



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Efectos de dos componentes de ecosistemas riparios en la calidad de agua de  
la quebrada Pucayacu, centro poblado Marona, Moyobamba, 2019**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**AUTORA:**

**Mariela Rodrigo Vega**

**ASESOR:**

**Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles**

**Código N° 6050119**

**Moyobamba – Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE ECOLOGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

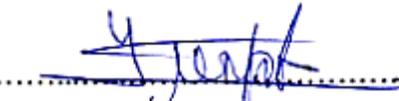


**Efectos de dos componentes de ecosistemas riparios en la calidad de agua de la quebrada Pucayacu, centro poblado Marona, Moyobamba, 2019**

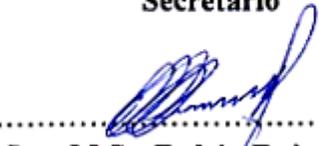
**AUTORA:**  
**Mariela Rodrigo Vega**

**Sustentada y aprobada el 01 de junio del 2022, por los siguientes jurados:**

  
.....  
**Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna**  
**Presidente**

  
.....  
**Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza**  
**Secretario**

  
.....  
**Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález**  
**Miembro**

  
.....  
**Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles**  
**Asesor**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
FACULTAD DE ECOLOGIA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO**  
**PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

Siendo las 07: 00 de la noche del día 01 de junio del 2022 en la ciudad de Moyobamba, según la Directiva N° 01-2020-UNSM-T, aprobado con Resolución N° 367-2020-UNSM/CU-R de fecha 29 de mayo del 2020, sobre Sustentación de Tesis de Pregrado según la Modalidad No Presencial (forma virtual) de la Facultad de Ecología, se reunieron virtualmente los miembros de jurado de tesis integrado por:

<b>Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>Ing. Dr. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>Ing. M.Sc. ALFONSO ROJAS BARDÁLEZ</b>	<b>MIEMBRO</b>
<b>Ing. M.Sc. RUBÉN RUIZ VALLES</b>	<b>ASESOR</b>

Para evaluar la sustentación de la tesis titulado: **Efectos de dos componentes de ecosistemas riparios en la calidad de agua de la quebrada Pucayacu, centro poblado Marona, Moyobamba, 2019**; presentado por la Bachiller en Ingeniería Ambiental: **Marilela Rodrigo Vega** según Resolución N° 008 -2019-UNSM/CFT/FE fecha 30 de enero del 2019. Los señores miembros del jurado, después de haber escuchado la sustentación virtual, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de: **BUENO** y nota **QUINCE (15)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 21:00 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

.....  
**Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna**  
Presidente

.....  
**Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza**  
Secretario

.....  
**Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález**  
Miembro

.....  
**Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles**  
Asesor

## **Declaratoria de autenticidad**

**Mariela Rodrigo Vega**, con DNI N° 70103901, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Efectos de dos componentes de ecosistemas riparios en la calidad de agua de la quebrada Pucayacu, centro poblado Marona, Moyobamba, 2019.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 01 de junio del 2022.



.....  
**Mariela Rodrigo Vega**

DNI N° 70103901

## **Dedicatoria**

Este trabajo de investigación lo dedico:

*A Dios:*

Por permitirme vivir hasta este momento, donde doy un paso más allá en mi vida,  
convertirme en profesional.

*A mis padres, a mi esposo y a mi hijo:*

Por apoyarme en todo momento, en los obstáculos que cada día se vuelven más pesados,  
darme una mano, y permitirme cumplir con uno de mis sueños, y no dejar que tire la  
toalla, hasta terminar

## **Agradecimientos**

Para el término de esta investigación, agradezco:

A Dios por permitirme superar los obstáculos en mi camino, darme perseverancia, y paciencia, para poder terminar mi carrera.

A mis padres, quienes, sin su apoyo y consejo en estos cinco años, no hubiera podido terminar mis estudios.

Al Ing. M Sc. Rubén Ruiz Valles, por su apoyo y sus consejos, en el transcurso de toda la investigación, como mi asesor.

A la plana docente de la Facultad de ecología de la Universidad Nacional De San Martín, porque en estos cinco años de mi carrera, me brindaron a través de sus enseñanzas y experiencias, conocimientos que cimentaron las bases para poder ser una profesional competente hoy en día.

## Índice general

Dedicatoria.....	vi
Agradecimientos .....	vii
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Introducción .....	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
1.1. Antecedentes de la investigación .....	2
1.2. Bases teóricas .....	4
1.2.1. El agua .....	4
1.2.2. Calidad de agua.....	6
1.2.3. Ecosistemas riparios .....	12
1.2.4. Normatividad aplicada al tema .....	13
1.3. Definición de términos básicos .....	17
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS .....	19
2.1. Materiales.....	19
2.1.1. Equipos de medición de parámetros de calidad de agua .....	19
2.1.2. Materiales usados en campo .....	19
2.2. Métodos .....	19
A. Etapa de campo.....	19
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
3.1. Resultados.....	22
3.1.1. Caracterización florística de los ecosistemas riparios de la quebrada Pucayacu. ....	23
3.1.2. Calidad de aguas que generan la quebrada Pucayacu con la normatividad vigente.....	28
3.1.3. Efecto de dos componentes de los ecosistemas riparios en la calidad de agua .....	35

3.1.4. Medidas para recuperar la calidad de las aguas de la quebrada Pucayacu para consumo humano .....	40
3.2. Discusiones .....	40
CONCLUSIONES .....	42
RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
ANEXOS .....	47
Anexo 1: Mapa de ubicación de la subcuenca Pucayacu.....	48
Anexo 2: Prueba de laboratorio .....	50
Anexo 3: Panel fotográfico.....	54

## Índice de tablas

Tabla 1 Distribución de agua en la tierra .....	5
Tabla 2 Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable .....	14
Tabla 3 Identificación de los puntos de la parcela.....	22
Tabla 4 Especies herbáceas.....	23
Tabla 5 Especies arbustivas .....	25
Tabla 6 Especies arbóreas.....	26
Tabla 7 Totales de las especies encontradas en la caracterización florística.....	27
Tabla 8 Identificación de parámetros según las muestras recogidas .....	28
Tabla 9 Promedio de muestras.....	29
Tabla 10 Cuadro comparativo sobre la calidad de agua y la normatividad vigente .....	29
Tabla 11 Caracterización del área de estudio .....	36
Tabla 12 Datos utilizados en la prueba análisis de varianza.....	38
Tabla 13 Prueba análisis de varianza .....	38

## Índice de figuras

Figura 1. Calidad de agua: parámetro color, en comparación con los ECAs	30
Figura 2. Calidad de agua: parámetro turbidez, en comparación con los ECAs	30
Figura 3. Calidad de agua: parámetro pH, en comparación con los ECAs	31
Figura 4. Calidad de agua: parámetro sólidos totales disueltos, en comparación con los ECAs	32
Figura 5. Calidad de agua: parámetro temperatura, en comparación con los ECAs	32
Figura 6. Calidad de agua: parámetro NO <sub>3</sub> , en comparación con los ECAs	33
Figura 7. Calidad de agua: parámetro oxígeno disuelto, en comparación con los ECAs	34
Figura 8. Calidad de agua: parámetro DBO, en comparación con los ECAs	34
Figura 9. Gráfico representativo de la prueba análisis de varianza	39
Figura 10. Mapa de ubicación de la subcuenca Pucayacu	40

## Resumen

La investigación denominada, "Efectos de dos componentes de los ecosistemas riparios en la calidad del agua de la quebrada Pucayacu, centro poblado Marona, Moyobamba, 2019, tuvo como objetivo principal evaluar los efectos de dos componentes (flora y suelo) de los ecosistemas riparios en la calidad hídrica de la quebrada Pucayacu (parámetros físicos y químicos), referente a la metodología de trabajo se desarrollaron ocho parcelas para la caracterización y cuatro puntos de muestreo para la calidad del agua, se analizó ocho parámetros en la que cómo resultados se obtuvieron los estándares de calidad ambiental, tanto la demanda bioquímica de oxígeno, los sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, nitratos que se encuentran en el rango permitido para el consumo humano, mientras que el color y la turbidez están fuera de los límites del rango para el consumo humano, teniendo en cuenta que el pH y la temperatura están casi dentro del rango aceptable según la normativa; concluyendo que el efecto de la flora y el suelo sobre la calidad del agua es proporcional entre la pendiente con la flora y la calidad del agua ya que, por ejemplo, a mayor pendiente, menor densidad arbórea, con menor materia orgánica, y menor calidad del agua.

**Palabras clave:** Ecosistemas, ripario, calidad, agua, componentes, normativa.

## Abstract

The main objective of the research entitled "Effects of two components of riparian ecosystems on the water quality of the Pucayacu stream, Marona village, Moyobamba, 2019", was to evaluate the effects of two components (flora and soil) of riparian ecosystems on the water quality of the Pucayacu stream (physical and chemical parameters). Regarding the work methodology, eight plots were developed for characterization and four sampling points for water quality. Eight parameters were analyzed and the results showed that the following environmental quality standards were obtained: biochemical oxygen demand, total dissolved solids, dissolved oxygen, nitrates, which are within the permitted range for human consumption, while color and turbidity are outside the limits of the range for human consumption, taking into account that pH and temperature are almost within the acceptable range according to the regulations. It concluded that the effect of flora and soil on water quality is proportional to the slope with flora and water quality since, for example, the steeper the slope, the lower the tree density, the lower the organic matter, and the lower the water quality.

**Keywords:** Ecosystems, riparian, quality, water, components, regulations.



## **Introducción**

El agua es considerada uno de los recursos básicos más necesarios, así como también el suelo, energía y aire, todos ellos forman los cuatro recursos básicos indispensables para el desarrollo, relacionándose así a la realidad económica, cultural, social, ambiental, política con el estilo de vida de la población (Aliaga, 2010)

El recurso hídrico es muy demandado para las actividades cotidianas, como la ganadería, el uso doméstico, la agricultura y demás, transformándose en uno de los recursos más demandado en la Tierra. En la actualidad existe un deterioro de este recurso, generando preocupación para todos los habitantes del planeta, que van reconociendo y entendiendo lo importante que es dicho recurso para preservar la vida en el planeta (Buelta, 2015).

Del actual proyecto surge la problemática: ¿Cuál es el efecto de dos componentes (flora y suelo) de los ecosistemas riparios en la calidad del agua de la quebrada Pucayacu?, teniendo como hipótesis: “existe una influencia significativa el efecto de dos componentes de los ecosistemas riparios en la calidad de agua de la quebrada Pucayacu.”. Tiene una importancia la población que subsiste con este recurso, es la principal afectada si este es contaminado, lo cual no está exento del imaginario, pues la realidad indica que la quebrada Pucayacu, cada vez está más contaminado, dicha contaminación es provocada por múltiples actividades antropogénicas de diverso origen, sin embargo, se presume que es la actividad realizada por el hombre la que destaca, Teniendo como objetivo principal, evaluar los efectos de dos componentes (flora y suelo) de los ecosistemas riparios en la calidad del agua de la quebrada Pucayacu (parámetros físicos y químicos), y como objetivos específicos, (a) caracterizar florísticamente los ecosistemas riparios de la quebrada Pucayacu, (b) evaluar la calidad de aguas que generan la quebrada Pucayacu con la normatividad vigente, (c) determinar el efecto de dos componentes de los ecosistemas riparios en la calidad de agua, y (d) proponer medidas para recuperar la calidad de las aguas de la quebrada Pucayacu para consumo humano. Para facilitar la comprensión del proyecto, se organizó en tres capítulos determinados, siendo el primero, revisión bibliográfica, el segundo capítulo, materiales y métodos y finalmente el capítulo tres, resultados y discusiones.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Antecedentes de la investigación

#### **Internacional**

Amón y López (2020), en su investigación “Estudio de la influencia de la vegetación y bosque de ribera en la calidad del agua del río Tomebamba de la ciudad de Cuenca”, la investigación tuvo como objetivo principal establecer la influencia que poseen los bosques de ribera en cuanto a la calidad hídrica de la cuenca del río Tomebamba, para llevar a cabo la investigación realizaron el monitoreo de 11 km del río Tomebamba, separados en 11 partes, realizando en cada parte la toma de la muestra para analizar la calidad QBR, tanto para los ecosistemas de páramo como para los bosques de ribera, los resultados obtenidos demuestran que la calidad se encuentra dentro del rango establecido como regular, mostraron de esa manera una asociación muy pobre entre la calidad de los datos adquiridos y el índice de calidad QBR. Llegaron a la conclusión que son muchos los factores que contribuyen a la degradación tanto de la vegetación como del lugar boscoso de ribera, así como la influencia de la calidad hídrica, siendo uno de ellos las acciones humanas como la ganadería, pesca, turismo y las construcciones transversales son los que llegan a tener un mayor impacto, debido a ello es que se propusieron medidas de gestión para cada zona ribera con el fin de mejorar el estado ecológico.

Cerón *et al.* (2019), en su estudio, “Calidad de agua de la quebrada Mamarramos. Santuario de flora y fauna Iguaque, Colombia”, plantearon como objetivo primordial la evaluación de la calidad hídrica de la quebrada Mamarramos, para aplicar la metodología se recolectó la muestra durante tres días en temporada seca, teniendo 10 estaciones de monitoreo, los resultados in situ que se registraron fueron pH, turbidez (TD), temperatura (T°), disolución de oxígeno (OD) y conductividad (CD), se tuvieron en consideración además las mediciones de caudal y se recolectaron muestras para analizar parámetros como: DBO, Coliformes totales, TDS, nitratos, , fosforo total, Coliformes fecales, sólidos totales, SST, alcalinidad, fosfatos, cloruros y dureza total. Concluyeron que el agua de la quebrada Mamarramos es de excelente calidad en los puntos de muestreos que se examinaron.

## **Nacional**

Minchola (2019), en su estudio “Estimación de la calidad del agua mediante variables fisicoquímicas y macroinvertebrados en las quebradas Naranjal y Córdoba - Tingo María”, tuvo como objetivo, estimar el efecto de las variables fisicoquímicas y de los macroinvertebrados en la calidad hídrica de las quebradas Naranjal y Córdoba, Tingo María, manejo como metodología 3 zonas de muestreo, cada zona se delimitó por 20 metros de largo y esta área se volvió a dividir en tres secciones, la colecta se llevó a cabo durante media hora. Finalmente, concluyeron que oxígeno disuelto, el pH, la temperatura y la conductividad eléctrica de la quebrada Córdoba fueron las variables fisicoquímicas más importantes para conocer la calidad hídrica. Específicamente, en la zona baja de las cuencas se situó estable y crítica, mientras que la parte superior se encontró en buenas condiciones.

## **Local**

Ochoa (2019), en su trabajo, *“Identificación y evaluación de efectos causados en los ecosistemas riparios, para su conservación de la calidad bioambiental en la microcuenca de la quebrada Pucayacu, Moyobamba, 2017”*, que tuvo como objetivo principal la identificación y evaluación de los efectos ocasionados a los ecosistemas riparios, para la conservación de su calidad bioambiental dentro de la microcuenca Pucayacu. Para la investigación se aplicó la metodología descriptiva de la recolección de datos en campo, así mismo se aplicó la metodología de conteo por punto para caracterizar las asociaciones florísticas en el interior de los bosques de riparios, también para el inventario florístico en tres estratos como arbustiva, herbácea y arbórea. Los resultados obtenidos del inventario forestal fue el listado de las especies más sobresalientes en la zona de investigación: Quillosa, acasia, asarqui, moena, rupiña, arácea, helecho águila, ingaina, quiniña, calceta, cético, melloco. Con esta información, los investigadores pudieron concluir que en los ecosistemas riparios los efectos ocasionados en la calidad bioambiental, se ven reflejados mediante las comunidades florísticas que resultan ser indicadores de que el sector Pucayacu cuenta con fértiles y productivos ecosistemas, así como de una buena calidad de suelo. También se puede ver la existencia de impactos negativos en el ecosistema como la deforestación, que ha resultado en la desaparición de algunos árboles o grupos enteros, debido al crecimiento agrícola o extirpación forestal.

Reátegui (2017), de su investigación “*Determinación del servicio del agua de la laguna Azul, influenciada por las actividades agrícolas en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia de San Martín, 2016*”, tuvo como objetivo determinar si la calidad hídrica de la laguna Azul se ve influenciado por las actividades agrícolas en la quebrada Pucayacu, se ha ejecutado su metodología durante cuatro meses de monitoreo a lo largo de la quebrada Pucayacu, hasta su desembocadura en la laguna Azul, tuvo resultados que muestran según las características estudiadas del servicio de agua (Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), turbidez, Fosfatos, temperatura, TDS, Totales disueltos, Oxígeno Disuelto, pH, Nitratos, Coliformes Totales y Demanda Química de Oxígeno (DQO)). La quebrada Pucayacu no se puede usar para el consumo humano sin antes someterse a un tratamiento primario, llegando a la conclusión que la agricultura tiene un negativo impacto en el escurrimiento de aguas superficiales, como está quebrada de Pucayacu, que se encuentra en peligro de contaminarse. Como resultado del examen, se puede demostrar que la quebrada tiene una alta probabilidad de autodepuración, ya que a través de su recorrido los parámetros que superan están volviendo a su valor normal de acuerdo con la normativa.

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. El agua**

Compuesto de un átomo de oxígeno, así como de dos átomos de hidrógeno, ambos constituyen este líquido incoloro e inodoro ( $H_2O$ ). El agua se congela a  $0^{\circ}C$  y tiene un punto de ebullición de  $100^{\circ}C$ . Las escalas de temperatura, por ejemplo, se basan en sus cualidades físicas. Con frecuencia se hace referencia al agua como un solvente universal ya que tiene la capacidad de disolver una amplia variedad de compuestos diferentes en diversos grados. Los minerales manganeso y hierro, el material orgánico y los desechos tornasoles industriales contribuyen con el tono del agua (Contreras *et al.*, 2008).

### **A. El agua en el mundo**

Los glaciares, la atmósfera, los lagos, los océanos, ríos y las aguas subterráneas hacen circular el agua de manera natural. El ciclo del agua está habilitado por la movilidad del aire y el agua, que son los constituyentes físicos más móviles del sistema terrestre. Cuando se habla de ciclo planetario se refiere al flujo continuo de agua de los océanos (evaporación), de la atmósfera al planeta tierra o de vuelta a los océanos (precipitación),

y del planeta tierra a los océanos y la atmósfera (escorrentía y evaporación). Hay varios subciclos regionales y locales en el ciclo del agua (Sierra, 2011).

**Tabla 1**

*Distribución hídrica en la tierra*

Situación hídrica	Volumen en km <sup>3</sup>		Porcentaje	
	Agua dulce	Agua salada	De agua dulce	De agua total
<b>Océanos y mares</b>	–	1.338.000.000	–	96,5
<b>Casquetes y glaciales</b>	24.064.000	–	68,7	1,74
<b>Agua subterránea salada</b>	–	12.870.000	–	0,94
<b>Agua subterránea dulce</b>	10.530.000	–	30,1	0,76
<b>Permafrost y Glaciares continentales</b>	300.000	–	0,86	0,022
<b>Lagos de agua dulce</b>	91.000	–	0,26	0,007
<b>Lagos de agua salada</b>	–	85.400	–	0,006
<b>Humedad del suelo</b>	16.500	–	0,05	0,001
<b>Atmósfera</b>	12.900	–	0,04	0,001

Fuente: Sierra, 2011

Por lo general, hay un cambio significativo en el flujo de una corriente, con períodos de agua rápida y períodos de agua basal, donde se mezclan las aguas subterráneas y los fluidos fluviales. Para cada ambiente, la correlación entre concentración y flujo puede ser diferente. Las inundaciones extremas en un arroyo deben considerarse eventos naturales que ocurren al menos una vez al año y tienen un impacto significativo en la composición del arroyo, particularmente en términos de componentes de partículas (Sierra, 2011).

## **B. Importancia y utilidad del agua**

Cuando se trata del mantenimiento a largo plazo y desarrollo de los sistemas naturales y los ciclos que los sostienen, el agua es un recurso natural renovable y fundamental para la seguridad nacional. Los seres humanos, los animales y las plantas necesitan agua para sobrevivir, al igual que la Tierra en su conjunto. Está compuesto por dos átomos de

hidrógeno y un átomo de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es tan esencial para nuestra supervivencia como lo son el oxígeno, la luz y los alimentos. Qué difícil sería si no pudiéramos obtener agua para nuestras necesidades diarias porque no llovería lo suficiente para regar las plantas, llenar los ríos o proporcionar agua para los animales (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016)

El agua es fundamental para llevar a cabo nuestras actividades diarias; en consecuencia, debemos conservarlo y no dilapidarlo. Las personas, los animales y las plantas pueden vivir gracias al agua. El agua se utiliza para una variedad de actividades productivas, que incluyen beber y cocinar alimentos, limpiar, regar nuestros cultivos y plantas, mantener limpios nuestros hogares y escuelas, dar de beber a nuestros animales y para la utilización en los procesos industriales (energía hidráulica, minería, etc.) (MINAM, 2016).

### **C. Contaminación de agua**

El agua contaminada es aquella agua que ha estado expuesta a contaminantes que la hacen insegura para el consumo. La contaminación natural (a veces denominada geoquímica: el suelo) y la provocada por el hombre (antropogénica) pueden contaminar el agua. Generalmente, en dicho recurso, hay un dispersamiento de las fuentes naturales y es por ello que no se dan altas concentraciones, a excepción de uno que otro lugar concreto. Por el contrario, en zonas concretas la contaminación causada por la actividad humana (industrias, ciudades) se concentran más. Aparte de eso, los contaminantes producidos son aún más dañinos que los que provienen de los recursos naturales (Encinas, 2011).

Existen cuatro tipos de fuentes de contaminación antropogénica entre las cuales se encuentra la industria, que dependiente del tipo de industria este emitirá diferentes contaminantes al medio, al igual que los vertidos urbanos, que contienen principalmente contaminantes orgánicos; además debemos observar la actividad agrícola y la ganadera, los cuales contaminan a través del vertimiento de restos orgánicos de animales y planta, así como con diferentes tipos de pesticidas. Todos estos factores contaminantes alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua. Todas las propiedades que se alteran con los diferentes contaminantes son los parámetros que se llegan a medir en una fuente de agua, para determinar la calidad del agua (Encinas, 2011).

### **1.2.2. Calidad hídrica**

Actualmente la problemática de la escasez hídrica recibe más importancia que la existencia de la calidad del agua a la cual se le brinda una importancia mínima. Cuando nos referimos a la calidad de agua, lo hacemos basándonos en los parámetros en los cuales nos indican si el agua es apta para ser utilizado en diferentes tipos de actividades como las siguientes: para uso doméstico, actividades recreativas, riego y uso industrial. La calidad hídrica es definida de acuerdo al grupo de sus distintivos que pudieran ser influenciadas en cuanto a la utilización de esta en las diferentes actividades. La cantidad de sólidos y gases, ya sea que estos se encuentren suspendidos o disueltos llegan a determinar la calidad del agua (Mendoza, 1996).

Numerosas actividades humanas degradan tanto la cantidad como la calidad del agua disponible. Algunas de las causantes que más impactan la calidad hídrica es el crecimiento poblacional, las actividades de producción inadecuadas, la mala gestión terrestre, el contaminar a través de desechos domésticos y la falta de infraestructura de saneamiento contribuyen a las causantes de una disminución en calidad hídrica de las cuencas hidrográficas. Así como los desechos humanos representan una amenaza para la salud pública, también lo son los excrementos humanos (OMS, 1999).

#### **A. Los bosques y la calidad de agua**

Mantener una alta calidad del agua es la contribución más importante de los árboles a todos los seres vivos. La erosión del suelo se reduce localmente, el sedimento se reduce en los cuerpos de agua (humedales, estanques y lagos; arroyos y ríos) y otras toxinas quedan atrapadas o filtradas (Hamilton, 2009).

Los bosques son la cobertura del suelo ideal o la forma de usar la tierra cuando la calidad del agua es una prioridad importante. Una cubierta forestal intacta proporciona una protección significativa contra la erosión, la sedimentación y el daño de otros contaminantes. Las reservas de cuencas hidrográficas protegidas y las regiones centrales de los parques nacionales son los mejores lugares para colocar bosques protegidos (Hamilton, 2009).

#### **B. Cambios climáticos y su impacto en las reservas de agua**

Los efectos del calentamiento global podrían ser catastróficos. Se espera que el calentamiento global incremente el nivel del mar y aumente la frecuencia de fenómenos

meteorológicos extremos como el de fenómeno del Niño. Se espera que las sequías se vuelvan más frecuentes y más severas en algunas partes del mundo, lo que representa una amenaza para los suministros de alimentos y agua. Como resultado de esta transición, ciertos ecosistemas pueden ser incapaces de adaptarse (Ercilio *et al.*, 2005).

Las personas que viven en regiones costeras, semiáridas y desérticas, así como en islas y áreas costeras, podrían verse afectadas negativamente por el incremento del nivel marítimo ocasionado cuando los glaciares se derriten. Los riesgos aumentan en las regiones tropicales y subtropicales debido a la prevalencia del estrés por calor y las enfermedades transmitidas por vectores (Ercilio *et al.*, 2005).

El aumento de la erosión del suelo, las inundaciones, el aumento de los brotes de enfermedades patógenas y las pérdidas de cultivos pueden verse claramente como resultado de los cambios en el suministro y la distribución del agua en toda América Latina. Además, el cambio climático está intensificando las sequías que ponen de manifiesto la fragilidad de numerosos sectores económicos que dependen del abastecimiento de agua (Ríos y Muhammad, 2008).

### **C. Monitoreo de la Calidad de Aguas Superficiales**

La demanda de agua es cada vez mayor, así como el impacto negativo que la actividad humana genera sobre estos recursos hídricos, por lo que es fundamental que se realicen actividades de vigilancia y de gestión de los suministros de agua. Los indicadores químico-físicos creados a partir de observaciones sistemáticas y mediciones de las variables hídricas continentales deben evaluarse para realizar un seguimiento de la calidad hídrica (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016).

El protocolo de monitoreo establece un enfoque y un procedimiento uniformes para tomar estas medidas. Es posible mantener los errores al mínimo y proporcionar datos e información coherentes y fiables mediante el uso de estas técnicas (ANA, 2016).

### **D. Escases, calidad hídrica y su importancia en salud**

Si un territorio no puede satisfacer las necesidades de agua de sus habitantes, se dice que sufre escasez de agua. Los efectos en la salud de no abordar el problema de la escasez de

agua pueden ser graves. Cada mes, alrededor de 2.800 millones de personas en todo el mundo se quedan sin agua potable. Se prevé que el calentamiento global, la expansión poblacional y el aumento de la demanda agrícola exacerben este problema en un futuro próximo (Red Interamericana de Academias de Ciencias [IANAS], 2019).

Muchas personas, particularmente en los países más pobres, se ven obligadas a beber agua contaminada debido a la falta de acceso a fuentes de agua segura, como arroyos y ríos que no han sido tratados para eliminar contaminantes químicos o microbianos. Otros inconvenientes relacionados con la propagación de enfermedades transmitidas por vectores que afectan a la salud, como la malaria, pueden verse exacerbados por la falta de disponibilidad de agua en las zonas rurales (IANAS, 2019).

Se debe asegurar que antes de consumir el agua, esta debe ser de una buena calidad. Existen diversas enfermedades que están asociadas al consumo de agua contaminada, por lo que beber agua potable minimiza considerablemente el riesgo poblacional de contraer afecciones resultando beneficioso para una sustancial calidad de vida. Ya sea debido a la contaminación natural o provocada por el hombre, actualmente lograr la disponibilidad universal al recurso hídrico para consumo humano sigue representando uno de los desafíos significativos (Buelta y Martínez, 2015).

Un estilo de vida saludable comienza con el acceso al agua potable. Analizar regularmente el agua en busca de especies indicadoras como bacterias y virus es la mejor manera de determinar la higiene del agua. Los sistemas de monitoreo en naciones con un sistema de vigilancia exhaustivo pueden identificar las fallas en el tratamiento y la contaminación como causas principales de la mayoría de los brotes en países que no cuentan con tales sistemas (Córdoba *et al.*, 2010).

#### **E. Parámetros que miden la calidad hídrica**

La pureza hídrica o la gravedad de contaminación debe determinarse analizando características específicas. Todos los factores de calidad hídrica, incluidos los microbiológicos, químicos, físicos, están subclasificados. Alternativamente, hay numerosos factores que se pueden medir de varias maneras. Es por ello que organismos internacionales encargados de monitorear la calidad hídrica estandarizaron las normas y procesos al analizar el agua en los laboratorios (Sierra, 2011).

## **E.1. Parámetros físicos**

- **Sólidos totales suspendidos**

Son las partículas que no se disuelven entre las cuales se incluyen a la arcilla, limo y heces. El agua transporta las partículas antes mencionadas de dos maneras: supresión invariable (disoluciones coloidales); o la supresión que sólo sucede con el arrastre del agua. Después de coagular o flocular pueden llegar a precipitarse las partículas coloidalmente suspendidas (Ocasio, 2008).

- **Temperatura**

Medición calórica o energización térmica de las partículas en una sustancia. Dicho efecto se relaciona con el Oxígeno Disuelto. A medida que aumentan las temperaturas, la disolución gaseosa (como el oxígeno) minimiza, en cuanto a la disolución de las sales generalmente se acrecienta, y así mismo se eleva la rapidez de la reacción metabólica, apresurando el estado de pudrición. Dicho parámetro resulta ser importante porque intercede en el diseño de la mayoría de métodos de tratamiento hídrico (Ocasio, 2008).

- **Turbidez**

Una elevada concentración de partículas daña a la calidad del hábitat, al ingreso de la luz, a los recreativos valores y al rendimiento ecológico generando una rápida acumulación en lagos. Así como también puede producirse en arroyos, el acrecentamiento de asentamiento y sedimentación, perjudicando los hábitats de peces y demás formas de vida acuática.

Así mismo las partículas proveen zonas de sujeción a diversos contaminantes, generalmente a partículas de bacterias y metales. Es por ello que las lecturas de turbidez suelen utilizarse como indicador de posibles contaminaciones de un cuerpo de agua. La dosis máxima que debe existir en el agua es de 100 Unidades Nefelométricas de Turbiedad, NTU (Romero, 2005).

- **Color**

El color de un agua se debe a que en ella existen ciertas partículas disueltas en ella, sustancias como minerales, pigmentos o ácidos húmicos de las plantas. Hay muchos

compuestos de diferentes colores de taninos y ácidos húmicos que se generan cuando se descompone la lignina. Un color naranja a negro-marrón es lo que obtienes como resultado de este proceso. Hay muchos factores que contribuyen al color del agua, que incluyen hierro, magnesio, plancton y desechos de color como tintes, pulpa y papeleras. La concentración de platino en el agua de los ríos se mide en mg/l, con valores que oscilan en 5 y 200 mg/l (Molina y Villatoro, 2006).

## **E.2. Parámetros químicos**

- **Oxígeno Disuelto**

Este parámetro nos dice cuánto oxígeno hay en el agua. Hay mucho oxígeno en las aguas superficiales. Los bajos niveles de oxígeno disuelto están indicados por la contaminación de material orgánico, mala calidad del agua e incapacidad de algunas formas de vida para prosperar en el medio ambiente (Ocasio, 2008).

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

La escala de pH va desde 0 a 14 en la que mide la acidez o alcalinidad del agua, con sustancias ácidas que van de 0 a 7 y sustancias alcalinas que van de 7 a 14. Un pH de 7 denota neutralidad. Se puede encontrar un pH ácido en las aguas naturales a raíz de la presencia de SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> disueltos. El pH del agua que ha sido contaminada por las descargas de aguas residuales suele ser muy bajo (Ocasio, 2008).

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

Está referida a los cinco días de biodegradación de la materia orgánica en sus primeros días, es decir la cantidad de oxígeno disuelto que es consumido por los microorganismos. El valor que arroja hace referencia a la calidad del agua en cuanto a la materia orgánica presente en el agua y se estipula el oxígeno necesario para la respectiva depuración del agua (Raffo y Ruiz, 2014).

El DBO además de indicarnos presencia y biodegradabilidad del material orgánico evidente, también es manera de determinar cuánto oxígeno necesario para estabilizar el carbono orgánico y su pronto degradación por las bacterias las cuales se encuentran normalmente en el agua. La concentración máxima permisible de agua es de 2mg/L. (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria [TULAS], 2003).

- **Nitratos**

Especie iónica natural que juegan un papel en el ciclo del nitrógeno en la Tierra. Se encuentran comúnmente en el entorno disueltas en el H<sub>2</sub>O asociadas con el sodio y potasio. En el agua, las sales se disgregan totalmente. El nitrito se llega a oxidar con facilidad (al combinarse con el oxígeno) en la que se forma nitrato. Las actividades biológicas que involucran plantas y microorganismos, entre otros, pueden disminuir el nitrato a nitrito (Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades [ATDSR], 2015).

El alimento para algunos organismos autótrofos, son esenciales. La competencia de oxígeno con especies aeróbicas más grandes puede aumentar la población de organismos autótrofos, dando como resultado el llamado fenómeno de eutrofización. Los nitratos, que representan un peligro importante para las aguas subterráneas y superficiales, se producen por el uso excesivo de fertilizantes. Cuando las concentraciones de nitrato superan los 44 mg/l, se produce metahemoglobinemia, o “la enfermedad de los bebés azules” (Departamento de Ambiente, Agua y Energía, 2011).

- **Fosfatos**

El ion fosfato generalmente crea sales que son solo ligeramente solubles y el fosfato de calcio precipita fácilmente. Contribuye a la alcalinidad del agua porque se deriva de un ácido débil. Excepto en los casos de contaminación con fertilizantes fosfatados, el agua normalmente contiene menos de 1 ppm (Ecofluidos Ingenieros S.A., 2012).

La eutrofización ocurre cuando hay una sobreabundancia de fósforo en el agua, lo que da como resultado el crecimiento de algas y cianobacterias, que pueden verse como un limo verde que cubre la superficie del agua (Departamento de Ambiente, Agua y Energía, 2011).

### **1.2.3. Ecosistemas riparios**

Los ecosistemas riparios definen como aquellos que existen en o cerca del borde del agua y son el hogar de un grupo único de plantas y animales. Las orillas y las llanuras aluviales de un río podrían ser un ejemplo de un área más grande que se sumerge periódicamente en el agua (Granados, 2006)

Se podría considerar una vasta área de bosque que tiene un gran impacto en los ecosistemas riparios y está fuertemente influenciada por el río. Como resultado, la variedad ecológica de los ecosistemas riparios mejora enormemente (Granados, 2006).

#### **A. Medios de vida**

Al principio, se pensaba en los medios de sostenimiento de una persona como el conjunto de habilidades, activos, recursos y actividades a las que tenía acceso para ganarse la vida (Chambers y Conway, 1991).

Una vez que se ha agregado "sostenible" a la definición inicial, implica que una forma de vida es viable a largo plazo cuando puede resistir estrés e impactos, además de mantener y mejorar habilidades. (Chambers y Conway, 1991).

#### **B. Microcuenca de la quebrada Pucayacu.**

El origen se da en la Cordillera Oriental. Tiene un recorrido SONE, que sigue por un solo camino hasta llegar al río Mayo en el margen derecho del pueblo de Marona. Mide alrededor de 12 kilómetros de longitud. La quebrada Pucayacu resulta ser no navegable. Presenta velocidad de corriente con promedio de 0.23 m/s, con velocidad máxima de 0.42 m/s. El caudal es de 1.60 m<sup>3</sup>/s. El fondo de esta quebrada está formado principalmente por material pedregoso (Gobierno Regional de San Martín [GORESAM], 2016).

### **1.2.4. Normatividad aplicada al tema**

#### **Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Se debe considerar lo siguiente en ECA en agua para realizar precisiones sobre su categorización (Decreto supremo N° 004 -2017- MINAM, 2017).

#### **Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Se considera aquellas aguas que mediante un tratamiento preliminar serán consignadas para abastecimiento de agua potable para las personas (Decreto supremo N° 004 -2017- MINAM, 2017).

**- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**

Resultan ser aquellas aguas cuyas características de calidad, tienen que pasar por un proceso mínimo de desinfección, para llegar a ser potables para las personas según la normativa vigente (Decreto supremo N° 004 -2017- MINAM, 2017).

**- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional**

El agua para que sea apta para consumo humano deben someterse a tratamientos convencionales, entre los cuales se realizan diferentes procesos como la “coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración”; se puede aplicar uno o más procesos para lograr que el agua tenga la calidad necesaria según lo establece la normativa vigente (Decreto supremo N° 004 -2017- MINAM, 2017).

**- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado**

Resultan ser aquellas aguas que deben someterse a tratamientos convencionales con procesos tanto físicos como químicos para lograr que sea apto para el consumo humano. La precloración, la ultrafiltración, la microfiltración, la “nanofiltración, carbón activado”, la ósmosis inversa o métodos análogos ideados son ejemplos de procesos químicos y físicos sofisticados que pueden utilizarse para purificar el agua potable (Decreto supremo N° 004 -2017- MINAM, 2017).

**Tabla 2**

*Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable*

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0.5	1.7	1.7
Cianuro Total	mg/L	0.07	--	--
Cianuro Libre	mg/L	--	0.2	0.2
Cloruros	mg/L	250	250	250

Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100(a)	--
Conductividad	( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1500	1600	--
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	--	--
Fenoles	mg/L	0.003	--	--
Fluoruros	mg/L	1.5	--	--
Fósforo Total	mg/L	0.1	0.15	0.15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) ©	mg/L	50	50	50
Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) (d)	mg/L	3	3	--
Amoniaco- N	mg/L	1.5	1.5	--
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	$\geq 6$	$\geq 5$	$\geq 4$
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	5.5 - 9.0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	--
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	$\Delta 3$	$\Delta 3$	--
Turbiedad	UNT	5	100	--
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0.9	5	5
Antimonio	mg/L	0.02	0.02	--
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.15
Bario	mg/L	0.7	1	--
Berilio	mg/L	0.012	0.04	0.1
Boro	mg/L	2.4	2.4	2.4
Cadmio	mg/L	0.003	0.005	0.01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0.05	0.05	0.05
Hierro	mg/L	0.3	1	5

Manganeso	mg/L	0.4	0.4	0.5
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.002
Molibdeno	mg/L	0.07	--	--
Níquel	mg/L	0.07	--	--
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.04	0.04	0.05
Uranio	mg/L	0.02	0.02	0.02
Zinc	mg/L	3	5	5

## ORGÁNICOS

Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8 - C40)	mg/L	0.001	0.2	1
Trihalometanos	( e )	1	1	1
Bromoformo	mg/L	0.1	--	--
Cloroformo	mg/L	0.3	--	--
Dibromoclorometano	mg/L	0.1	--	--
Bromodichlorometano	mg/L	0.06	--	--

## I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0.2	0.2	--
1,1-Dicloroetano	mg/L	0.03	--	--
1,2 Dicloroetano	mg/L	0.03	0.03	--
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	--	--
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0006	0.0006	--
Tetracloroetano	mg/L	0.04	--	--
Tetracloruro de carbono	mg/L	0.004	0.004	--
Tricloroetano	mg/L	0.07	0.07	--

## BTEX

Benceno	mg/L	0.01	0.01	--
Etilbenceno	mg/L	0.3	0.3	--
Tolueno	mg/L	0.7	0.7	--
Xilenos	mg/L	0.5	0.5	--

## Hidrocarburos Aromáticos

Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	--
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0.09	0.009	--

## Organofosforados

Malatión	mg/L	0.19	0.0001	--
Organoclorados				
Aldrín + Dieldrín	mg/L	0,00003	0,00003	--
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	--
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	--
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	--
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	--
Lindano	mg/L	0,002	0,002	--
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	--
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	--
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	--
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	--	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2000	20000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	--	--
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	--	--
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5 x 10 <sup>6</sup>	<5 x 10 <sup>6</sup>

---

Fuente: Decreto supremo N° 004 -2017- MINAM, 2017

### **1.3. Definición de términos básicos**

#### **- Calidad**

La calidad viene a estar estrechamente relacionada con las percepciones que tiene cada individuo al momento de adquirir cualquier cosa en donde se llega a comparar con otro de iguales características (Morales *et al.*, 2017)

#### **- Contaminación**

Todas las acciones humanas y los eventos naturales dan como resultado la contaminación, que es una degradación de la condición natural del entorno y los posibles impactos en aire, agua y suelo. (Araujo, 2010).

#### **- Contaminación antrópica**

Este tipo de contaminación es resultante de las actividades poblacionales y productivas, debido al uso de los recursos hídricos que son utilizadas desde sus fuentes naturales o a través de las EPS, dando como resultado el vertimiento de las aguas residuales sin tratar; del mismo modo el inadecuado manejo de agroquímicos y residuos sólidos domésticos, sistemas de alcantarillado deficientes y las PTAR, los pasivos ambientales de la minería y los hidrocarburos. (Autoridad Nacional del Agua. [ANA], 2014).

#### **- Ecosistema**

Resulta ser un conjunto de sistemas complejos reemplazados por una serie de componentes, seres vivos y el entorno físico que llegan a interactuar en diferentes escalas de tiempo/espacio para permitir el intercambio entre energía y materia, como resultado de dichas interacciones poseen una estructura y función específica, y por lo tanto representa algo más simple que solo la suma de cada uno de sus componentes. (Badii *et al.*, 2007)

#### **- Ripario**

Un propósito ecológico importante es actuar como amortiguador de los contaminantes generados por la actividad humana, y esta zona de amortiguamiento se encuentra alrededor de ríos, lagos y embalses, así como pantanos y llanuras. Se pueden utilizar macrófitos arbóreos, de pastizales o acuáticos en las franjas de vegetación que se entretujan. (Môller, 2011).

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **2.1. Materiales**

##### **2.1.1. Equipos de medición de parámetros de calidad de agua**

- TDS Tester HI98301
- Termómetro
- Turbi Quant 1100 IR
- Colorímetro
- PCE-PHD1
- DR 900
- HI 98193
- Peachímetro

##### **2.1.2. Materiales usados en campo**

- Información cartográfica
- Cronómetro
- Cámara fotográfica digital
- Frascos de plástico y vidrio
- Botas
- Guantes
- Mascarillas
- Wincha
- Libreta de campo
- Lapiceros
- Lápices
- Plumones
- Folder

#### **2.2. Métodos**

Se determinó la metodología en etapas

##### **A. Etapa de campo**

En esta etapa se desarrolló tres partes:

### **A.1. Parte 1**

En la primera parte de la etapa de campo, se determinó y se ubicó los puntos en GPS, de las ocho parcelas de estudio, dentro de los cuales se dividió las especies en tres grandes grupos, herbáceas, arbustivas y arbóreas, detallando el número de individuos, y el nombre común de cada especie, recopilando con éxito los datos necesarios para determinar la caracterización florística de los ecosistemas riparios de la quebrada Pucayacu.

### **A.2. Parte 2**

En esta parte se desarrolló a través de la selección de cuatro puntos para levantamiento de muestras de agua de la quebrada Pucayacu, teniendo como referencias las cercanías a las parcelas y la pendiente promedio del área:

- **Muestra 1.** Se tuvo en consideración las parcelas ejecutadas por lo que esta muestra se encuentra entre la parcela 5 y 6, con una pendiente promedio de 25 %.
- **Muestra 2.** Se tuvo en consideración las parcelas ejecutadas por lo que esta muestra se encuentra dentro del rango de la parcela 4, con una pendiente promedio de 55 %.
- **Muestra 3.** Se tuvo en consideración las parcelas ejecutadas por lo que esta muestra se encuentra en el rango de la parcela 3, con una pendiente promedio de 35 %.
- **Muestra 4.** Se tuvo en consideración las parcelas ejecutadas por lo que esta muestra se encuentra en el rango de las parcelas 1, 2, 7, 8, con una pendiente promedio de 12 %.

Después del recojo de muestras, fueron enviadas al laboratorio, para análisis de datos.

### **B. Etapa de gabinete**

En la etapa de gabinete se desarrolló de acuerdo a los siguientes puntos:

- Las muestras de agua se enviaron a laboratorio para lo cual luego de recibir los resultados, se comparó los datos promediando las cuatro muestras en una representativa, con la normatividad vigente para determinar su calidad de la quebrada Pucayacu.

- Sistematizaron de data recopilados en la etapa de campo de acuerdo a cada objetivo planteado.
- Se utilizaron ocho parcelas que sirvieron para clasificar la flora como componente del ecosistema, y luego se determinó el efecto suelo sobre la calidad de agua, mediante prueba estadística del análisis de varianza, entre la pendiente y los parámetros de la calidad de agua.
- Como parte final de la investigación, se propuso medidas en base a lo observado en puntos anteriores, adecuadas al entorno y que son de fácil implementación y podrían servir como guía para incrementar la “calidad del agua en la quebrada Pucayacu”, que es utilizado por los pueblos aledaños para agua potable, así como para riego.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

Coordenadas geográficas de cada parcela de estudio:

- **Parcela 1**

**Tabla 3**

*Identificación de los puntos de la parcela*

<b>PARCELA N° 01</b>		
<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
A	285211	9329328
B	285261	9329328
C	285279	9329180
D	285229	9329180
<b>PARCELA N° 02</b>		
<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
A	285269	9329074
B	285320	9329076
C	285265	9328907
D	285315	9328916
<b>PARCELA N° 03</b>		
<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
A	285034	9328859
B	285087	9328857
C	284997	9328694
D	285052	9328694
<b>Parcela N° 04</b>		
<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
A	284881	9328618
B	284931	9328618
C	284904	9328472
D	284854	9328472
<b>PARCELA N° 05</b>		
<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
A	284809	9328331
B	284859	9328331
C	284863	9328181
D	284813	9328180
<b>PARCELA N° 06</b>		
<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
A	284879	9328059
B	284930	9328059
C	284958	9327908
D	284908	9327908
<b>PARCELA N° 07</b>		
<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
A	284834	9327787
B	284884	9327787
C	284900	9327642
D	284850	9327642

PARCELA N° 08		
Punto	X	Y
A	284844	9327550
B	284894	9327550
C	284842	9327410
D	284792	9327410

Los resultados obtenidos se registraron de acuerdo a los objetivos del estudio:

### 3.1.1. Caracterización florística de los ecosistemas riparios de la quebrada Pucayacu.

Para desarrollar este objetivo se dividió en tres especies generales principales encontradas en el ecosistema ripario de la quebrada Pucayacu.

#### A. Especies generales encontradas en la caracterización florística

##### A.1. Especies herbáceas

Las especies herbáceas encontradas en el sector Pucayacu más frecuentes en las ocho parcelas de muestreo del área de estudio son:

**Tabla 4**

*Especies herbáceas*

N° de Orden	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	N° De Individuos
1	Acacia	Acacia Mill	Fabaceae	98
2	Alfaro o Lagarto Caspi	calophyllum	Clusiaceae	7
3	Añallucaspi	Cordia ucayaliensis	Boraginaceae	3
4	Arácea	Monocotiledóneas herbáceas	Araceae	74
5	Asarquiro	Ladenbergia Oblongifolia	Rubiaceae	35
6	Bambú	Bambusa vulgaris scharb	Poaceae	52
7	Bromelia	Guzmania spp	Bromeliaceae	31
8	Cachapona	Simaruba Amara	Simaroubaceae	12
9	Café Nacional	Coffia arabica	Rubiaceae	20
10	Calceta	Cecropia Polystachya	Cecropiaceae	17
11	Caña agria	Costus spicatus	Zingiberáceas	8
12	Caraña	Protium sp	Burceraseae	3
13	Cordoncillo o Matico	Buddleja Globosa	Scrophulariaceae	19

14	Enredaderas	Hedera Helix	Araliaceae	17
15	Estoraque	Liquidambar Orientalis	Altingiaceae	11
16	Gramiñas (Cortaderas)	Zea Mayz	Poaceae Barnhat	30
17	Helecho Agila	Pteridium aquilinum	Dennstaedtiaceae	87
18	Mullaco Blanco	Miconia SP.	Melastomateceae	12
19	Mullaco Colorado	Muehlenbeckia	Poligonaceae	24
20	Moena	Nectandra SP.	Lauraceae	14
21	Orquídea Florística	Orchidaceae	Orchidaceae	20
22	Pájaro Bobo	Tessaria Integrifolia	Astereceae	11
23	Palmera	Araceae Schultz	Araceae	30
24	Palto Moena	Endicheria Sp.	Lauraceae	15
25	Paquina	Dieffebachia Sp.	Araceae	1
26	Picho Huayo	Siparuna	Monimiaceae	18
27	Quinilla	Manilkara Bidentata	Sopotaceae	45
28	Rupiña	Leandra Sp.	Melastomateceae	52
29	Sacha Mollaco	Muehlenbeckia	Poligonaceae	20
30	Sacha Zapote	Manikara	Sapotaceae	12
31	Shimbillo	Inga SSP	Fabaceae	11
32	Trepadora	Dioscoreá Communis	Dioscoreácea	12
		Total		821

## Interpretación

En el tabla 4, nos indica que las familias de mayor abundancia son: **Fabaceae** “Acacia”, **Dennstaedtiaceae** “Helecho águila”, **Sapotaceae** “Quinilla”, “Sacha zapote”, **Rubiaceae** “Asarquiuro”, “Café nacional”, **Bromeliaceae** “Bromelia”, **Poligonaceae** “Sacha mullaco”, “Mullaco colorado” y al mismo tiempo tenemos las familias de menor abundancia: **Boraginaceae** “Añallu caspi”, **zingiberaceae** “Caña agria”, **Scrophulariaceae** “Cordoncillo o matico”, **Altingiaceae** “Estoraque”, **Orchidaceae** “Orquídea florística”, **Fabaceae** “Shimbillo”.

### A.2. Especies arbustivas

Las especies arbustivas encontradas en el sector Pucayacu más frecuentes en las ocho parcelas de muestreo del área de estudio con un DAP < 10 cm:

**Tabla 5**  
*arbustivas*

<b>N° de orden</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>	<b>N° de individuos</b>
1	Añallucaspi	<i>Cordia ucayaliensis</i>	Boraginaceae	3
2	Auto atadijo	<i>Croton matourensis</i>	Euphorbiaceae	2
3	Asarquiro	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	Rubiaceae	11
4	Calceta	<i>Cecropia polystachya</i>	Cecropiaceae	37
5	Caraña	<i>Protium</i> sp	Burceraseae	25
6	Cetico	<i>Cecropia</i> spp	Urticaceae	11
7	Cordoncillo o matico	<i>Buddleja globosa</i>	Scrophulariaceae	13
8	Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	Dennstaedtiaceae	62
9	Mullaco blanco	<i>Miconia</i> sp.	Melastomateceae	3
10	Mullaco colorado	<i>Muehlenbeckia</i>	Poligonaceae	5
11	Palmera	<i>Araceae schultz</i>	Araceae	13
12	Palto moena	<i>Endicheria</i> sp.	Lauraceae	7
13	Picho huayo	<i>Siparuna</i>	Monimiaceae	3
14	Quillosa	<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae	9
15	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	Sapotaceae	22
16	Rupiña	<i>Leandra</i> sp.	Melastomateceae	18
17	Sacha mollaco	<i>Muehlenbeckia</i>	Poligonaceae	13
18	Sacha zapote	<i>Manikara</i>	Sapotaceae	3
19	Shimbillo	<i>Inga</i> ssp	Fabaceae	2
20	Ucshaquiro	<i>Sclerolobium</i> sp	Fabaceae	4
Total				266

## Interpretación

En la tabla 05, nos indica que las familias de mayor abundancia son: **Dennstaedtiaceae** “Helecho águila”, “Palmera”, **Fabaceae** “Acacia”, “Shimbillo”, “Ucshaqui”, **Cecropiaceae** “Calceta”, **Burceraseae** “Caraña”, **Sapotaceae** “Quinilla”, “Sacha zapote”, **Melastomateceae** “Mullaco blanco”, “Rupiña”, **Poligonaceae** “Mullaco colorado”, “**Sacha mullaco**”, al mismo tiempo tenemos las familias de menor abundancia: **Boraginaceae** “Añallu caspi”, **Euphorbiaceae** “Auto atadijo”, **zingiberaceae** “Caña agria”, **Monimiaceae** “Picho huayo”.

### A.3. Especies arbóreas

Las especies arbóreas encontradas en el sector Pucayacu, más usuales registradas en las ocho parcelas de muestreo del área de estudio con un DAP  $\geq 10$  cm:

**Tabla 6**

*Especies arbóreas*

N° de Orden	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	N° de Individuos
1	Albi-moena	Ocotea Aciphylla	Lauraceae	13
2	Ana caspi	Apuleia Leiocarpa	Fabaceae	12
3	Añallu caspi	Cordia ucayaliensis	Boraginaceae	13
4	Auto -atadijo	Croton Matourensis	Euphorbiaceae	14
5	Asarquiro	Ladenbergia Oblongifolia	Rubiaceae	31
6	Bolaqui	Crescentia Cujete	Bignoniaceae	12
7	Calceta	Cecropia Polystachya	Cecropiaceae	15
8	Catahua	Hura Crepitans	Euphorbiaceae	12
9	Cetico	Cecropia Spp	Urticaceae	16
10	Caraña	Protium sp	Burceraseae	14
11	Estoraque	Liquidambar Orientalis	Altingiaceae	12
12	Huamanzamana	Jacaranda Copaia	Bignoniaceae	14
13	Huarmi-huarmi	Didymopanax Morototoni	Araliaceae	15
14	Ingaina	Hyospathe Elegans	Ararecaceae	81
15	Lechecaspi	Caouma Macrocarpa	Apocynaceae	2
16	Llausaqui	Gliricidia Sepium	Fabaceae	3
17	Moena	Nectandra SP.	Lauraceae	28

18	Moena amarilla	Ocotea Aciphylla	Lauraceae	12
19	Mollaco blanco	Miconia SP.	Melastomateceae	6
20	Mollaco colorado	Muehlenbeckia	Poligonaceae	12
21	Níspero	Mespilus Germanica	Rosaceae	14
22	Quillosa	Vochysia Ferruginea	Vochysiaceae	18
23	Quinilla	Manilkara Bidentata	Sapotaceae	16
24	Quinilla blanca	Pouteria Reticulata	Sapotaceae	13
25	Rupiña	Leandra Sp.	Melastomateceae	16
26	Shimbillo	Inga SSP	Fabaceae	12
27	tiña quiro	Viscum Sp.	Lorantaceae	17
28	Ucsaquiuro	Sclerolobium sp	Fabaceae	13
29	Uriamba	Maxiiliana Sp.	Bombacaceae	13
			Total	469

### Interpretación

En la tabla 06, nos indica que las familias de mayor abundancia son: **Lauraceae** “Albi-moena”, “Moena amarilla”, **Ararecaceae** “Ingaina”, **Rubiaceae** “Asarquiuro”, **Vochysiaceae** “Quillosa”, **Lorantaceae** “Tiña quiro”, al mismo tiempo tenemos las familias de menor abundancia: **Fabaceae** “Ana caspi”, “Llausaquiuro”, “Shimbillo”, “Ucsaquiuro”, **Bogarinaceae** “Añallu caspi”, **Euphorbiaceae** “Auto atadijo”, “Catahua”, **Bignoniaceae** “Bolaquiuro”, “Huamanzamana”, **Altingiaceae** “Estoraque”, **Apocynaceae** “Lehecaspi”, **Lauraceae** “Moena”.

### B. Resumen de las especies encontradas en la caracterización florística

**Tabla 7**

*Totales de las especies encontradas en la caracterización florística*

ESPECIES	TOTAL
Herbáceas	821
Arbustivas	266
Arbóreas	469
<b>Totales</b>	<b>1556</b>

**Interpretación:**

Se puede apreciar en la tabla 07 se encuentra el resumen de las especies generales encontradas en la caracterización florística de las ocho parcelas muestreadas en campo, en las cuales en herbáceas 821 plantas se evidenciaron, seguido de arbóreas con 469 plantas y por último las arbustivas con 266 plantas, con un total de 1556 plantas estudiadas.

**3.1.2. Calidad de aguas que generan la quebrada Pucayacu con la normatividad vigente****A. Muestras de calidad de agua****Tabla 8**

*Identificación de parámetros según las muestras recogidas*

Parámetros	Unidades	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Color	UPC	60	85	80	54
Turbidez	UNT	9.79	8.7	18.53	9.97
pH	pH	6.74	6.52	6.4	6.3
Sólidos disueltos totales	ppm	46	30	23	25
Temperatura	C°	16.1	18.7	18.1	20.8
NO <sub>3</sub>	mg /L	3.5	0.02	0.03	0.02
PO <sub>4</sub>	mg /L	9.6	2.3	11.1	9.6
OD	mg /L	5.99	5.94	6.15	6.21
DBO	mg /L	9	9	8	3

*Fuente:* Laboratorio- Facultad de Ecología- UNSM, 2019

**Interpretación:**

Se puede apreciar en la tabla 08, se realizó el muestreo evaluando parámetros como el color, turbidez, pH, S-T-D, temperatura, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, OD y DBO, sobre calidad de agua, para que el cumplimiento del segundo objetivo de la investigación se envió al laboratorio cuatro muestras de agua de la quebrada Pucayacu.

## B. Promedio de muestras de agua

**Tabla 9**

*Promedio de muestras*

Parámetros	Unidades	Promedio De Muestras
Color	UPC	69.75
Turbidez	UNT	11.75
pH	pH	6.49
Sólidos totales disueltos	ppm	31
Temperatura	C°	18.43
NO <sub>3</sub>	mg /L	0.89
PO <sub>4</sub>	mg /L	8.15
OD	mg /L	6.07
DBO	mg /L	7.25

### Interpretación:

Se puede apreciar en la tabla 09, que se ha realizado el promedio de las cuatro muestras, para facilitar el análisis de la calidad del agua de acuerdo con la normativa vigente.

## C. Cuadro comparativo sobre la calidad de agua

**Tabla 10**

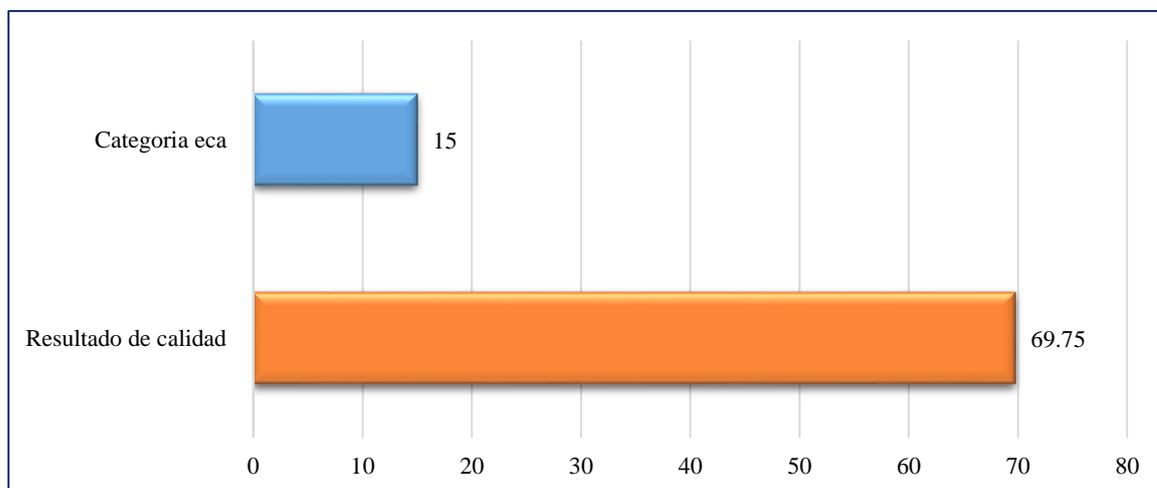
*Cuadro comparativo sobre la calidad de agua y la normatividad vigente*

Parámetros	Unidades	Promedio de muestras	ECAS en la categoría 1
Color	UPC	69.75	15
Turbidez	UNT	11.75	5
pH	pH	6.49	6,5 – 8,5
Sólidos totales disueltos	ppm	31	1 000
Temperatura	C°	18.43	23 °C a 25 °C
NO <sub>3</sub>	mg /L	0.89	50
OD	mg /L	6.07	≥ 6
DBO	mg /L	7.25	3

### Interpretación:

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla 10 se puede analizar lo siguiente:

#### - Color

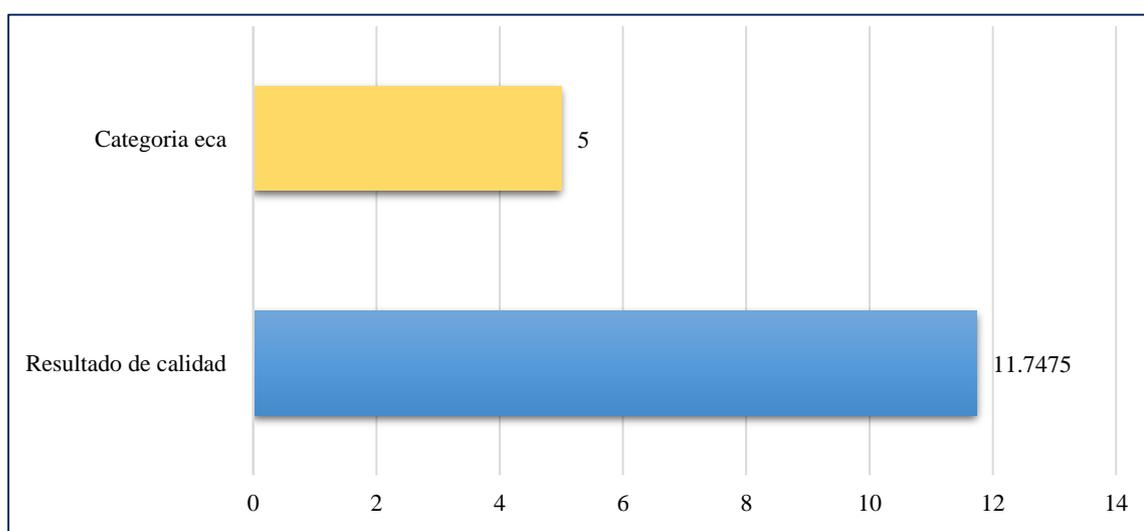


**Figura 1.** Calidad de agua: parámetro color, en comparación con los ECAs

### Análisis

En el parámetro color según los resultados obtenidos en la quebrada Pucayacu al promediar en una muestra representativa, se encontró 69.75 Pt / Co, muy sobre el límite de la categorización de los estándares de calidad ambiental en agua, en la categoría 1, subcategoría A1, que es de 15 Pt/ Co, por lo que concerniente a este parámetro se puede considerar a un color muy sobre lo recomendado en la normativa, en la que se deduce que hay elevada presencia de materia orgánica y/o sustancias químicas.

#### - Turbidez

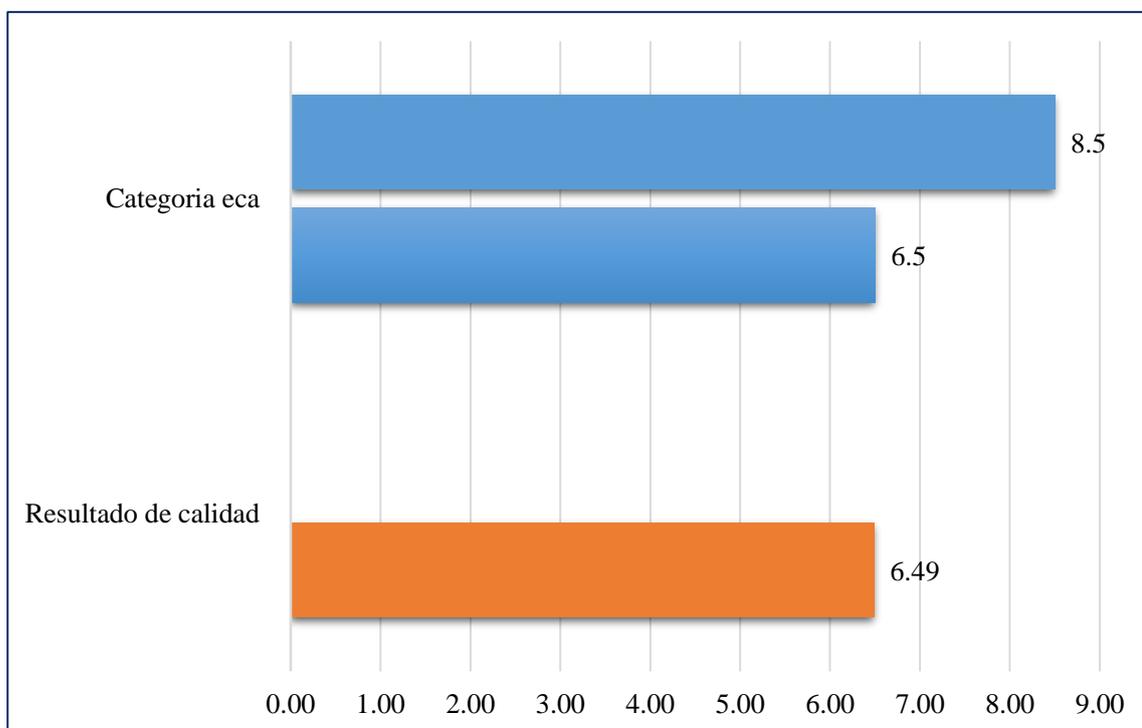


**Figura 2.** Calidad de agua: parámetro turbidez, en comparación con los ECAs

## Análisis

En el parámetro turbidez según los resultados obtenidos en la quebrada Pucayacu al promediar en una muestra representativa, se tiene 11.7475 UNT, muy sobre el límite de la categorización de los estándares de calidad ambiental en agua, en la categoría 1, subcategoría A1, que es de 5 UNT, por lo que concerniente a este parámetro se puede considerar a la turbidez, muy sobre lo recomendado en la normativa, en la que se deduce presencia de material suspendido y posterior a ello influye en la turbidez del agua.

## - pH

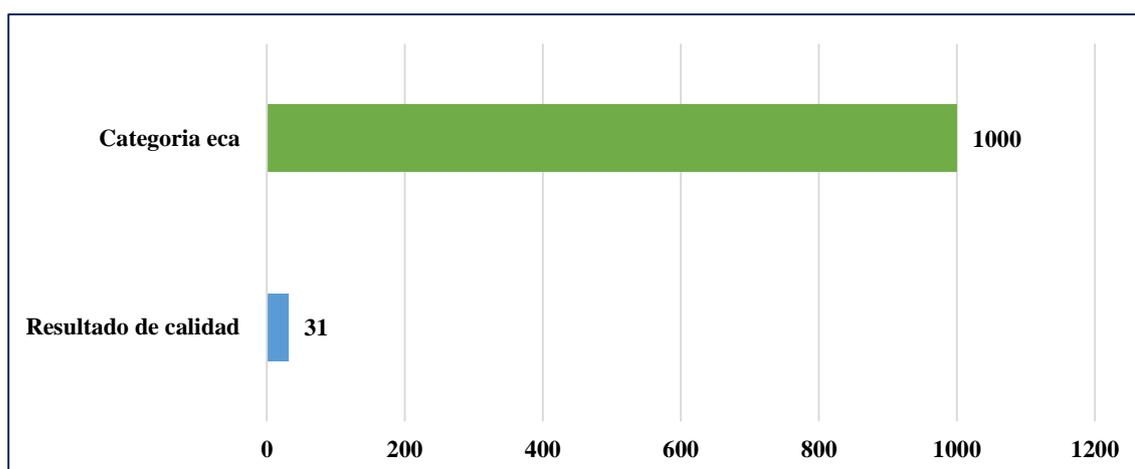


**Figura 3.** Calidad de agua: parámetro pH, en comparación con los ECAs

## Análisis

En el parámetro pH según los resultados obtenidos en la quebrada Pucayacu al promediar en una muestra representativa, se tiene 6.49 unidades de pH, casi en el límite de la categorización de los estándares de calidad ambiental en agua, en la categoría 1, subcategoría A1, que es en el rango de 6.5 a 8.5, por lo que concerniente a este parámetro se puede considerar en un pH próximo a lo recomendado en la normativa.

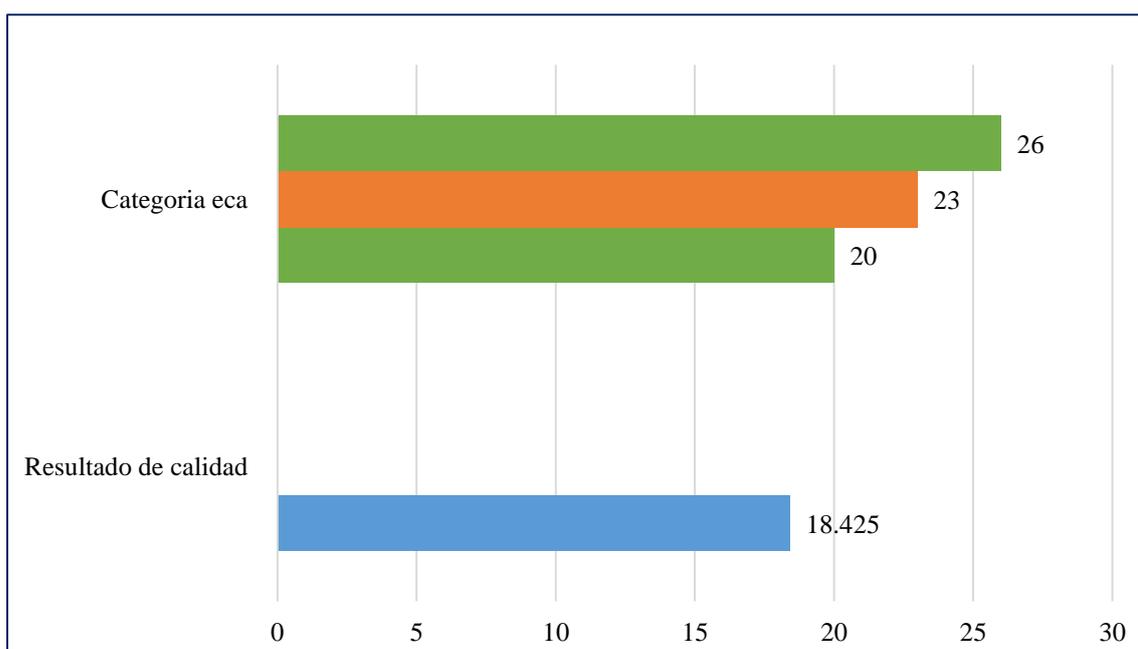
### - Sólidos totales disueltos



**Figura 4.** Calidad de agua: parámetro sólidos totales disueltos, en comparación con los ECAs

En el parámetro sólidos totales disueltos, según los resultados obtenidos en la quebrada Pucayacu al promediar en una muestra representativa, se tiene 31 mg/l, muy por debajo de la categorización de los estándares de calidad ambiental en agua, en la categoría 1, subcategoría A1, que es de 1000 mg/l, por lo que concerniente a este parámetro se puede considerar en sólidos totales disueltos, están en el estándar para consumo humano, según la normativa.

### - Temperatura

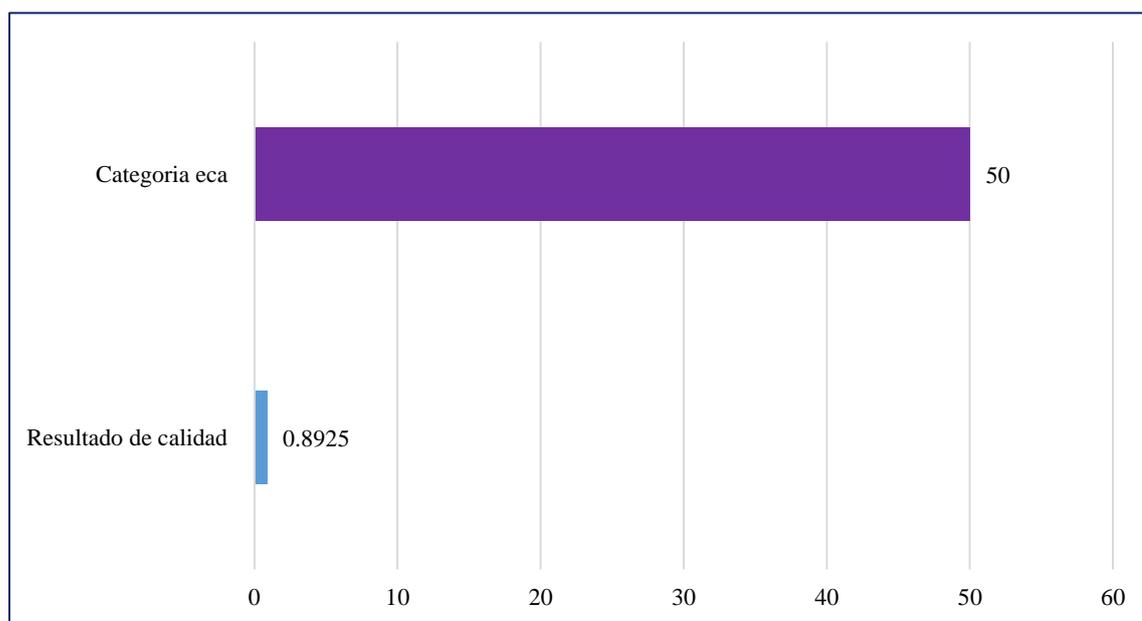


**Figura 5.** Calidad de agua: parámetro temperatura, en comparación con los ECAs

## Análisis

En el parámetro temperatura según los resultados obtenidos en la quebrada Pucayacu al promediar en una muestra representativa, se tiene 18.425 °C, casi en el límite de la categorización de los estándares de calidad ambiental en agua, en la categoría 1, subcategoría A1, que es en el rango de 20 a 26 °C, teniendo en cuenta que te pide la variación de 3 °C, entre la temperatura ambiente del lugar, por lo que según la estación meteorológica más cercana en un rango de 10 años anteriores, brinda 23 °C promedio de temperatura anual, por lo que concerniente a este parámetro se puede considerar en un temperatura próxima a lo recomendado en la normativa.

## - NO<sub>3</sub>

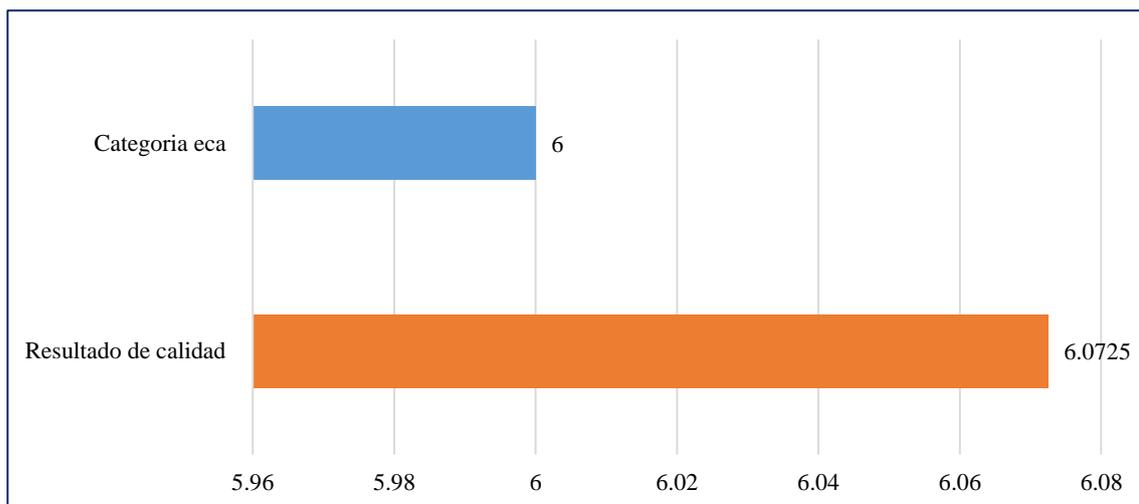


**Figura 6.** Calidad de agua: parámetro NO<sub>3</sub>, en comparación con los ECAs

## Análisis

En el parámetro NO<sub>3</sub>, según los resultados obtenidos en la quebrada Pucayacu al promediar en una muestra representativa, se tiene 5 mg/l, muy por debajo de la categorización de los estándares de calidad ambiental en agua, en la categoría 1, subcategoría A1, que es de 50 mg/l, por lo que concerniente a este parámetro se puede considerar en NO<sub>3</sub>, están en el estándar para consumo humano, según la normativa.

### - Oxígeno disuelto

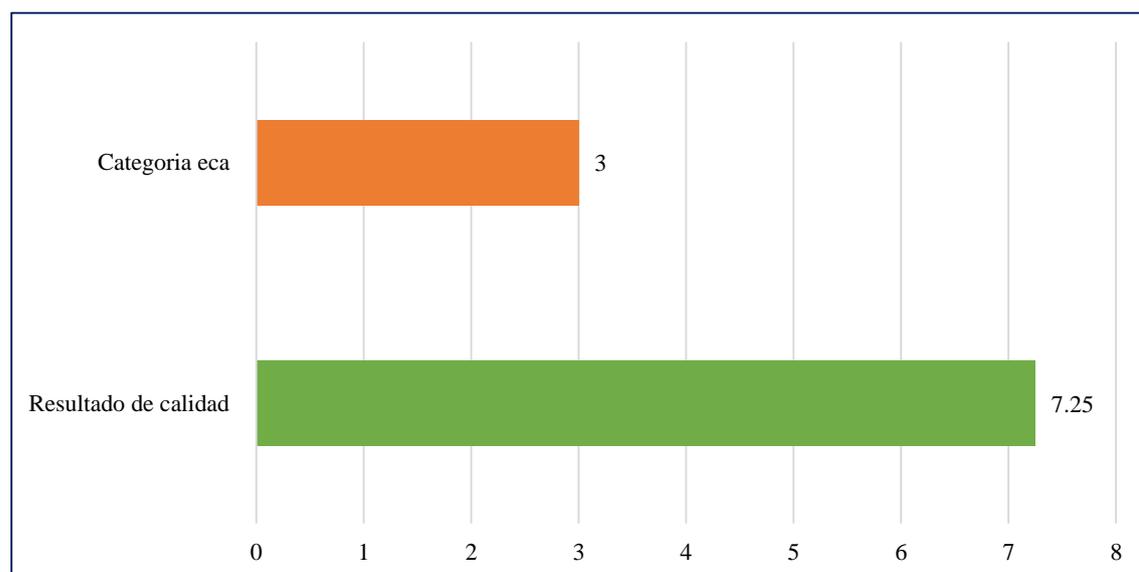


**Figura 7.** Calidad de agua: parámetro oxígeno disuelto, en comparación con los ECAs

### Análisis

En el parámetro oxígeno disuelto, según los resultados obtenidos en la quebrada Pucayacu al promediar en una muestra representativa, se tiene 6.0725 mg/l, que está por muy poco dentro de la categorización de los estándares de calidad ambiental en agua, en la categoría 1, subcategoría A1, que es de 6 mg/l, por lo que concerniente a este parámetro se puede considerar en oxígeno disuelto, están en el estándar para consumo humano, según la normativa.

### - DBO



**Figura 8.** Calidad de agua: parámetro DBO, en comparación con los ECAs

## **Análisis**

En el parámetro DBO, según los resultados obtenidos en la quebrada Pucayacu al promediar en una muestra representativa, se tiene 7.25 mg/l, que está por encima de la categorización de los estándares de calidad ambiental en agua, en la categoría 1, subcategoría A1, que es de 3 mg/l, por lo que concerniente a este parámetro se puede considerar en DBO, no está en el estándar para consumo humano, según la normativa.

### **3.1.3. Efecto de dos componentes de los ecosistemas riparios en la calidad de agua**

Se determinó los efectos de los dos componentes estudiados mediante:

#### **A. Caracterización de ecosistemas riparios presentes en el Sector Pucayacu**

Existencia de bosques secundarios que han sido intervenidos como resultado de esto se encuentra la presencia de ecosistemas alterados, bosque secundario natural que cuenta con la presencia de abundantes herbáceas, bosque secundario semidenso. Presencia de niveles bajos a medios de materia orgánica, así como la presencia de herbáceas gramíneas, que indican la presencia de actividades antrópicas antiguas.

Hay una pendiente mínima del 10 % y una pendiente máxima del 70 % en el área de investigación, lo que indica la posibilidad de derrumbes menores y erosión, así como una fuerte escorrentía que resulte en desprendimiento de rocas.

Dentro de la composición florística del área de investigación se pudieron encontrar especies migratorias, nativas, así como especies forestales y no forestales, pero también se encontraron especies reguladoras de suelo.

Se encontraron fuentes manantiales, la existencia de shapumbas el cual resulta ser un indicador de la existencia de degradación forestal, así como influencias naturales (como la muerte de árboles) y actividades antropogénicas distintas a la agricultura (caza de animales, extracción de madera, orquídeas, leña).

**Tabla 11***Caracterización del área de estudio*

N° de Parcelas	Composición	Topografía	Especie	Observación
1	El bosque secundario intervenido con ecosistemas alterados y con presencia de materia orgánica se encuentra ubicada al lado derecho de la quebrada Pucayacu.	Pendiente de 18% aproximadamente.	Cuenta con la presencia de especies migratorias (ceticos, huamansamana), con especies reguladoras de suelo (palmeras, helechos).	Este entorno cuenta con manantiales (ojo de agua), se encontró shapumba, carrizos silvestres.
2	El bosque secundario que se encuentra ubicado en la margen izquierdo de la quebrada Pucayacu, el cual tiene una presencia de materia orgánica mínima..	Pendiente de 20 a 25 % aproximadamente.	Presencia de especies nativas.	Se presentan rocas fácilmente desprendibles por falta de materia orgánica y posibilidad de caída de árboles con fuertes vientos.
3	Hay pocas plantas herbáceas u orquídeas en este bosque secundario y no se encontraron aves nocturnas.	Pendiente de 30 a 40 % con presencia de erosión y deslizamiento.	Presencia de especies migratorias.	Los deslizamientos de tierra, la erosión, como la caída de rocas y la caída de árboles, representan una amenaza importante. Intervención humana temporal.
4	Bosque secundario natural, con una densidad arbórea limitada, con abundancia de herbáceas, y poca presencia de materia orgánica.	Pendiente de 50 a 60% aproximadamente, presencia de alto riesgo de erosión y deslizamiento por rocas superficiales.	Presencia de especies nativas y herbáceas (aráceas, helechos).	Hay evidencia de los efectos de la naturaleza en el interior (los árboles caen por el viento Para esta muestra se trabajó en las dos márgenes de la quebrada.
5	Bosque primario, con poca presencia de materia orgánica, poca presencia de orquídeas y abundancia de plantas trepadoras.	Pendiente de 20% aproximadamente	Presencia de especies nativas.	Aquí se puede encontrar un afloramiento que parece un manantial, presencia de árboles mayores.
6	Bosque secundario intervenido con presencia de helechos y materia orgánica hojarasca.	Pendiente de 30% aproximadamente.	Cuenta con especies migratorias producidos por animales y el viento.	La muestra fue recolectada de ambos lados de la quebrada, revelando rastros modestos de actividad humana, así como los efectos naturales del

suelo.

7	Bosque secundario intervenido con presencia de plantas de café y chope, presencia de herbáceas gramíneas, poca presencia de materia orgánica.	Pendiente de 5% y poca presencia de erosión escorrentía.	Se ven menos plantas nativas y se encuentran más especies migratorias.	Para fines agrícolas como el cultivo del café, los seres humanos han manipulado los ecosistemas naturales en esta parcela, sin embargo, actualmente se encuentra abandonada. La presencia de shapumba y otros es prueba de ello.
8	Ubicado a lado derecho de la quebrada Pucayacu, es un bosque semidenso secundario.	Pendiente aproximadamente. 5%	Cuenta con presencia de especies forestales y no forestales.	Se descubrieron impactos naturales (árboles que caen naturalmente debido a fuertes vientos) y evidencia de animales salvajes y mosquitos

## B. Efecto del suelo sobre la calidad de agua

Al estar relacionado proporcionalmente, la pendiente topográfica con la composición florística, se puede determinar a través de la prueba estadística, análisis de varianza, tomando los datos de las pendientes según las muestras, y los parámetros de la calidad de agua, como columnas de la prueba.

### • Datos utilizados en el análisis estadístico

Los datos utilizados para el análisis estadístico, para determinar si existe un efecto del suelo en la calidad de agua de la quebrada:

- Muestras. Los datos son determinados por las 4 muestras enviadas al laboratorio
- Topografía. Los datos son determinados por la pendiente del área de cada muestra.
- Parámetros de calidad de agua. Los datos son determinados de acuerdo a los resultados del análisis de agua de las muestras en laboratorio.

**Tabla 12***Datos utilizados en la prueba análisis de varianza*

Muestra	Topografía		Parámetros de calidad de agua							
	Pendiente	Color	Turbidez	pH	Sólidos totales disueltos	Temperatura	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	Oxígeno disuelto	DBO
Muestra 1	25	60	9.79	6.74	46	16.1	3.5	9.6	5.99	9
Muestra 2	55	85	8.7	6.52	30	18.7	0.02	2.3	5.94	9
Muestra 3	35	80	18.53	6.4	23	18.1	0.03	11.1	6.15	8
Muestra 4	12	54	9.97	6.3	25	20.8	0.02	9.6	6.21	3

**Interpretación:**

En la tabla 12, se muestra los datos que fueron utilizados en la prueba de análisis de varianza, para la verificación del objetivo planteado.

- **Resultados finales del análisis estadístico**

**Tabla 13***Prueba análisis de varianza*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	15368.431	9	1707.60	23.85	2.21
Dentro de los grupos	2148.1107	30	71.60		
Total	17516.542	39			

**Interpretación:**

En la tabla 13, se obtiene los resultados finales del análisis de varianza, entre estos datos tenemos en la segunda columna, la suma de cuadrados entre grupos dentro de los grupos y el total de esta, también en la tercera columna, los grados de libertad, entre grupos, dentro de los grupos, y el total de esta, en la cuarta columna, el promedio de los

cuadrados, en esta columna solo se tiene dos datos, respecto a entre grupos y dentro de los grupos, en las últimas tres columnas solo se tiene un dato respectivamente, en el valor de F, la probabilidad y el valor crítico para F.

- **Gráfico representativo del análisis de varianza**

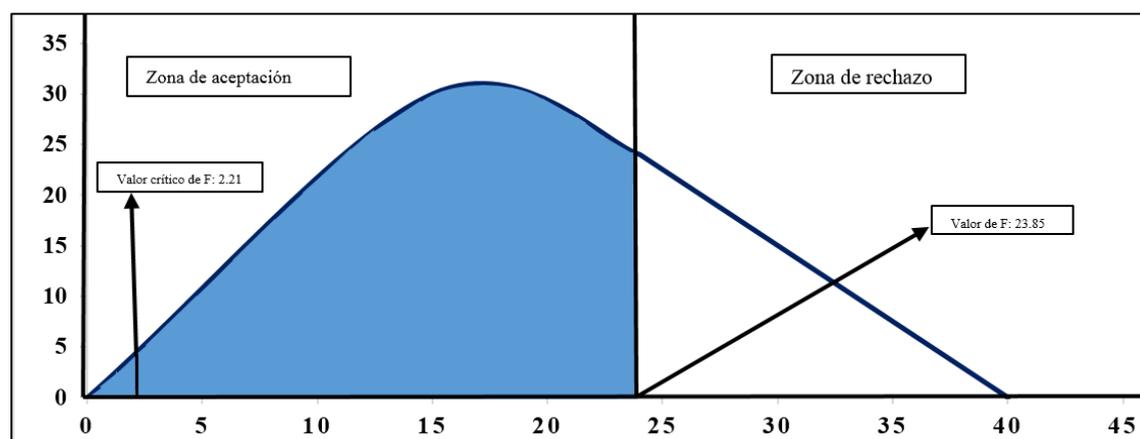


Figura 9. Gráfico representativo de la prueba análisis de varianza

**Interpretación:**

En la figura 9, se divide por zona de aceptación que se obtiene del valor de F, (23.85), y luego dentro de la zona se colocó el valor crítico para F (2.21), terminando en la zona de aceptación, por lo que se acepta la hipótesis de la investigación.

- **Inferencias del efecto de la flora y fauna en la calidad de agua**

- Los componentes ecosistémicos flora y el suelo se manejó de manera proporcional, puesto que por ejemplo a mayor pendiente, poca presencia de densidad arbórea, con poca presencia de materia orgánica y menor calidad de agua.
- Valor crítico para F, (2.21).
- Valor de F (23.85)
- Nivel de confianza de 95%
- Se acepta la afirmación, por lo tanto, si existe un efecto de los componentes ecosistémicos, flora y fauna, en la calidad de agua de la quebrada Pucayacu.

### **3.1.4. Medidas para recuperar la calidad de las aguas de la quebrada Pucayacu para consumo humano**

Como resultado de este objetivo y término de la investigación, se propone medidas que puedan en lo posible recuperar la calidad de agua de la quebrada Pucayacu, adecuadas al entorno y de fácil aplicación:

#### **- Medida 1. Capacitación de las personas involucradas**

La capacitación sería en su caso de forma continua, más que todo a las personas que son dueñas cercanas al nacimiento de la quebrada.

#### **- Medida 2. Vigilancia al nacimiento de la quebrada de forma continúa**

Esta medida sería en concordancia con los beneficiarios de la quebrada, para que se mantenga limpia.

#### **-Medida 3. Elaborar un plan de manejo de la quebrada Pucayacu**

Esta medida entraría como parte de conservación, para poder preservar este ecosistema.

#### **-Medida 4. Promover campañas de reforestación para recuperar y preservar el ecosistema ripario de la quebrada Pucayacu**

Esta medida se daría a largo plazo para la recuperación y preservación del ecosistema ripario de la quebrada Pucayacu.

### **3.2. Discusiones**

En el transcurso de la investigación se pudo observar que se tiene relación con el estudio de Amón y López (2020), ya que en ambos casos las actividades como ganadería, agricultura, cría de especies menores, que se ha visto en la zona, generan alteraciones en las propiedades fisicoquímicas del agua.

Los resultados de la investigación se relacionan con Minchola (2019), en su estudio, ya que en ambos casos las características hidrológicas, físicas y químicas registradas evidencian un deterioro de la calidad de agua, aunque la quebrada Pucayacu, aún es mínima, si no se conserva este ecosistema la contaminación puede llegar a grandes pérdidas tanto para el medio como para la población que se beneficia de este recurso.

El estudio que desarrollo Ochoa (2019), en el cual establece ciertos metodos alternos para realizar el conteo por puntos para el estudio de caracterización de las comunidades florísticas en los bosques riparios, como también los inventarios florísticos en tres estratos como fueron las herbáceas, arbustivas y arbóreas, para lo cual en campo se analizó descriptivamente los datos de campo.

Se pudo confirmar que los parámetros mínimos para determinar la calidad de agua, según las investigaciones de Reátegui (2017) y Cerón *et al.* (2019), son temperatura, pH, turbidez, Solidos Totales disueltos, Nitratos, Fosfatos, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Coliformes Totales.

## CONCLUSIONES

Se concluye:

- El análisis florístico del ecosistema ripario de la quebrada Pucayacu arrojó un total de 1556 plantas muestreadas en ocho parcelas demostrativas, con 821 plantas en la especie herbácea, 266 plantas en las especies arbustivas y 469 en las especies arbóreas.
- De acuerdo a la normativa y los ECAs, la calidad del agua de la quebrada Pucayacu, registró que tanto sólidos totales disueltos, nitratos, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno, están en el rango permitido para consumo humano, mientras que color y turbidez, están fuera de los límites del rango para consumo humano, teniendo en cuenta que pH y temperatura, están casi por entrar al rango aceptable.
- El efecto de la flora y el suelo sobre la calidad de agua es proporcional entre la pendiente con la flora y la calidad de agua puesto que por ejemplo a mayor pendiente, poca presencia de densidad arbórea, con poca presencia de materia orgánica y menor calidad de agua.
- Las medidas de recuperación, son propuestas sencillas y fáciles de aplicar: medida 1, capacitación de las personas involucradas, medida 2, vigilancia al nacimiento de la quebrada de forma continua, medida 3, laborar un plan de manejo de la quebrada Pucayacu, medida 4, promover campañas de reforestación para recuperar y preservar el ecosistema ripario de la quebrada Pucayacu.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda:

-Al gobierno regional, a comprometerse a seguir apoyando proyectos de conservación de ecosistemas.

- A la municipalidad de Moyobamba, seguir trabajando con proyectos de conservación y recuperación de ecosistemas riparios.

-A la población circundante quien se beneficia de la quebrada Pucayacu, tomar conciencia sobre este recurso vital, que si no se cuida en el estado que se encuentra tiene la posibilidad de pérdida total de esta.

- A los futuros investigadores, que se interesan en temas de conservación, es un tema que siempre va necesitar actualización de datos, para poder tomar medidas de preservación de los ecosistemas

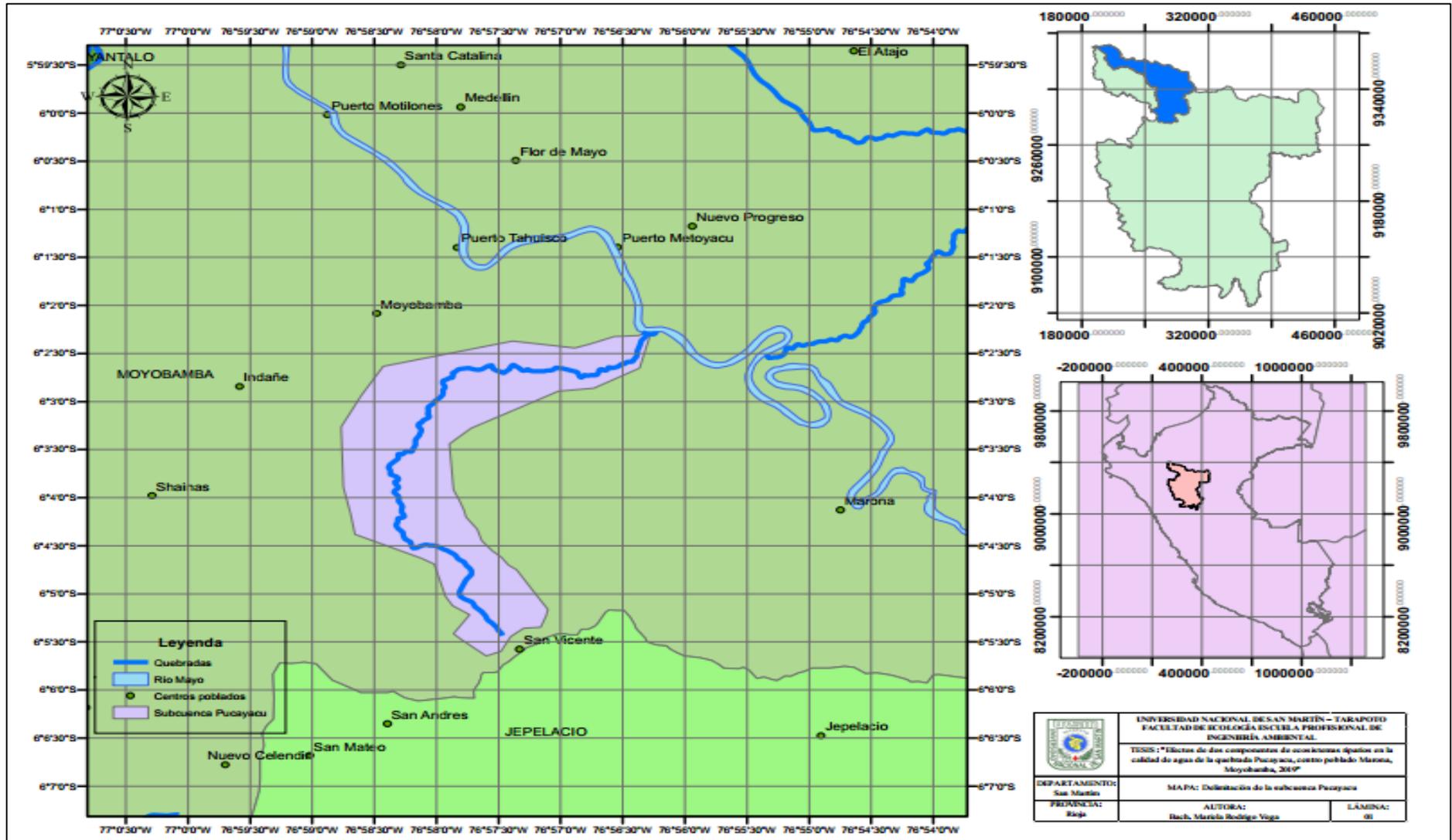
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades [ATDSR]. (2015). *Resumen de salud pública: Nitrato y Nitrito*. Departamento de salud y servicios humanos de los EE.UU.
- ALIAGA, M. (2010). *Situación ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón y su factibilidad de recuperación para el desarrollo sostenible*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- AMÓN, Jonnathan, y LÓPEZ, Carlos. (2020). *Estudio de la influencia de la vegetación y bosque de ribera en la calidad del agua del río Tomebamba de la ciudad de Cuenca*. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana .
- ARAUJO, G. (2010). *Contaminación ambiental y sus efectos sobre la salud*.
- AUTORIDAD Nacional del Agua [ANA]. (2014). *Diagnóstico de la calidad de los recursos hídricos en el Perú 2000-2012*.
- AUTORIDAD Nacional Del Agua [ANA]. (2016). *Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos*.
- BADII, Mohammad [et al.]. (2007). *Papel de los ecosistemas en la sustentabilidad* .
- BUELTA, Ana y MARTÍNEZ, Rudy. (2015). *Guía básica del control de calidad de agua*. <https://www.ongawa.org/wp-content/uploads/2015/09/Agua-CAS-revisar2.pdf>
- CERÓN, Alexandra [et al.]. (2019). *Calidad de agua de la quebrada Mamaramos. Santuario de flora y fauna Iguaque, Colombia*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- CHAMBERS, Robert y CONWAY, Gordon. (1991). *Medios de subsistencia rurales sostenibles: conceptos prácticos para Siglo 21*. Documento de debate.
- CONTRERAS, Keylla [et al.]. (2008). *El agua un recurso para preservar*. Universidad de Los Andes, Facultad de Medicina .
- CÓRDOBA, María [et al.]. (2010). *Agua y salud humana*. IX(3).
- DECRETO supremo N° 004 -2017- MINAM. (2017). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

- DEPARTAMENTO de Ambiente, Agua y Energía. (2011). *Informe de la calidad del agua de la cuenca del canal*.
- ECOFLUIDOS Ingenieros S.A. (2012). *Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco*.
- ENCINAS, M. (2011). *Medio ambiente y contaminación. Principios básicos*.
- ERCILIO, Francisco [et al. ]. (2005). *Desafíos del derecho humano al agua en el Perú*. Lima: Gráfica Loro's S.A.
- GOBIERNO Regional de San Martín [GORESAM]. (2016). *Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de la demarcación territorial de la Región San Martín*.
- GRANADOS, Diódoro. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo*, I(12), págs. 55-69.
- HAMILTON, L. (2009). *Los bosques y el agua*.  
[https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/i0410s00.pdf](https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/i0410s00.pdf)
- LABORATORIO- Facultad de Ecología- UNSM\_T. (2019). Resultados de Análisis de Agua.
- MENDOZA, M. (1996). *Impacto de la tierra, en la calidad del agua en la microcuenca rio Sábalo, Cuenca del rio San Juan*. Turrialba, CR. CATIE.
- MINCHOLA, Greysy. (2019). *Estimación de la calidad del agua mediante variables fisicoquímicas y macroinvertebrados en las quebradas Naranjal y Córdoba - Tingo María*. Informe final de practica pre profesional, Universidad Nacional Agraria de la Selva .
- MINISTERIO del Ambiente [MINAM]. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio. Modulo3: agua y alimento*. Lima: Gráfica39 S. A. C.
- MOLINA, A. y. (2006). *Propuesta de tratamientos de aguas residuales en beneficios húmedos de café*. Tesis de grado, Universidad De El Salvador.
- MÔLLER, P. (2011). Las franjas de vegetación ribereña y su función de amortiguamiento, una consideración importante para la conservación de humedales. *Gestión ambiental*, págs. 95-106.

- MORALES, Adriana [et al.]. (2017). *Significado de Calidad*. Significados.com: <https://www.significados.com/calidad/>
- OCASIO, F. (2008). *Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras*.
- OCHOA, C. (2019). *Identificación y evaluación de efectos causados en los ecosistemas riparios, para su conservación de la calidad bioambiental en la microcuenca de la quebrada Pucayacu, Moyobamba, 2017*. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología.
- ORGANIZACIÓN mundial de la salud [OMS]. (1999). *Evaluación global de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento*. Informe Analítico.
- RAFFO, Eduardo y RUIZ, Edgar. (2014). Caracterización de las Aguas Residuales y la Demanda Bioquímica de Oxígeno. *XVII(1)*, 71 - 80. <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/idata.v17i1.12035>
- REÁTEGUI, O. (2017). *Determinación de la calidad del agua de la laguna Azul, influenciada por las actividades agrícolas en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia de San Martín, 2016*. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín .
- RED Interamericana de Academias de Ciencias [IANAS]. (2019). *Calidad de aguas en las Américas: Riesgos y oportunidades*. <https://www.ianas.org/images/books/wb09.pdf>
- RÍOS, Ney y MUHAMMAD, Ibrahim. (2008). *Impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos*.
- ROMERO, J. (2005). *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño*. Bogota: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- SIERRA, C. (2011). *Calidad Del Agua-Evaluación Y Diagnóstico*. Medellín: Ediciones De La U.
- TEXTO Unificado de Legislación Ambiental Secundaria [TULAS]. (2003). *Criterios de Calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios*.

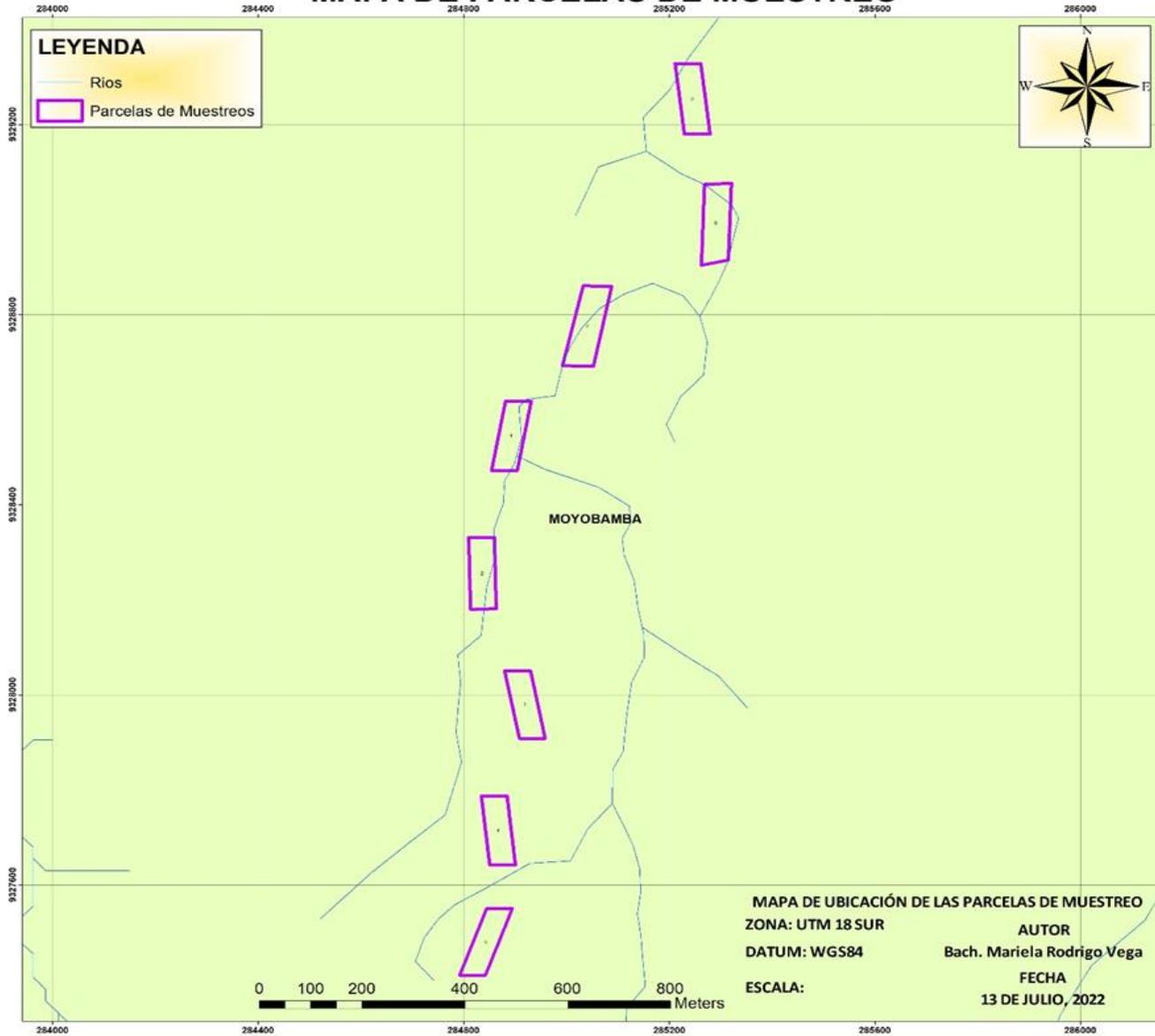
**ANEXOS**



Anexo 1: A-a. Mapa de ubicación de la subcuenca Pucayacu

A. b. Mapa de ubicación de la subcuenca **Ducayacu**

### MAPA DE PARCELAS DE MUESTREO



## Anexo 3: Prueba de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO  
 FACULTAD DE ECOLOGÍA  
 Jr. Prolongación 20 de ABRIL S/N, Moyobamba. Telf. N° 042 – 562458

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

**SOLICITANTE** : Mariela Rodrigo Vega.  
**PUNTO DE MUESTREO** : Quebrada Pucayacu, CP. Marona - Moyobamba.  
**TIPO DE MUESTRA** : Agua Superficial  
**LUGAR ANALISIS** : Quebrada Pucayacu, CP. Marona - Moyobamba.  
**FECHA DE MUESTREO** : 04/05/2018.  
**HORA** : 8:30 am  
**MUESTREADOR** : Mariela Rodrigo Vega.  
**FECHA DE EMISIÓN** : 15/10/2019

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

Parámetros	Unidades	Muestra 1
Color	UPC	60.00
Turbidez	UNT	9.79
pH	pH	6.74
S-T-D	ppm	46.00
Temperatura	C°	16.10
NO <sub>3</sub>	mg /L	3.50
PO <sub>4</sub>	mg /L	9.60
OD	mg /L	5.99
DBO	mg /L	9.00

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza.  
 Docente guía y Especialista en Análisis y Calidad del Agua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO  
 FACULTAD DE ECOLOGÍA  
 Jr. Prolongación 20 de ABRIL S/N. Moyobamba. Telf. N° 042 – 562458

### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

**SOLICITANTE** : Mariela Rodrigo Vega.  
**PUNTO DE MUESTREO** : Quebrada Pucayacu, CP. Marona - Moyobamba.  
**TIPO DE MUESTRA** : Agua Superficial  
**LUGAR ANALISIS** : Quebrada Pucayacu, CP. Marona - Moyobamba.  
**FECHA DE MUESTREO** : 04/05/2018.  
**HORA** : 9:30 am  
**MUESTREADOR** : Mariela Rodrigo Vega.  
**FECHA DE EMISIÓN** : 15/10/2019

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Parámetros	Unidades	Muestra 2
Color	UPC	85.00
Turbidez	UNT	8.70
pH	pH	6.52
S-T-D	ppm	30.00
Temperatura	C°	18.70
NO <sub>3</sub>	mg /L	0.02
PO <sub>4</sub>	mg /L	2.30
OD	mg /L	5.94
DBO	mg /L	9.00

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza.  
 Docente guía y Especialista en Análisis y Calidad del Agua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO  
 FACULTAD DE ECOLOGÍA  
 Jr. Prolongación 29 de ABRIL S/N. Moyobamba. Telf. N° 042 – 562458

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

**SOLICITANTE** : Mariela Rodrigo Vega.  
**PUNTO DE MUESTREO** : Quebrada Pucayacu, CP. Marona - Moyobamba.  
**TIPO DE MUESTRA** : Agua Superficial  
**LUGAR ANALISIS** : Quebrada Pucayacu, CP. Marona - Moyobamba.  
**FECHA DE MUESTREO** : 04/05/2018.  
**HORA** : 10:30 am  
**MUESTREADOR** : Mariela Rodrigo Vega.  
**FECHA DE EMISIÓN** : 15/10/2019

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

Parámetros	Unidades	Muestra 3
Color	UPC	80.00
Turbidez	UNT	18.53
pH	pH	6.40
S-T-D	ppm	23.00
Temperatura	C°	18.10
NO <sub>3</sub>	mg /L	0.03
PO <sub>4</sub>	mg /L	11.10
OD	mg /L	6.15
DBO	mg /L	8.00

  
 Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza.  
 Docente guía y Especialista en Análisis y Calidad del Agua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO  
 FACULTAD DE ECOLOGÍA  
 Jr. Prolongación 20 de ABRIL S/N. Moyobamba. Telf. N° 042 – 562458

### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

**SOLICITANTE** : Mariela Rodrigo Vega.  
**PUNTO DE MUESTREO** : Quebrada Pucayacu, CP. Marona - Moyobamba.  
**TIPO DE MUESTRA** : Agua Superficial  
**LUGAR ANALISIS** : Quebrada Pucayacu, CP. Marona - Moyobamba.  
**FECHA DE MUESTREO** : 04/05/2018.  
**HORA** : 11:30 am  
**MUESTREADOR** : Mariela Rodrigo Vega.  
**FECHA DE EMISIÓN** : 15/10/2019

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Parámetros	Unidades	Muestra 4
Color	UPC	54.00
Turbidez	UNT	9.97
pH	pH	6.30
S-T-D	ppm	25.00
Temperatura	C°	20.80
NO <sub>3</sub>	mg /L	0.02
PO <sub>4</sub>	mg /L	9.60
OD	mg /L	6.21
DBO	mg /L	3.00

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza.  
 Docente guía y Especialista en Análisis y Calidad del Agua

#### Anexo 4: Panel fotográfico



*Fotografía 1.* Ubicación del área del estudio



*Fotografía 2.* Ubicación del área de toma de muestras de agua



**Fotografía 3.** Toma de muestra en la quebrada Pucayacu



**Fotografía 4.** Toma de muestra de agua



*Fotografía 5.* Guardado de muestras para llevar al laboratorio



*Fotografía 6.* Ubicación de las parcelas de caracterización florística

Efectos de dos componentes de  
ecosistemas riparios en la  
calidad de agua de la quebrada  
Pucayacu, centro poblado  
Marona, Moyobamba, 2019  
*por Mariela Rodrigo Vega*

---

**Fecha de entrega:** 28-mar-2023 12:05p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2049182310

**Nombre del archivo:** ING.\_AMBIENTAL\_-\_Mariela\_Rodrigo\_Vega.docx (20.41M)

**Total de palabras:** 12026

**Total de caracteres:** 64863

# Efectos de dos componentes de ecosistemas riparios en la calidad de agua de la quebrada Pucayacu, centro poblado Marona, Moyobamba, 2019

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>doi.org</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de San Martín</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.umsa.bo</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>