la cobertura	10	25	25	10	5
La Calidad de la cubierta	10	25	10	25	10
El grado de naturalidad del canal fluvial	10	10	25	25	10
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>85</b>	<b>35</b>

**Tabla 25**

*Calificación de los promedios del Índice de Calidad del Bosque o Monte de Ribera (QBR)*

Promedios del índice de calidad del bosque o monte de ribera	Puntos de Monitoreo					Valor	Color	Calificación
	Acopampa	Pte Obraje	Huranguay	Quisquipachan	Pte. Hualcan			
Periodo de precipitación	50	85	85	85	40	69		55-70 Inicio de alteración importante calidad moderada
Periodo de estiaje	35	70	70	85	35	59		55-70 Inicio de alteración importante calidad moderada

La Tabla 26 muestra la vegetación registrada desde la estación Acopampa hasta la estación puente Hualcán, siendo las especies arbóreas las más abundantes, seguida de las arbustivas y herbazales, a lo largo de la zona de estudio se mantienen las mismas especies, siendo esta una característica de la vegetación de monte ribereño.

**Tabla 26**

*Flora registrada entre los puntos de muestreo de Acopampa y el puente Hualcán en el río Chucchún durante los periodos de precipitación y estiaje*

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre Común</b>
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i>	Cola de caballo
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Pimienta de agua
	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca
Brassicaceae	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Berro
Fabaceae	<i>Acacia macrantha</i>	Espino
	<i>Spartium junceum</i>	Retama
	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Tara
Apiaceae	<i>Ciclospermum leptophyllum</i>	Culantrillo
Hydrophyllaceae	<i>Wigandia urens</i>	Ortiga
Lamiaceae	<i>Stachys arvensis</i>	Supiquehua
Solanaceae	<i>Cestrum auriculatum</i>	Hierba santa
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	Llantén
Asteraceae	<i>Ambrosia peruviana</i>	Marco
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilco
Asteraceae	<i>Flaveria bidens</i>	Matagusano
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja
Salicaceae	<i>Salix chilensis</i>	Sauce
Sterculiaceae	<i>Waltheria ovata</i>	Lucraco
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Molle
Loranthaceae	<i>Psittacanthus chandugensis</i>	Suelda con suelda
Poaceae	<i>Cortaderia rudiusscula</i>	Cortadera
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma dulce
Asparagaceae	<i>Agave americana</i>	Penca
Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp</i>	Eucalipto
Araceae	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Cartucho

En la Tabla 27 se presentan los datos de las aves censadas desde la estación Acopampa a la estación puente Hualcán, siendo el orden *Paseriformes* el más abundante en toda la zona muestreada, seguida del orden *Columbiformes* siendo la especie *Zenaida auriculata* la más frecuente.

**Tabla 27**

*Registro de aves entre los puntos de muestreo de Acopampa y el puente Hualcan en el río Chucchún durante los periodos de precipitación y estiaje*

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre comun
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola orejuda
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreaux</i>	Budu
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola melódica
Apodiformes	Trochillidae	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Colibri curuscans
Apodiformes	Trochillidae	<i>Amazilia franciae</i>	Colibri andino
Apodiformes	Trochillidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibri aterciopelado
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Bernícalo
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playerito de baird
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus serranus</i>	Zorzal negro brillante
Passeriformes	Emberizidae	<i>Sicalis lutea</i>	Chirigue de la puna
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carduelis uropygialis</i>	Jilguero cordillerano
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Pichisanka
Passeriformes	Cinclidae	<i>Cinclus leucocerphalus</i>	Mirlo acuático de gorro blanco
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa brunneiventris</i>	Pincha flor de garganta negra
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysogaster</i>	Pico grueso de vientre dorado
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carduelis magellanica</i>	Jilguero encapuchado
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives warszewiczi</i>	Tordo negro o chivillo

En la Tabla 28 se presenta los anfibios registrados, en donde *Gastrotheca peruana* es una especie que está presente en los valles andinos e interandinos del norte y centro del Perú. Está presente en las regiones de Cajamarca, la Libertad, Ancash, Huánuco, Junín, y Lima, el rango altitudinal es de 2,300 a 4,600 m s.n.m.

**Tabla 28**

*Especies de anfibios registradas durante los periodos de estiaje y precipitación*

Familia	Especie	Puntos de monitoreo									
		Acopampa		Pte. Obraje		Huranguay		Quisquipachan		Pte Hualcan	
		Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje
Hylidae	<i>Gastrotheca peruana</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Leptodactylidae	<i>Telmatobius brevipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

El reptil es más abundante es *Stenocercus melanopygus*, hallado principalmente en la época de estiaje (Tabla 29).

**Tabla 29**

*Especies de reptiles registradas durante los periodos de estiaje y precipitación*

Familia	Especie	Puntos de monitoreo									
		Acopampa		Pte. Obraje		Huranguay		Quisquipachan		Pte Hualcan	
		Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje	Pr.	Estiaje
Hylidae	<i>Mastigodrias heathlii</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Leptodatyliidae	<i>Stenocercus melanopygus</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1

#### 4.4. Propuestas para revertir y prevenir los procesos de degradación ambiental del ecosistema en estudio

Se recomienda ejecutar lo siguiente:

##### a) Realizar un diagnóstico integral de la cuenca

- Definir los objetivos del diagnóstico, asimismo se procederá a la identificación y/o selección de la subcuenca y/o microcuenca, luego se procederá a la selección de la metodología, que comprenderá, sondeos, encuestas, entrevistas, talleres participativos, reuniones con representantes de la zona de influencia.
- Identificación y selección de los actores claves de la subcuenca/microcuenca que participarán en los eventos (talleres, consultas, entrevistas, etc.).
- Selección del lugar donde se realizarán los eventos (talleres, entrevistas, etc.).

##### b) Organizar reuniones comunitarias

- Se recomienda organizar a los moradores que hacen uso de la cuenca, con la participación de los promotores de salud, los responsables del agua y el saneamiento, los dueños de terrenos, los comerciantes y los que recogen agua para consumo y riego.

- Duración del evento: Se puede realizar en uno o dos días dependiendo de la disponibilidad de tiempo y recursos de las Instituciones y comunidades. Horarios: utilizar los horarios más convenientes a los participantes de las comunidades teniendo en cuenta sus limitaciones de acceso y transporte. Logística: es recomendable poder brindar alimentación a los participantes y si fuere posible proporcionarles transporte a los que tienen difícil acceso.

### **c) Creación de asociaciones**

- A través de ello, se fortalecerá a los líderes para la defensa del agua, y se permita la coordinación con los diferentes grupos locales para la búsqueda de la confianza.
- Se crearán dos asociaciones: uno en la parte alta y otra en la baja.

### **d) Formulación de un plan de acción**

- Producto de este plan se establecerán metas claras, para la protección del ecosistema a partir de la conservación de la flora para evitar los procesos de erosión y del recurso agua, incorporando a los gobiernos locales, a la Autoridad Nacional del agua y a los usuarios.
- El plan de acción se origina en la consulta a la comunidad y a los agricultores, para incorporar sus necesidades y cuáles técnicas prefieren aplicar. Se promueve la apropiación de las técnicas de manejo o rehabilitación de Cuencas, estas deben ofrecer resultados de impacto económico favorable a los intereses de la población, deben ser sencillas y eficientes para controlar los procesos de degradación de los recursos mejorando la calidad ambiental.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estado ecológico de un río incluye un diagnóstico del bosque de ribera, el cauce, los macroinvertebrados y otros seres vivos que habitan, las mismas que determinarán la calidad del ecosistema. Con relación al régimen térmico ( $T^{\circ}$ ) los sistemas fluviales, frente a otros sistemas acuáticos presentan fluctuaciones diarias en la temperatura del agua debido a su menor profundidad e inercia térmica, la temperatura afecta a la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua. El agua a menor temperatura transporta más oxígeno y todos los animales acuáticos necesitan este para sobrevivir también influye en la fotosíntesis de plantas y algas, y la sensibilidad de los organismos frente a los residuos tóxicos.

El parámetro potencial de hidrogeno (pH) está por debajo de los ECA en la estación Acopampa con 5.5 en el periodo de precipitación y de 5.9 en el periodo de estiaje, siendo estos valores normales coincidentes con muchos trabajos, como el de Romero Xiomara, Navarro & Noguera (2011) quienes manifiestan que el pH fluctúa en función a la temperatura. Los valores de oxígeno disuelto están por encima de lo establecido en los ECA, es uno de los indicadores más importantes de la calidad del agua, la fuente principal de oxígeno es el aire, el cual se difunde rápidamente en el agua, por la turbulencia de los ríos y el viento (Roldán, 2016), nuestros resultados coinciden con (Muñoz et al., 2015) quien reportó valores promedio por encima de 5 mg/L en sus diferentes puntos de muestreo. La concentración de oxígeno disuelto en el agua de los ríos va depender

principalmente de la altitud, la temperatura de los procesos de producción primaria y de la descomposición de materia orgánica (Chuyugual, 2013).

Los valores de conductividad eléctrica reportados están por debajo de los límites establecidos en los ECA Categoría 1 (A1 - B2), estos valores registrados es como consecuencia de que los electrolitos como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$  se encuentran en bajas cantidades. Avellaneda (2018) reportó que la conductividad eléctrica del agua del río Mashcon (Cajamarca) es baja y fluctúa entre (419-746  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), estos resultados coinciden con nuestro reporte.

Las concentraciones de aluminio y arsénico total se encuentran dentro de los valores establecidos en el ECA, a diferencia del hierro total que registra valores por encima de los ECA en las estaciones Acopampa y Huranguay, donde se registran valores que fluctúan entre 0.400 mg/L a 3.30 mg/L. Para el caso del plomo, lo encontrado en el presente estudio es distinto a lo reportado por Huerta & Palomino (2017) que señalan niveles de plomo que varían según las épocas y reportan valores de 0.0926 – 0.0986 mg/L.

En la Tabla 16 se muestran la concentración de cloruros, dureza total, sólidos totales, cuyos valores se encuentran dentro de los estándares correspondientes. El fósforo en los diferentes puntos de muestreo se encuentra por encima de lo establecido en el ECA, reportándose valores que fluctúan entre 2.1 a 4.67 mg/L, tanto para el periodo de precipitación y estiaje. Los niveles de fósforo total promedio indican que existe una importante oferta del nutriente que estaría favoreciendo la eutrofización de los cuerpos de agua superficial en las cuencas analizadas (Wetzel, 2001). El fósforo constituye en muchos sistemas acuáticos el nutriente limitante de la producción primaria, siendo determinante del estado trófico de los mismos. El aumento de este elemento en el medio acuático está relacionado a diversas actividades humanas, principalmente con el uso de fertilizantes y detergentes (Arocena, 2016). Considero que este incremento de fósforo a lo largo de la zona estudiada es como consecuencia de la materia orgánica proveniente de los vertidos domésticos y agrícolas ya que existe una alta actividad antropogénica.

El aporte de materia orgánica proveniente de vertidos domésticos, agrícolas e industriales constituye una de las perturbaciones más comunes de los ambientes

acuáticos. La descomposición de la materia orgánica provoca la reducción de la concentración de oxígeno en el agua y aporta nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo. Campos (2015) reportó valores de carga promedio total de fósforo total en los 5 puntos de monitoreo en la temporada de lluvia y estiaje, siendo de 1.27 mg/L y 1.20 mg/L, respectivamente; resultados diferentes a lo reportado en nuestro trabajo.

Los valores registrados de los nutrientes no excedieron los rangos establecidos en el ECA, obteniéndose como máximo valor 4.8 mg/L  $\text{NO}_3^-$  en las estaciones Acopampa y Huaranguay. Estos valores bajos es como consecuencia de la inestabilidad del nitrato en el ambiente producto de los procesos de nitrificación y desnitrificación (Wetzel, 2001). Nuestros resultados concuerdan con Bocanegra (2015) quien reportó valores de 0.02125 y 0.02875 mg/L que se encuentran por debajo de los límites señalados en los ECA.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida disuelta o en suspensión. Nuestro registro muestra que dichos valores están por encima del estándar respectivo; así, en la estación Acopampa se registró 26 mg/L  $\text{DBO}_5$  para el periodo de estiaje, y un mínimo valor de 2 mg/L  $\text{DBO}_5$  en la estación Puente Hualcán durante el periodo de precipitación. Bocanegra (2015) reportó un valor máximo de 2.86 mg/L en la estación 2 de su investigación, valor diferente a lo reportado en nuestro trabajo.

La composición de la comunidad de macroinvertebrados, de los cinco puntos de muestreo a lo largo de la zona de estudio, revela la presencia de las órdenes Díptera y Trichóptera, pues presentaron el mayor número de familias en comparación con otras órdenes registradas. De acuerdo a la calificación del grado de sensibilidad de las especies reportadas, durante el periodo de precipitación las estaciones Acopampa y Puente Obraje muestran valores de 60 y 63, obteniendo una calificación de puntos buenos; en tanto que, las estaciones Huaranguay, Quisquipachan y puente Hualcán registran valores de 92, 87 y 70 obteniendo una calificación de muy buena. Por otra parte, durante el periodo de estiaje las

estaciones de Acopampa, Obraje y puente Hualcán califican como buena, y las estaciones Huranguay y Quisquipachan califican como muy buena.

Por otro lado, también se aprecia la presencia de familias que son persistentes como Simuliidae, Chironomidae, Tabanidae, Baetidae, Leptophlebiidae, Elmidae y Hydrobiosidae que están presentes en todos los puntos de muestreo. Esto se explicaría dado que dichas familias presentan especies que tienen un amplio rango de tolerancia a las diferentes condiciones medioambientales, como las que se registraron en el presente trabajo. Los índices de Shannon y Weiner para el periodo de precipitación es de 2.9032 y para el periodo de estiaje es de 2.9030, esto concuerda con diferentes trabajos, así tenemos a Jara (2020), quien señala que para el índice IBA las aguas fluctúan de un estado ecológico “bueno” a “muy bueno”. El índice EPT presenta un valor de 51.47 %, lo que significa el estado de “bueno”. El índice de Shannon y Weiner registra un valor de 3.2 lo que demuestra que el agua se encuentra ligeramente poluída. De igual manera Hoyos Pompa (2019) expresa que al aplicar los índices bióticos: EPT muestra una calidad del agua “pobre” en la estación seca y húmeda; el Índice BMWP/col manifiesta una calidad del agua “crítica” en estación seca y húmeda, el Índice ABI presenta una calidad del agua “moderada” en la época seca y una calidad “mala” en la época húmeda y finalmente el índice IBF presenta una calidad del agua “pobre”.

Con relación al índice de calidad del bosque o monte de ribera, se registra un valor promedio de 69 en el periodo de precipitación, y 59 en la estación de estiaje. En los diferentes puntos de muestreo el QBR fluctúa entre 55 – 70, lo que define el inicio de una alteración importante de calidad moderada. Nuestros resultados son similares a otros trabajos, como el de Hoyos & Coronel (2018) para con la calidad de los bosques de ribera de la zona riparia de la microcuenca del río Mariño de la provincia de Abancay – Apurímac en el 2017. Se concluye que la parte alta de la microcuenca Mariño se encuentra en un buen estado de conservación, es decir estado natural lo que indica que la calidad de los bosques de ribera de esta parte de la cuenca es “muy buena”. Los bosques de ribera de la cuenca media de la microcuenca Mariño presentan una fuerte alteración presentando un estado de conservación deficiente lo que indica que la calidad de los bosques de ribera de esta parte de la cuenca es “mala”. De igual manera (Salirrosas, 2014) señala que

el índice QBR y el índice biótico las aguas del río Pollo se encuentran alteradas en su estado natural, principalmente en el tercer punto de muestreo aguas debajo del río.

Durante las últimas décadas, la expansión de la agricultura y la ganadería ha eliminado o reducido al mínimo la vegetación ribereña en muchos ríos, lo que ha modificado la función ecológica que desempeña, y los servicios ambientales que aporta, como la calidad del agua de los ríos. La flora registrada a lo largo de las estaciones de muestreo es bastante abundante pero no muy diversa, así tenemos especies de las órdenes Fabales, Poales, Myrtaceae siendo las más representativas *Alnus jorullensis* 'aliso', *Agave americana* 'penca' y *Cortaderia aristata* 'sehsi'. En cuanto a las familias botánicas con mayor riqueza, los resultados del presente trabajo concuerdan con Montesinos-Tubée (2019) quien reportó Asteraceae (Compuestas) con 24 géneros y 33 especies, seguido de Poaceae (Gramíneas) con 23 géneros y 28 especies, Solanáceas (7 géneros y 16 especies), Brassicaceae (Crucíferas) con 10 géneros y 13 especies, Amaranthaceae y Fabaceae (Leguminosas) con 5 géneros y 11 especies cada una, y así sucesivamente.

De igual manera la fauna está presente con especies de aves, donde destaca la familia Paseriformes como la más frecuente. Ramirez (2018, p. 56) señala que en el monte ribereño la gran mayoría de aves pertenecen a la orden Passeriformes, tales como el pilco *Pyrocephalus rubinus*, el mielerito gris *Conirostrum cinereum*, el cucarachero *Troglodytes aedon*, el espiguero corbatón *Sporophila telasco*, el tanca *Zonotrichia capensis* y el jilguero de cabeza negra. Otras especies reportadas son de la familia columbidae siendo la especie *Zenaida auriculata* la más frecuente, asimismo en el periodo de precipitación se pudo observar a la especie *Dives warszewiczi*, conocido como el tordo negro o Chiwillo. Se observó con frecuencia principalmente por ser la época del cultivo de maíz, otras especies cosmopolitas son frecuentes como *Zonotrichia capensis* "pichusanca", *Carduelis uropygialis* 'jilguerito andino' y *Amazilia franciae* "colibri andino". Dentro de la clase Reptilia a lo largo de la zona de estudio se pudo visualizar a la familia Tropicuridae (*Stenocercus melanopygus*), Colubridae (*Mastigodrias heathlii*). Dentro de la clase Anfibia se observaron las especies *Gastrotheca peruana* y *Telmatobius carrillae*,

que son anfibios que habitan la región andina los mismos que han sido reportados en el plan maestro del Parque Nacional Huascarán (PNH, 2017), no se reportan otros estudios de anfibios ni reptiles en nuestra zona.

El aporte del trabajo es haber identificado la calidad del ecosistema en la microcuenca del río Chucchún mediante el uso de indicadores abióticos y bióticos, a partir de ello se pudo observar que el ecosistema en estudio es altamente resiliente. Prueba de ello, los índices QBR expresan un inicio de alteración importante de calidad moderada, a pesar de la actividad antropogénica creciente en la zona de estudio, por ello planteamos una propuesta de protección y rehabilitación de la zona de estudio. Finalmente, se afirma que la hipótesis planteada sobre la influencia directa de los indicadores abióticos y bióticos en la calidad ecosistémica de la microcuenca Chucchún - Sector Hualcán se cumple o es verdadera.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

De la tesis desarrollada se concluye:

- Los indicadores abióticos y bióticos influyen directamente en la calidad ecosistémica de la microcuenca Chucchún - sector Hualcán.
- La estación de monitoreo Acopampa, durante el periodo de estiaje, registra concentraciones de oxígeno disuelto (5.5 mg/L); hierro total (3.3 mg/L); zinc total (25.36 mg/L); fosforo total (4.67 mg/L), sólidos (3.45 mg/L) y demanda bioquímica de oxígeno (26 mg/L) que no cumplen los ECA-Cat. 1.
- La calidad del agua determinada con el Índice Biótico Andino fluctúa entre *buena* y *muy buena* con valores 60 a 92 en los diferentes puntos de muestreo, siendo la estación de Huranguay la que registra la mayor calificación de muy buena con el valor de 92.
- El índice de bosque de ribera (QBR) para el periodo de precipitación es de 69 y en el periodo de estiaje es de 59, ambos valores califican que la QBR se encuentra en inicio de alteración importante de calidad moderada.

- Se registraron 11 órdenes y 22 familias de macroinvertebrados, de ellos destacan las familias Odonteceridae y Baetidae. La vegetación de monte ribereño está representada por las especies *Alnus acuminata* 'aliso', *Cortaderia rudiusscula* 'cortadera' y *Rorripa mastuertium -aquaticum* 'berro'. Dentro de la fauna registrada a nivel de aves se tiene el orden Paseriformes, que registra 9 familias, siendo la especie *Dives warsaewiczi* 'tordo' y *Turdus serranus* 'zorzal' los más abundantes.

## 6.2. Recomendaciones

- Se recomienda la participación de la comunidad en un proceso de planificación para formular la propuesta de un Plan de Manejo y Gestión, ya que esta es decisiva porque el análisis y la definición de compromisos la realizan los actores sociales y no un grupo de especialistas o de extensionistas.
- Debe de propiciarse la educación ambiental para la protección del ecosistema de la cuenca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Cataluna De l Aigua. (2006). *Protocolo HIDRI Protocolo para la valoración de la calidad HIDromorfológica de los Ríos*.
- Alba-Tercedor, J., & Sanchez-Ortega, A. (1988). Un metodo rapido y simple para evaluar la calidad biologica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell. *Limnetica*, 4: 51-56.
- Arocena, R. (2016). *Principios y métodos*.
- Bartram, J., & Ballnace, R. (1995). *Water Quality Monitoring: A practical Guide to the Design of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*.
- Bocanegra, S. (2015). *Calidad de agua para uso agrícola y conservacion de recursos en la Cuenca Baja del Río Moche, Julio- Diciembre 2014. La Libertad*.
- Campos, E. M. (2015). Estudio de los Efectos de las actividades ribereñas de la población en el comportamiento de la laguna de Ñahuimpuquio Chupaca. *Riesgo Fisico En La Salud Ocupacional En La Industria De Aserrio Del Eucalyptus Globulus Labill*, 135.
- Chuyugual, C. M. Y. (2013). *Articulo Original Tafur , Hora , Pereda , Gabriel , Asencio*. 15(2), 1–12.
- Corroto, F., Yalta, Jeimis, Vasquez, H., & Gamarra, O. (2016). *Evaluación de la calidad ecológica del agua en la cuenca alta del río Imaza (Perú) Evaluation of the ecological quality of water in the upper basin of river Imaza (Peru)*. 2(2), 20–29. <https://doi.org/10.25127/indes.20140>

- Croump, M., & Scott, J. (1994). Visual Encounter Surveys in Measuring and Monitoring Biological Diversity. *Standard Methods for Amphibians*, 394.
- DIGESA. (2008). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales dirección de ecología y protección del ambiente área de protección de los recursos hídricos*.  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes\\_tecnicos/protocolo-monitoreo-calidad-recursos-hidricos-superficiales-\(continentales\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/protocolo-monitoreo-calidad-recursos-hidricos-superficiales-(continentales).pdf)
- Dorronsoro, C. (2001). *Salinidad del agua de riego. Informe, Universidad de Granada*. <https://es.scribd.com/document/126947760/Salinidad-Del-Agua-de-Riego1>
- Espinoza, J. C., Marengo, J. A., Ronchail, J., Carpio, J. M., Flores, L. N., & Guyot, J. L. (2014). The extreme 2014 flood in south-western Amazon basin: The role of tropical-subtropical South Atlantic SST gradient. *Environmental Research Letters*, 9(12). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/12/124007>
- Faustino, J. (2000). *Criterios para la clasificación de los problemas y soluciones en la conservación de suelos y aguas CATIE*.
- Figueroa, R., A., P., Ruiz, V., & Niell, X. (2013). Análisis comparativos de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile; río Chillan VIII región. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80(2): 225.
- Gamarra Torres, Ó. A. (2018). Calidad del bosque de ribera en la cuenca del río Utcubamba, Amazonas, Perú. *Arnaldoa*, 25(2), 653–678.  
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25218>

- Gobierno Regional de Ancash. (2017). *Estudio de diagnóstico y zonificación para fines de demarcación territorial de la provincia San Miguel*.  
[http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2017/11/EDZ-San-Miguel\\_escan.pdf](http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2017/11/EDZ-San-Miguel_escan.pdf)
- González Del Tanago, M., Jalón, G. de D., & Lara, F. (2006). Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la Directiva Marco del Agua. *Ingeniería Civil*, 143, 97–10.
- Hellawell J. (1986). Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. *Elsevier Applied Science Publ*, 546.
- Hoyos, D., & Coronel, S. (2018). *Evaluación de la calidad de los bosques de ribera de la microcuenca del río Mariño de la Provincia de Abancay – Apurímac, 2017*. Tecnológica de los Andes Apurimac.
- Hoyos Pompa, N. (2019). “*calidad del agua en función a los macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en el río muyoc grande, miguel iglesias, celendín-2018*.” Nacional de Cajamarca.
- Huerta, A. G., & Palomino Cadenas, E. J. (2017). *Macroinvertebrados Acuáticos Como Tesis Para Optar El Título De Ingeniero Ambiental*. 188.  
[http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2011/T033\\_45496802\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2011/T033_45496802_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Jara Valverde, L. (2020). *Determinación de la calidad del agua de la sub cuenca del río pariac en la quebrada de Rajucolta, Huaraz, mediante el uso de parámetros fisicoquímicos y macroinvertebrados bentónicos, 2019*. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.

- Jiménez, A. , Barba, Á. (2002). *Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas*.
- López, E. (2015). Evaluación de la calidad del bosque de ribera, utilizando un método simple y rápido en dos ríos de bosque seco tropical (Tolima, Colombia). *Tumbaga*, 1(10), 1.
- Lúcia, A. N. A., Riveaux, M., & Cordero, M. (2005). Una metodología rápida y de fácil aplicación para la evaluación de la calidad del agua utilizando el índice BMWP-Cub para ríos cubanos. *Tecnura*, 9(17), 65–76.
- Medina, Cesar y Víásquez, M. (2016). Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú) 2014. *Rebiol*, 35(2), 75–89.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *569076 Normas Legales* (pp. 569076–569082). Diario el Peruano. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/12/Decreto-Supremo-N°-015-2015-MINAM.pdf>
- Ministerio del Ambiente España. (2015). *Libro Blanco del Agua* (Vol. 1542, Issue 9).
- Montesinos-Tubée, D. B. (2019). Diversidad florística, comunidades vegetales y propuestas de conservación del monte ribereño en el río Chili (Arequipa, Perú). *Arnaldoa*, 26(1), 97–130. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26106>
- Moreno, C., & Halffter, G. (2001). *Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera* (P. I. de C. y T. para el Desarrollo. & S. X. D. Biológica (eds.)).
- Mostacero, J., Mejía, F., & Zelada, E. (2007). *Biogeografía del Perú* (A. N. de

Rectores (ed.)).

Munné, A., Solá, C., & Prat, N. (1998). Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología Del Agua*, 175; 20-.

Muñoz, H., Orozco, S., Vera, A., Suárez, J., García, E., Neria, M., & Jiménez, J. (2015). *pluvial y temperatura : río Zahuapan , Tlaxcala , México*. VI, 59–74.

Nava, R., Armijo, R., & Gastó, J. (2015). *Ecosistema: La unidad de la naturaleza y el hombre* (Trillas).

Padilla Arzaluz, L. (2017). *Variabilidad espacial de la salinidad en suelos del distrito de riego*.

Palomino Avellaneda, P. (2018). *Assessment of water quality in the Mashcón River , Cajamarca , 2016* (Vol. 79, Issue 2).

Peña Pulla, E. (2007). *Calidad de agua: Trabajo de investigación oxígeno disuelto (OD)*.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>

Parque Nacional Huascarán. (2017). *Plan Maestro Parque Nacional Huscaran*.

[https://patrimoniomundial.cultura.pe/sites/default/files/pb/pdf/Plan Maestro del Parque Nacional del Huascarán.pdf](https://patrimoniomundial.cultura.pe/sites/default/files/pb/pdf/Plan%20Maestro%20del%20Parque%20Nacional%20del%20Huascar%C3%A1n.pdf)

Ramakrishna, B. (2002). *Estrategia de extensión para el manejo integrado de Cuencas Hidrográficas. Conceptos y Experiencias. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura (IICA). Serie Investigación y educación en desarrollo sostenibles*.

- Ramirez, J. (2018). diversidad de aves en dos hábitats de la parte baja del rio tambo islay, arequipa entre setiembre del 2017 – marzo 2018 [Nacional San Agustin Arequipa].  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8065/BIrarojj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rica, U. D. C., Barrientos, R., Hidrográficas, C., Regional, D. Y. D., Rica, U. D. C., Universitaria, C., Monge, C., Rica, C., & Barrientos, F. R. (2006). Cuencas Hidrográficas, Descentralización Y Desarrollo Regional Participativo. *InterSedes: Revista de Las Sedes Regionales*, VII(12), 113–125.
- Rodriguez, J. (2017). Manejo Y Gestión De Cuencas Hidrográficas. In 2017 (p. 56).
- Roldan, G. (2003). *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col* (U. de Antioquia (ed.)).
- Roldán, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat*, 40(155):25. <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.335>.
- Romero Xiomara, Navarro, P., & Noguera, J. (2011). *Acidez y pH*.  
[http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16739/acidez\\_ph.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16739/acidez_ph.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Salirrosas, P. (2014). *Calidad de ecosistema del rio pollo (Otuzco- La libertad) en base a indicadores bioticos y abioticos durante Abril-Octubre 2013*.
- Smith, R., & Smith, T. (2014). *Ecología* (5ta ed.).
- Springer, A. (2011). Biomonitorio Acuático. *Biología Tropical*, 1 48(5): 5.

Thorne, R., & Williarns, P. (2015). The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment.

*Freshwater Biology*, 37(3): 671.

Toro, C. G. (2012). *Monitoreo de la calidad del agua- La turbidez*.

<http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj859/maguaturbidez.pdf>.

Vasquez, A., Mejía, A., Vasquez, C., & Vasquez, I. (2016). *Manejo y gestión de cuencas hidrográficas* (F. E. Unalam (ed.)).

Veiga de Cabo, J., Fuente Díez, E. de la, & Zimmermann Verdejo, M. (2008).

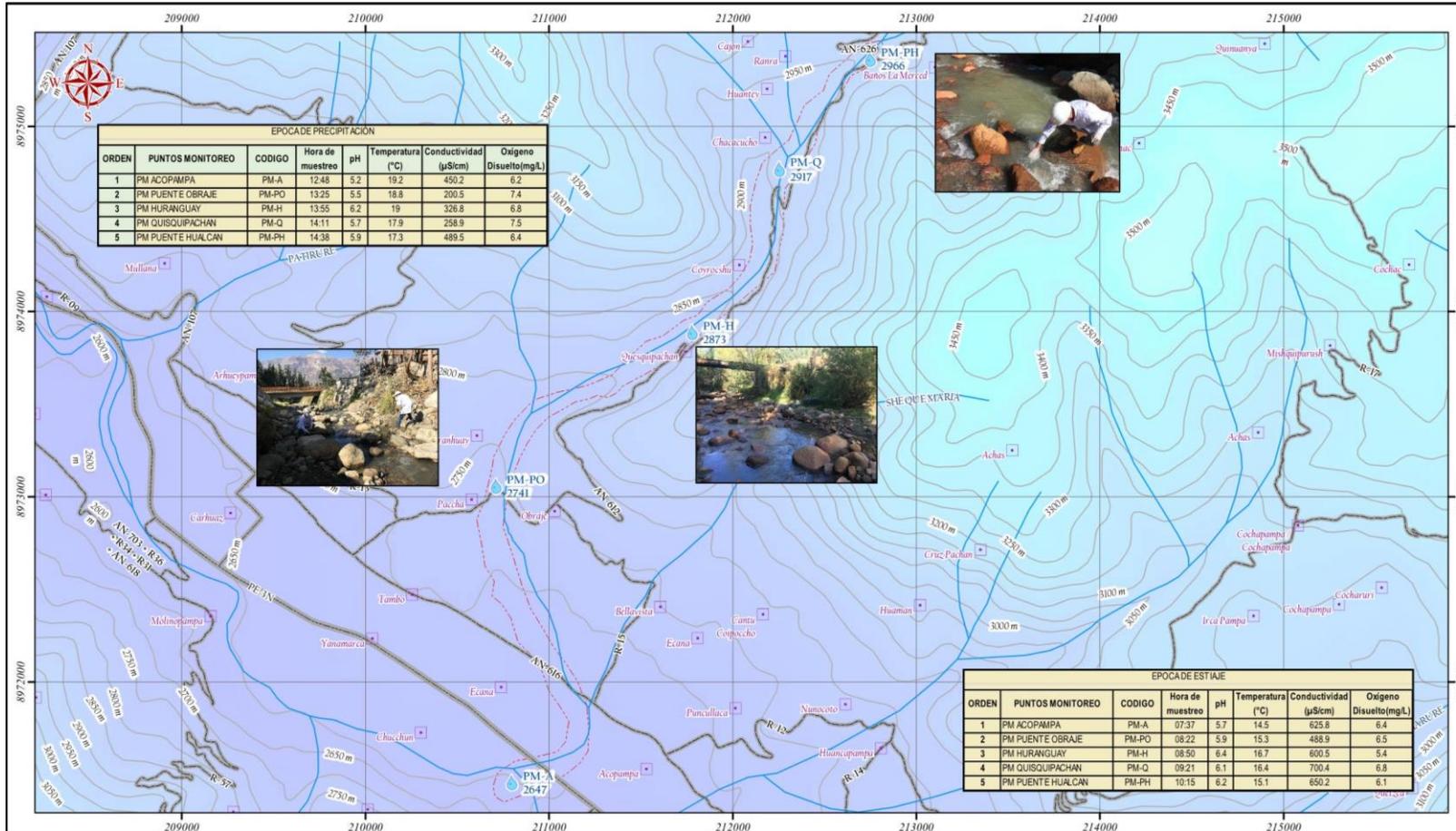
Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Medicina y Seguridad Del Trabajo*, 54(210), 81–88.

<https://doi.org/10.4321/s0465-546x2008000100011>

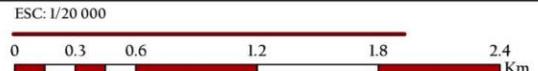
Wetzel, R. (2001). *Limnology*.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1. ÁREA DE ESTUDIO**



ORDEN	PUNTOS MONITOREO	CODIGO	Hora de muestreo	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno Disuelto(mg/L)
1	PM ACOPAMPA	PM-A	07:37	5.7	14.5	625.8	6.4
2	PM PUENTE OBRAJE	PM-PO	08:22	5.9	15.3	488.9	6.5
3	PM HURANGUAY	PM-H	08:50	6.4	16.7	600.5	5.4
4	PM QUISQUIPACHAN	PM-Q	09:21	6.1	16.4	700.4	6.8
5	PM PUENTE HUALCAN	PM-PH	10:15	6.2	15.1	650.2	6.1



ORDEN	PUNTOS MONITOREO	CODIGO	ESTE	NORTE	ALTITUD
1	PM ACOPAMPA	PM-A	210799	8971458	2647
2	PM PUENTE OBRAJE	PM-PO	210712	8973059	2741
3	PM HURANGUAY	PM-H	211780	8973889	2873
4	PM QUISQUIPACHAN	PM-Q	212255	8974769	2917
5	PM PUENTE HUALCAN	PM-PH	212750	8975365	2966

**Leyenda**

- PMs (blue circle with water drop)
- CENTRO POBLADO (red square)
- RIO QUEBRADAS (blue line)
- RVD (black line)
- RVV (dashed line)
- RVN (dotted line)
- AREA ESTUDIO (dashed rectangle)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"**

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

**EVALUACION DE LA CALIDAD ECOSISTEMICA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN CON BASE EN LOS INDICADORES BIOTICOS Y ABIOTICOS SECTOR HUALCAN - ACOPAMPA - CARHUAZ - ANCASH, 2020**

TESISTA: JHONER TITO HUERTA BENITES LÁMINA: AE

UBICACION: DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: CARHUAZ DISTRITO: ACOPAMPA

DATUM Y ZONA GEOGRAFICA: WGS 84 - Zona 18 - Latitud: SUR ESCALA: Indicada FECHA: Diciembre - 2020



## ANEXO 2

### RESULTADOS DE LABORATORIO



## INFORME DE ENSAYO AG200208

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN, SECTOR HUALCAN, ACO-PAMPA (CARHUAZ - ANCASH) EN BASE A INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS 2019
	<b>Dirección</b>	: Jr. Progreso N° 262 - Shancayan - Independencia
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Rio
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chucchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200085
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 07/Setiembre/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 07 de Setiembre al 14 de Setiembre/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM.Puente Hualcan
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	07/09/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	10:15
					Código del Laboratorio	AG200208
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		1.56
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		48
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		3.2
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		138.00
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.041
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.670
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.050
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		14.22
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		2.2
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.012
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		10

Datos proporcionados por el cliente

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

Huaraz, 14 de Setiembre de 2020



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

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 dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

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 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



## INFORME DE ENSAYO AG200207

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN, SECTOR HUALCAN, ACOPAMPA (CARHUAZ - ANCASH) EN BASE A INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS 2019
	<b>Dirección</b>	: Jr. Progreso N° 262 - Shancayan - Independencia
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Rio
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chuchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200085
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 07/Setiembre/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 07 de Setiembre al 14 de Setiembre/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM. Quisquipachan
					07/09/2020	
					09:21	
						Código del Laboratorio AG200207
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		1.27
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		41
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		4.2
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		176.00
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.040
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.600
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.040
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		13.91
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		2.3
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.016
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		11

Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 14 de Setiembre de 2020



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

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.

FL-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 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



## INFORME DE ENSAYO AG200206

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN, SECTOR HUALCAN, ACOPAMPA (CARHUAZ - ANCASH) EN BASE A INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS 2019
	<b>Dirección</b>	: Jr. Progreso N° 262 - Shancayan - Independencia
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Río
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chuchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200085
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 07/Setiembre/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 07 de Setiembre al 14 de Setiembre/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM. Huanaguay
					07/09/2020	
					08:50	
					AG200206	
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		1.00
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		37
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		3.9
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		190.00
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.150
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.750
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.110
MT32	Zinc total	mg/l Zn	CI-PAN	0.05		19.21
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		4.8
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.019
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		18

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 14 de Setiembre de 2020



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

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 dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

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 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com Página 1 de 1



## INFORME DE ENSAYO AG200205

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN, SECTOR HUALCAN, ACOPAMPA (CARHUAZ - ANCASH) EN BASE A INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS 2019
	<b>Dirección</b>	: Jr. Progreso N° 262 - Shancayan - Independencia
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Río
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chucchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200085
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 07/Setiembre/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 07 de Setiembre al 14 de Setiembre/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM. Puente Obraje
					07/09/2020	
					08:22	
						AG200205
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		3.01
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		69
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		4.36
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		101.00
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.033
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.350
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.080
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		10.31
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		3.7
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.022
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		21

Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 14 de Setiembre de 2020



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

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 dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

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 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



## INFORME DE ENSAYO AG200204

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN, SECTOR HUALCAN, ACOPAMPA (CARHUAZ - ANCASH) EN BASE A INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS 2019
	<b>Dirección</b>	: Jr. Progreso N° 262 - Shancayan - Independencia
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Río
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chuchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200085
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 07/Setiembre/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 07 de Setiembre al 14 de Setiembre/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM. Acopampa
					07/09/2020	
					07:37	
					AG200204	
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		6.03
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		74
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		2.87
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		345.00
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.800
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		3.300
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.650
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		25.36
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		4.8
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.011
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		26

Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 14 de Setiembre de 2020



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

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 dirimientes 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 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com  
 FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10  
 Página 1 de 1



## INFORME DE ENSAYO AG200160 - A

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN, SECTOR HUALCAN, ACOPAMPA (CARHUAZ - ANCASH) EN BASE A INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS 2019
	<b>Dirección</b>	: Jr. Progreso N° 262 - Shancayan - Independencia
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Rio
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chuchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200056 - A
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 02/Marzo/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 02 de Marzo al 09 de Marzo/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM. Puente Hualcan
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	02/03/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	14:38
					Código del Laboratorio	AG200160 - A
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		2.11
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		32
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatolibdato	0.010		2.1
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		135.50
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.018
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.01
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.139
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.020
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		13.14
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		1.6
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.09
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		8

Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 09 de Marzo de 2020



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

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 dirimientes 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 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



## INFORME DE ENSAYO AG200160 - A

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN, SECTOR HUALCAN, ACOPAMPA (CARHUAZ - ANCASH) EN BASE A INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS 2019
	<b>Dirección</b>	: Jr. Progreso N° 262 - Shancayan - Independencia
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Rio
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chuchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200056 - A
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 02/Marzo/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 02 de Marzo al 09 de Marzo/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM. Puente Hualcan
					02/03/2020	
					14:38	
						AG200160 - A
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		2.11
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		32
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		2.1
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		135.50
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.018
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.01
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.139
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.020
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		13.14
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		1.6
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.09
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		8

Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 09 de Marzo de 2020



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

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 dirimientes 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 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



## INFORME DE ENSAYO AG200158 - A

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN, SECTOR HUALCAN, ACOPAMPA (CARHUAZ - ANCASH) EN BASE A INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS 2019
	<b>Dirección</b>	: Jr. Progreso N° 262 - Shancayan - Independencia
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Río
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chucchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200056 - A
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 02/Marzo/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 02 de Marzo al 09 de Marzo/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM. Huancauecha
					02/03/2020	
					13:55	
						AG200158 - A
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		3.52
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		45
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		3.1
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		242.00
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.020
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.01
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.400
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.040
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		16.51
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		1.8
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.033
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		19

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 09 de Marzo de 2020



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

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 dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

FI-001/Version: 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 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



## INFORME DE ENSAYO AG200157 - A

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN, SECTOR HUALCAN,
	<b>Dirección</b>	: ACO PAMPA (CARHUAZ - ANCASH) EN BASE A INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS 2019
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Río
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chuchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200056 - A
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 02/Marzo/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 02 de Marzo al 09 de Marzo/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM, Puente Obraje
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	02/03/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	13:55
					Código del Laboratorio	AG200157 - A
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		2.51
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		43
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		2.9
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		218
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.200
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.1010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.350
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.030
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		17.68
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitrato	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		1.9
NU05	Nitrito	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.026
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		21

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 09 de Marzo de 2020



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

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 dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perechibilidad.

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 640020 - Anexos: 3602-3501 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



## INFORME DE ENSAYO AG200156 - A

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOSISTÉMICA DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHUCCHUN CON BASE EN LOS INDICADORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS SECTOR HUALCAN – ACOPAMPA- CARHUAZ – ANCASH, 2020
	<b>Dirección</b>	: Jr. Progreso N° 262 - Shancayan - Independencia
	<b>Atención</b>	: Jhoner Tito Huerta Benites
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Superficial - Rio
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	<b>Procedencia</b>	: Microcuenca Chucchun - Acopampa
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC200056 - A
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 02/Marzo/2020
	<b>Fecha de análisis</b>	: 02 de Marzo al 09 de Marzo/2020
	<b>Cotización N°</b>	: CO200272

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM. Acopampa
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	02/03/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	12:48
					Código del Laboratorio	AG200156 - A
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B	1.00		4.51
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C	1		61
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		4.67
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B	1		310
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020		0.200
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010		<0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina	0.005		0.650
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010		0.090
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN	0.05		16.32
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		2.4
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess	0.007		0.087
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		25

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 09 de Marzo de 2020



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

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 dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

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 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1