



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

#### **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MITIGACIÓN DEL RÍO QUEBRADA, UBICADO EN LA PARROQUIA DE SAN ISIDRO, CANTÓN MORONA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”**

#### **TRABAJO DE TITULACIÓN**

#### **TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Presentado para optar por el grado académico de:

#### **INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORA:** EVELIN MALENY SAMANIEGO CHACHA

**ASESORA:** Ing. TERESITA MEJÍA REINOSO. Mgs.

Macas – Ecuador

2019

©2019, Evelin Maleny Samaniego Chacha

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo técnico: “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MITIGACIÓN DEL RÍO QUEBRADA, UBICADO EN LA PARROQUÍA DE SAN ISIDRO, CANTÓN MORONA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”, de responsabilidad de la señorita: Evelin Maleny Samaniego Chacha, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Teresita Mejía Reinoso. M.Sc. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	.....	2019-JULIO-10
Dra. Cumandá Carrera Beltrán <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	.....	2019-JULIO-10
Ing. Miguel Santillán Quiroga <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	.....	2019-JULIO-10

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Evelin Maleny Samaniego Chacha, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos contantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo toda la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Macas, 10 de julio de 2019

---

EVELIN MALENY SAMANIEGO CHACHA

140127472-3

Yo, Evelin Maleny Samaniego Chacha soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente documento y el patrimonio intelectual del proyecto de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

EVELIN MALENY SAMANIEGO CHACHA

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo con mucho amor a mi padre y mi madre, quienes con esfuerzo y dedicación me han enseñado a salir adelante a pesar de las adversidades, por el respeto inculcado hacia los demás y sobre todo por el apoyo incondicional, brindado durante la carrera, para culminar con esta meta.

A mi hijo Mateo, quien es el motor y razón para seguir adelante, mi compañerito de vida eterno, quien me da esas alegrías que jamás pensé tenerlas.

A mi esposo que ha sido y es el pilar fundamental para concluir mi carrera, por el amor y paciencia que tiene hacia nuestro hijo y mi persona.

A mis hermanas Cinthia, Mercy, Doris, y a mi hermano Mauricio, por ser una pieza fundamental para completar este ciclo, porque sin ustedes no lo hubiese logrado.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad y sabiduría durante mi etapa universitaria.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, quien abrió las puertas para crecer en mi campo estudiantil, a los docentes de la institución quienes ayudaron a fortalecer y adquirir nuevos conocimientos que aportaron para la realización de este trabajo.

A la Ing. Teresita Mejía Reinoso, Directora del Trabajo de Titulación, por la confianza depositada en mi persona y por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

A la Dra. Cumandá Carrera, miembro del tribunal, quien con su apoyo ha permitido el progreso de esta investigación.

Al Ing. Javier Cortés, director de Agua Potable y Alcantarillado de Macas, quien dio total apertura a las instalaciones del laboratorio, permitiendo de esta manera consolidar este trabajo.

A la Ing. Jael Chacha, quien de una manera desinteresada compartió sus conocimientos y ayuda para el desarrollo del trabajo.

A ti Juan, compañero de vida, amigo, confidente, esposo, quien mes a mes me ayudó a que este trabajo vaya avanzando y tomando forma, para ahora por fin poder culminarlo, “gracias”.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESÚMEN .....	xv
SUMMARY .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>4</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. El Agua y el Ciclo Hidrológico .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Cuenca Hidrográfica .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Definición de río.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Calidad De Agua.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5. Contaminación Del Agua .....</b>	<b>6</b>
<b>1.6. Contaminantes del Agua .....</b>	<b>6</b>
<i>1.6.1. Contaminantes físicos.....</i>	<i>6</i>
<i>1.6.2. Contaminantes químicos. ....</i>	<i>7</i>
<i>1.6.3. Contaminantes biológicos.....</i>	<i>7</i>
<b>1.7. Consecuencias de la contaminación del Agua .....</b>	<b>7</b>
<b>1.8. Índice de la Calidad del Agua (ICA/WQI) .....</b>	<b>8</b>
<b>1.9. Método de Valoración del (ICA-NSF) .....</b>	<b>8</b>
<b>1.10. Clasificación del ICA según los Usos del Agua .....</b>	<b>9</b>
<b>1.11. Parámetros a considerar en el Índice de la Calidad del Agua (ICA - NSF) .....</b>	<b>10</b>
<i>1.11.1. Parámetros físicos - químicos.....</i>	<i>10</i>
<i>1.11.1.1. Cambio de Temperatura (<math>\Delta T</math>).....</i>	<i>10</i>
<i>1.11.1.2. Sólidos Totales Disueltos (TDS).....</i>	<i>11</i>
<i>1.11.1.3. Turbiedad.....</i>	<i>11</i>
<i>1.11.1.4. Potencial de hidrógeno (pH) .....</i>	<i>11</i>
<i>1.11.1.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (<math>DBO_5</math>).....</i>	<i>11</i>
<i>1.11.1.6. Nitratos (<math>NO_3^-</math>) .....</i>	<i>12</i>
<i>1.11.1.7. Fosfatos (<math>PO_4^{3-}</math>).....</i>	<i>12</i>
<i>1.11.1.8. Oxígeno Disuelto (OD).....</i>	<i>13</i>
<i>1.11.2. Parámetros microbiológicos .....</i>	<i>13</i>
<i>1.11.2.1. Coliformes Fecales (CF).....</i>	<i>13</i>
<b>1.12. Caudal (Q).....</b>	<b>13</b>
<b>1.13. Marco Legal del Agua en el Ecuador.....</b>	<b>14</b>
<i>1.13.1. Constitución de la República del Ecuador (CRE).....</i>	<i>14</i>



1.13.2.	<i>Código Orgánico Ambiental (COA)</i> .....	15
1.13.3.	<i>Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua</i> .....	16
1.13.4.	<i>Reglamento de la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua</i> .....	17
1.13.5.	<i>Acuerdo Ministerial No. 061: Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria</i> .....	17
<b>CAPÍTULO II</b> .....		<b>18</b>
2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>18</b>
2.1.	<b>Unidad de estudio</b> .....	<b>18</b>
2.1.1.	<i>Localización</i> .....	<i>18</i>
2.2.	<b>Tipo de investigación</b> .....	<b>19</b>
2.3.	<b>Línea base del lugar</b> .....	<b>19</b>
2.4.	<b>Selección de los puntos de monitoreo</b> .....	<b>19</b>
2.5.	<b>Caudales</b> .....	<b>21</b>
2.5.1.	<i>Recolección de datos</i> .....	<i>21</i>
2.5.1.1.	<i>Cálculos</i> .....	<i>22</i>
2.6.	<b>Muestreo</b> .....	<b>22</b>
2.6.1.	<i>Tipo de muestreo</i> .....	<i>22</i>
2.6.2.	<i>Cantidad de muestra</i> .....	<i>23</i>
2.6.3.	<i>Frecuencia de muestreo</i> .....	<i>23</i>
2.6.4.	<i>Pasos para el muestreo en el campo</i> .....	<i>23</i>
2.6.5.	<i>Conservación y transporte de muestras</i> .....	<i>24</i>
2.6.6.	<i>Análisis de muestras</i> .....	<i>24</i>
2.7.	<b>Caracterización físico – químicos y microbiológico</b> .....	<b>24</b>
2.8.	<b>Calidad del agua (ICA)</b> .....	<b>25</b>
2.9.	<b>Métodos de análisis</b> .....	<b>26</b>
2.10.	<b>Equipos, materiales y reactivos utilizados en el campo y en el laboratorio</b> .....	<b>27</b>
2.11.	<b>Propuesta de mitigación</b> .....	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>29</b>
3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>29</b>
3.1.	<i>Levantamiento de la línea base del sector</i> .....	<i>29</i>
3.1.1.	<i>Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo en el Río Quebrada</i> .....	<i>29</i>
3.1.2.	<i>Descripción del medio físico</i> .....	<i>30</i>
3.1.3.	<i>Descripción del medio biológico</i> .....	<i>33</i>
3.1.4.	<i>Descripción del medio socioeconómico-ambiental</i> .....	<i>36</i>

<b>3.2.</b>	<b>Cálculos.....</b>	<b>37</b>
3.2.1.	<i>Determinación de caudales .....</i>	37
3.2.1.	<i>Análisis de las muestras.....</i>	38
3.2.1.1.	<i>Análisis físico-químicos.....</i>	39
3.2.1.2.	<i>Análisis microbiológico.....</i>	47
3.2.3.	<i>Determinación del índice de calidad del agua (ICA-NSF) del Río Quebrada. ....</i>	48
 <b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>50</b>
<b>4.</b>	<b>PROPUESTA DE MITIGACIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>50</b>
<b>4.2.</b>	<b>Plan de Manejo Ambiental (PMA).....</b>	<b>50</b>
4.2.1.	<i>Programa de ordenamiento y planificación territorial.....</i>	51
4.2.1.1.	<i>Objetivos.....</i>	52
4.2.1.2.	<i>Actividades.....</i>	52
4.2.1.3.	<i>Resultados esperados .....</i>	53
4.2.2.	<i>Programa de Educación Ambiental (PEA).....</i>	53
4.2.2.1.	<i>Objetivos.....</i>	54
4.2.2.2.	<i>Actividades.....</i>	54
4.2.2.3.	<i>Resultados esperados .....</i>	55
4.2.3.	<i>Programa de Reforestación.....</i>	55
4.2.3.1.	<i>Objetivos.....</i>	56
4.2.3.2.	<i>Actividades.....</i>	56
4.2.4.3.	<i>Resultados esperados .....</i>	57
4.2.4.	<i>Programa de Control y Seguimiento.....</i>	57
4.2.4.1.	<i>Objetivos.....</i>	58
4.2.4.2.	<i>Actividades.....</i>	58
4.2.4.3.	<i>Resultados esperados .....</i>	58
 <b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>60</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Parámetros para el cálculo del ICA - NSF.....	8
<b>Tabla 2-1:</b> Rangos de clasificación según el ICA - NSF.....	9
<b>Tablas 3-1:</b> Escalas de clasificación del ICA en función del uso.....	9
<b>Tabla 1-2:</b> Factor de corrección de acuerdo al tipo de río o canal y la profundidad.....	21
<b>Tabla 2-2:</b> Parámetros analizados “in situ” .....	25
<b>Tabla 3-2:</b> Parámetros analizados en el laboratorio .....	25
<b>Tabla 4-2:</b> Métodos, Equipos y procedimientos de análisis para cada parámetro .....	26
<b>Tabla 5-2:</b> Equipos y materiales utilizados en campo.....	27
<b>Tabla 6-2:</b> Equipos, materiales y reactivos utilizados en el laboratorio.....	27
<b>Tabla 1-3:</b> Ubicación de los puntos de monitoreo en el Río Quebrada.....	29
<b>Tabla 2-3:</b> Flora de la parroquia de San Isidro.....	33
<b>Tabla 3-3:</b> Fauna silvestre de la parroquia de San Isidro .....	35
<b>Tabla 4-3:</b> Fauna doméstica de la parroquia de San Isidro .....	35
<b>Tabla 5-3:</b> Servicios ambientales .....	36
<b>Tabla 6-3:</b> Resultados del caudal en las estaciones de monitoreo durante el periodo de monitoreo.....	37
<b>Tabla 7-3:</b> Resultados de calidad del agua de acuerdo al índice (ICA-NSF).....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Representación del ciclo Hidrológico.....	4
--	---

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b>	Ubicación del tramo de estudio del Río Quebrada.....	18
<b>Gráfico 1-3:</b>	Ubicación de los puntos de monitoreo en el Río Quebrada .....	30
<b>Gráfico 2-3:</b>	Mapa de las formaciones Geológicas de la Parroquia de San Isidro.....	32
<b>Gráfico 3-3:</b>	Variación del caudal en las estaciones de monitoreo durante el período de monitoreo .....	38
<b>Gráfico 4-3:</b>	Variación del Cambio de Temperatura ( $\Delta T$ ) del Río Quebrada.....	39
<b>Gráfico 5-3:</b>	Variación de TDS del Río Quebrada, durante el monitoreo.....	40
<b>Gráfico 6-3:</b>	Variación de la Turbiedad del Río Quebrada. ....	41
<b>Gráfico 7-3:</b>	Variación del pH del Río Quebrada .....	42
<b>Gráfico 8-3:</b>	Variación de la DBO <sub>5</sub> del Río Quebrada.....	43
<b>Gráfico 9-3:</b>	Variación de los Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) del Río Quebrada .....	44
<b>Gráfico 10-3:</b>	Variación de los Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) del Río Quebrada .....	45
<b>Gráfico 11-3:</b>	Variación del Oxígeno Disuelto (OD) del Río Quebrada.....	46
<b>Gráfico 12-3:</b>	Variación de los Coliformes Fecales (CF) del Río Quebrada .....	47
<b>Gráfico 13-3:</b>	Tendencia de resultados del ICA – NSF del Río Quebrada .....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Formato de etiqueta para la toma de muestras para análisis Físico-químico y Microbiológico
- ANEXO B:** Ficha de campo para el cálculo de caudal
- ANEXO C:** Formulario de campo para la caracterización de actividades en las riberas del Río Quebrada (tramo: RQPP-RQP4)
- ANEXO D:** Recolección de las muestras y Análisis de los parámetros in-situ
- ANEXO E:** Preparación de materiales y equipos para el análisis de parámetros físico-químico y microbiológico.
- ANEXO F:** Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio.
- ANEXO G:** Demarcación de los puntos de monitoreo.
- ANEXO H:** Resultado de los Análisis Físico-químicos.
- ANEXO I:** Resultados del cálculo del ICA- NFS
- ANEXO J:** Tabla 1, Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo Humano y Doméstico, Anexo 1, Libro VI del TULSMA.

## **ABREVIATURAS**

<b>%OD</b>	Porcentaje de saturación del oxígeno disuelto
<b>CF</b>	Coliformes Fecales
<b>COA</b>	Código Orgánico Ambiental
<b>CRE</b>	Constitución de la República del Ecuador
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
<b>GAD</b>	Gobierno Autónomo descentralizado
<b>ICA-NSF</b>	Índice de Calidad de Agua de la National Sanitation Foundation de EE.UU
<b>m.s.n.m</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>NMP</b>	Número Más Probable
<b>NO<sub>3</sub></b>	Nitratos
<b>NTU</b>	Unidades Nefelométricas de Turbidez
<b>PDYOT</b>	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de San Isidro
<b>pH</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>PO<sub>4</sub></b>	Fosfatos
<b>Q</b>	Caudal
<b>RQP1</b>	Río Quebrada, punto 1
<b>RQP2</b>	Río Quebrada, punto 2
<b>RQP3</b>	Río Quebrada, punto 3
<b>RQP4</b>	Río Quebrada, punto 4
<b>RQPP</b>	Río Quebrada, punto de partida
<b>SAQMIC</b>	Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos
<b>STD</b>	Sólidos Totales Disueltos
<b>UTM</b>	Universal Transversal de Mercador

## RESÚMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad del agua y elaborar una propuesta de mitigación del Río Quebrada que es utilizado para consumo humano en Macas, Proaño y San Isidro, el mismo está ubicado en la parroquia de San Isidro, Cantón Morona, Provincia de Morona Santiago. Inicialmente se realizó el levantamiento de la línea base, mediante un recorrido del (tramo: RQPP – RQP4) donde se establecieron cinco puntos de muestreo denominados (RQPP; RQP1; RQP2; RQP3; RQP4), realizándose la descripción del medio físico y biológico en cada uno de estos puntos en base al formulario de campo para la caracterización de las actividades en las riberas del Río Quebrada, además se efectuó el cálculo del caudal y el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológico, los cuales permitieron la determinación del índice de calidad ICA – NSF, el estudio se desarrolló en un periodo de tres meses (julio, agosto y septiembre). Donde de acuerdo a la comparación realizada de los resultados de los análisis con la **Tabla 1**, del LIBRO VI del TULSMA, ANEXO I, se evidenció que en el punto RQP4 los criterios de calidad superan el límite establecido para los coliformes fecales y en los puntos RQP1, RQP3, RQP4 exceden el parámetro de la DBO5, por lo cual se recomienda implementar el PMA propuesto en este trabajo para mejorar y conservar la calidad de agua del Río Quebrada. Los resultados obtenidos del caudal promedio fueron de 0,239m<sup>3</sup>/s, y un índice de calidad igual a 79,57 dando una denotación de Buena Calidad en todas las estaciones de monitoreo. Posteriormente se realizó la propuesta de mitigación para el tramo de estudio, para lo cual se propone un Plan de Manejo Ambiental basado en cuatro programas: Programa de Ordenamiento y Planificación Territorial; Educación Ambiental; Reforestación; y de Control y Seguimiento.

**PALABRAS CLAVES:** <BIOTECNOLOGÍA> <CALIDAD DEL AGUA> <ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO>, <INDICE DE CALIDAD (ICA-NSF)>, <PLAN DE MANEJO AMBIENTAL>, <RÍO QUEBRADA> <MORONA SANTIAGO (PROVINCIA)> <MORONA (CANTÓN)> < SAN ISIDRO (PARROQUIA) >



## **SUMMARY**

The objective of the present research work was to determine the water quality and to elaborate a proposal of mitigation of the Quebrada River that is used for human consumption in Macas, Proaño, and San Isidro, it is located in the parroquia of San Isidro, Morona Canton, Province of Morona Santiago. Initially, the baseline survey was carried out through a route of the (section: RQPP – RQP4) where five named sampling points were established (RQPP, RQP1, RQP2, RQP3, RQP4), describing the physical and biological environment in each of these point based on the field form for the characterization of the activities on the banks of the Quebrada River, in addition, the flow calculation and the analysis of the physical-chemical and microbiological parameters were carried out, which allowed the determination of the index of quality ICA – NSF, the study was developed over a period of three months (July, August and September). Where according to the comparison made of the results of the analyses with Table 1, from BULK VI of the TULSMA, ANNEX I, it was evidenced that in point RQP4 the quality criteria exceed the limit established for the fecal coliforms and in the points RQP1, RQP3, RQP4 exceed the parameter of DBO5, so it is recommended to implement the PMA proposed in this work to improve and conserve the water quality of the Quebrada River. The results obtained from the average flow were 0,24 m<sup>3</sup>/s, and a quality index equal to 79,57 giving a Good Quality denotation in all the monitoring stations. Subsequently, the mitigation proposal was made for the study section, for which an Environmental Management Plan is proposed, based on four programs: Land Management and Planning Program; Environmental education; Reforestation; and Control and Monitoring.

**KEYWORDS:** <BIOTECHNOLOGY> <WATER QUALITY> <PHYSICAL ANALYSIS – CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL>, <QUALITY INDEX (ICA-NSF)>, <ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN>, <QUEBRADA RIVER> <MORONA SANTIAGO (PROVINCE)> <MORONA (CANTON)> < SAN ISIDRO (PARROQUIA) >

## INTRODUCCIÓN

El agua es considerada como fuente de vida debido a su función esencial en los procesos biológicos y a su importancia como elemento fundamental de desarrollo.

Por lo que garantizar el derecho de la población a vivir en un ambiente sano, como lo menciona la Constitución Política de la República de Ecuador (LEXIS, 2015, p. 176), el **Art. 395.-** numeral 1 “*El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.*”, debe ser una prioridad del Estado

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, (Pozo Barrezuela, 2014, p. 10), en su **Art. 64.-** menciona que “La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida”.

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana (“Cap.3 part2. Libro blanco del agua,” n.d.), además esta se fundamenta al tipo de uso que se le va a otorgar. Por lo que el agua para consumo humano es la que se encuentra en una mejor calidad.

En nuestro país todavía existe un alto porcentaje de la población que no tiene una fuente segura y confiable de agua para consumo humano. Solo el 67% tiene acceso al agua potable, predominantemente en áreas urbanas (Narváz y Elizabeth, 2016).

Evaluaron la calidad de agua del río Portoviejo (Manabí, Ecuador) mediante la aplicación del índice de calidad de agua bajo la metodología propuesta por la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) (Fernández y Kulich, 2017).

La calidad del agua del Río Quebrada previo a la zona de captación se ve afectada por factores humanos, debido a la intervención directa, como la ganadería, procediendo al sembrío de pastos, que no respeta según el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LEXIS, 2015, p. 22), en el **Art.64:** “*Zonas de Protección Hídrica: Extensión y Modificación.- La zona de protección hídrica tendrá una extensión de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce o de la máxima extensión ordinaria de la lámina de agua en los embalses superficiales, pudiéndose variar por razones topográficas, hidrográficas u otras que determine la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional*”, lo cual está afectando la calidad del cuerpo de agua.

Es importante conocer y mantener la calidad de los cuerpos hídricos, debido al deterioro de las fuentes de abastecimiento de agua presentes hoy en día en nuestra comunidad; la evaluación de la calidad del agua permite tomar acciones de control y mitigación del mismo, garantizando el suministro de agua. Una herramienta son los índices de calidad de agua ICA, aquellos que consideran las variaciones en el tiempo y en el espacio, además permiten una comparación con la normativa vigente en la zona de estudio (Torres et al., 2009). El índice de calidad de agua (ICA-NSF), es un método adecuado para la aplicación en fuentes como el Río Quebrada que está expuesto a constantes variaciones de calidad.

El área de estudio escogida es un tramo de la microcuenca del Río Quebrada, ubicada en la Parroquia San Isidro, Cantón Morona, Provincia de Morona Santiago; este tramo es de 1,2Km aproximadamente aguas arriba de la zona de captación de agua para el consumo humano, de las parroquias San Isidro, Proaño y una parte de la ciudad de Macas.

El trayecto del río en estudio, atraviesa por lugares donde existen alteraciones por diferentes actividades antropogénicas como: actividades ganaderas en las riberas del río y dilución de contaminantes por actividades agrícolas, por lo que evaluar la calidad de este cuerpo de agua es importante para tomar medidas de conservación de la zona de protección del cuerpo de agua, siendo todos los consumidores de este recurso los beneficiados.

García y Martínez (2015, p. 3) Mencionan que una buena parte del problema está en lo limitados que son los conocimientos humanos sobre los procesos que afectan a los usos del agua y los otros recursos que integran el capital natural o biofísico. De modo que un elemento importante en la solución al problema es la Educación Ambiental.

Por lo señalado anteriormente, el estudio en mención está encaminado a plantear alternativas que aporten a la solución de la problemática ambiental por el deterioro de la calidad del agua del Río Quebrada, mediante un análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos de este recurso, el cual nos va a ayudar al cálculo del índice de calidad ambiental, para de esta manera determinar la calidad del río y plantear una propuesta de mitigación, debido a que este recurso es utilizado para consumo humano, para las parroquias de San Isidro, Proaño, y una parte de la ciudad de Macas, y de este modo contribuir a la sociedad, identificando la problemática ambiental que afrontan las comunidades beneficiadas.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Determinar la calidad del agua y elaborar una propuesta de mitigación del Río Quebrada, ubicado en la parroquia de San Isidro, Cantón Morona, Provincia de Morona Santiago.

### **Específicos**

- Elaborar un diagnóstico de la microcuenca del Río Quebrada (tramo: RQPP – RQP4), mediante el levantamiento de la línea base.
- Establecer los puntos de monitoreo para el estudio de la microcuenca del Río Quebrada (tramo: RQPP – RQP4).
- Determinar la calidad del agua de la microcuenca del Río Quebrada (tramo: RQPP – RQP4), mediante el índice de calidad ICA NSF.
- Elaborar una propuesta de mitigación en las zonas más vulnerables de la microcuenca del Río Quebrada (tramo: RQPP – RQP4).

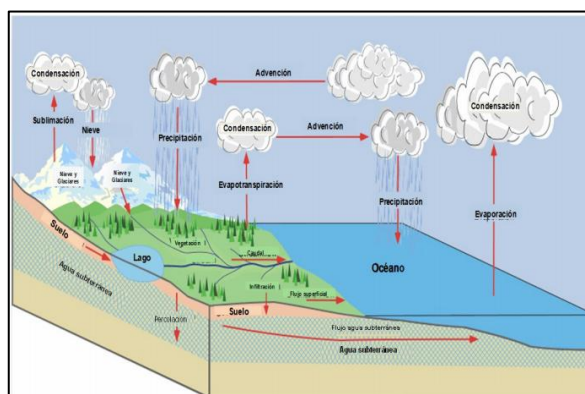
# CAPITULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. El Agua y el Ciclo Hidrológico

La vida surgió en el agua y este es esencial para el mantenimiento de todo tipo de vida en nuestro planeta. Ningún proceso metabólico ocurre sin su acción directa o indirecta. El agua disuelve rocas, erosiona terrenos y arrastra sedimentos a lagos, ríos y al océano. Cubre el 75% de la superficie de la tierra y es el medio natural para muchas formas de vida. La interacción entre el agua y la atmósfera constituye el principal factor determinante del clima. El ecosistema acuático, al igual que el terrestre, es el resultado de la interacción entre el agua, la atmósfera, la tierra y los organismos vivos (Biosdam, 2015, p. 18).

El ciclo hidrológico se basa en el constante movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido). Es la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y reevaporación (Figura 1-1). Por lo que también se puede decir que involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento) (Ordoñez Gálvez, 2012, p. 6, 10).



**Figura 1-1:** Representación del ciclo Hidrológico

**Fuente:** (Ordoñez Gálvez, 2012, p. 9).

## **1.2. Cuenca Hidrográfica**

Se refiere a un territorio definido para el manejo de los recursos naturales, fundamentalmente agua, suelo y vegetación. Cuenca hidrográfica es un concepto utilizado para designar un territorio, región o zona, cuya característica principal es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común. Es decir que, toda el agua acumulada desemboca ya sea en un afluente más grande, una laguna o el mar (Sánchez Vélez et al., 2003, p. 8).

Es una unidad hidrológica que ha sido descrita y utilizada como unidad físico-biológica y también, en muchas ocasiones, como una unidad socioeconómica-política, para la planificación y ordenación de los recursos naturales. Puesto que los recursos naturales se encuentran en la cuenca hidrográfica, la infraestructura generada por el hombre en la que ha desarrollado sus actividades económicas y sociales que a su vez conlleva a efectos beneficiosos, pero también negativos para el ecosistema como para el bienestar humano (Espinoza and Elizabeth, 2017, p. 21-22).

## **1.3. Definición de río**

Se define como un ecosistema fluvial en el que aparece el biotopo con tres elementos fundamentales: el cauce, la ribera y la llanura de inundación, y junto al biotopo la biota, acuática y terrestre (Fernández Yuste, 2014, p. 1).

Los ríos están formados por el agua que discurre por las vaguadas de la superficie terrestre. Estos cursos de agua pueden tener diversos orígenes: los manantiales dan lugar a la formación de arroyos que, cuando confluyen, forman un río, en ocasiones pueden originarse por el deshielo de los glaciares, otro caso es el de aquellos ríos que se inician en un lago al que sirven de desagüe (Vicuña Redondo et al., 1983, p. 9).

## **1.4. Calidad De Agua**

Se puede considerar como una medida de la idoneidad del agua para un uso particular en función de determinadas características físicas, químicas y biológicas. Para determinar la calidad del agua, primero se miden y analizan las características del agua, como la temperatura, el contenido de minerales disueltos y la cantidad de bacterias. Las características seleccionadas se comparan con las normas y pautas numéricas para decidir si el agua es adecuada para un uso particular (Gali E., 2001, p. 1).

Según (Sierra Ramírez, 2011, p. 117) la calidad de un recurso hídrico depende del uso que se le quiera dar y ésta, a su vez, está determinada por los diferentes parámetros que caracterizan su calidad. Mientras que según, (Jaque Castellano y Potocí Guerrero, 2015, p. 16) esta depende de la presencia y cantidad de los contaminantes, y de los factores naturales o antropogénica a los cuales se ve expuesto el cuerpo hídrico, determinando así su calidad.

La calidad de un recurso hídrico se fundamenta en el uso que se le vaya a dar a esta, siendo el uso para consumo humano el que tiene mayores estándares de calidad, donde debe estar libre de minerales que causen efectos fisiológicos o biológicos no deseados, además de no poseer organismos patógenos, los cuales puedan afectar a la salud del consumidor.

### **1.5. Contaminación Del Agua**

La definición de la contaminación del agua es poco preciso, pero se puede definir como una modificación, generalmente, provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural (Gómez López, 2012, p. 2).

Según (BOE -Agencia Catalana de l'Agua, 1992, p. 1), se puede determinar como la acción y el efecto de introducir materias, o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

### **1.6. Contaminantes del Agua**

Los contaminantes más concurrentes en el agua son los compuestos químicos inorgánicos y orgánicos, materia orgánica, microorganismos patógenos, metales pesados, residuos sólidos, grasas y detergentes, entre otros. Según (Medina Medina y Andrade Riascos, 2009, p. 20) los contaminantes se clasifican en:

#### ***1.6.1. Contaminantes físicos.***

Alteran o perturban las propiedades organolépticas del agua (olor, color, sabor), afectando a la flora y fauna de la microcuenca y sus alrededores. Estos contaminantes en su mayoría se sedimentan, se diluyen o flotan, deteriorando así la calidad del recurso hídrico.

### ***1.6.2. Contaminantes químicos.***

Estos son compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua, proveniente de descargas urbanas, agrícolas e industriales. Los cuales afectan drásticamente las biocenosis, produciéndose también la eutrofización, reduciendo así la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua.

### ***1.6.3. Contaminantes biológicos.***

Se refiere a los organismos patógenos como: hongos, bacterias, protozoos, virus y parásitos, los cuales en contacto con el agua, se convierten en vectores para la transmisión de enfermedades, así también ayudan a la autorregeneración de las aguas debido al consumo de materia orgánica por parte de algunos organismos.

## **1.7. Consecuencias de la contaminación del Agua**

La preservación de la integridad de las fuentes de agua, entendida como el mantenimiento de su estructura y función, implica conservar el balance natural de sus condiciones químicas, físicas y biológicas como un todo. Aunque determinar el estado ambiental de los ríos y quebradas es difícil, para protegerlos o restaurarlos es fundamental conocer su estado actual, particularmente cuando la condición de referencia de las corrientes se desconoce y éstas han estado sujetas por largo tiempo a perturbaciones antropogénicas (Arango et al., 2008, p. 2).

La contaminación del agua afecta a la flora y fauna que habita en él, de esta manera los contaminantes se introducen en la cadena alimenticia, y van invadiendo la misma hasta llegar a los eslabones superiores, es decir, el ser humano. Al alimentarnos de los seres vivos que habitan en el agua contaminada, como por ejemplo el pescado y el marisco, ingerimos y acumulamos las toxinas que ellos consumieron, lo que tiene consecuencias fatales a largo plazo, como la aparición de enfermedades como alergias, o incluso cáncer (Calvopiña Galarza, 2015, p. 32). Además el agua puede convertirse en un vehículo transmisor de diversas enfermedades como la enfermedad diarreica aguda en el ser humano, sobretodo en la población más vulnerables (niños y ancianos) (Tarqui Mamani, 2016, p. 2).

Por lo que los culpables de la polución de los recursos hídricos somos los seres humanos, debido a nuestro consumismo desmedido para la producción de bienes y servicios, descargando el agua utilizada sin previo tratamiento, residuos sólidos, y demás contaminantes que disminuyen la calidad del agua.



## 1.8. Índice de la Calidad del Agua (ICA/WQI)

El índice de calidad de agua (ICA) es una herramienta que permite identificar la calidad de agua de un cuerpo superficial o subterráneo en un tiempo determinado. Se lo define como una expresión simple de una combinación más o menos compleja de múltiples parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que sirven como expresión de la calidad del agua; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color (Torres et al., 2009, p. 4).

Por medio del ICA se puede realizar un análisis general de la calidad del agua en diferentes niveles, y determinar la vulnerabilidad del cuerpo frente a amenazas potenciales. Esta herramienta surge como una alternativa para la evaluación del recurso hídrico permitiendo que los procesos de formulación de políticas públicas y seguimientos de los impactos sean más eficaces (Cahorodríguez y López-Barrera, 2017, p. 3).

## 1.9. Método de Valoración del (ICA-NSF)

El índice de calidad fue desarrollado por la Fundación Nacional de Saneamiento (NFS) de estados unidos en 1970, basados en la estructura del índice de Norton y el uso de la técnica de investigación Delphi (Universidad de Pamplona, n.d., p. 5).

Este índice se utiliza para conocer la calidad del agua del río, lago, laguna o fuente hídrica en estudio, donde estipula el grado de contaminación del agua según la fecha de muestreo, se determina cambios y alteraciones producidas según la trayectoria de los cuerpos de agua de acuerdo a su tiempo de vida. WQI según sus siglas en inglés, da una valoración del agua pura, es decir que un ICA aproximado a 100% es indicador de un agua en condiciones óptimas, sin embargo un valor de ICA cercano a 0 cero nos da a conocer que son aguas contaminadas. Previo al análisis de los 9 parámetros de las muestras de agua se calcula el valor teórico de cada uno mediante el *software libre calculating NSF WQI* (Narváez y Elizabeth, 2016, p. 26).

Para el cálculo del índice de calidad de agua se toma en cuenta los siguientes 9 parámetros:

**Tabla 1-1:** Parámetros para el cálculo del ICA - NSF





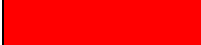
Variable	Peso	Unidad
Cambio de Temperatura	0,10	°C
Coliformes Fecales	0,16	NMP/100ml
Demanda Bioquímica de Oxígeno	0,11	mg/L

Fosfato Total	0,10	mg/L
Nitratos	0,10	mg/L
Oxígeno Disuelto	0,17	% Saturation
pH	0,11	-
Sólidos Totales Disueltos	0,07	mg/L
Turbiedad	0,08	NTU

Fuente: (Universidad de Pamplona, n.d., p. 46).

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

**Tabla 2-1:** Rangos de clasificación según el ICA - NSF

Denotación	Rango	Color
Excelente	91-100	
Buena	71-90	
Media	51-70	
Mala	26-50	
Muy Mala	0-25	

Fuente: (Universidad de Pamplona, n.d., p. 47).

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

### 1.10. Clasificación del ICA según los Usos del Agua

Los recursos hídricos presentan cierta calidad de agua, y depende de esta se la puede designar diferentes usos (León Carrasco, 2014, p. 106).

En la siguiente tabla se presenta la clasificación del índice de calidad en función a sus usos.

**Tablas 3-1:** Escalas de clasificación del ICA en función del uso

ICA	Criterio General	Abastecimiento Público	Recreación	Pesca y Vida Acuática	Industrias y Agrícola
100	No contaminado	No requiere purificación	Aceptable para cualquier deporte acuático	Aceptable para cualquier deporte acuático	No requiere purificación
95					
90		Ligera purificación			Ligera purificación para algunos procesos
85					
80	Aceptable	Mayor necesidad de tratamiento	Aceptable excepto	Sin tratamiento	
75					
70					
65	Poco contaminado				
60					

			Aceptable pero no recomendable	especies sensibles	para la industria normal	
55				Dudoso especies sensibles		
50	Contaminado					
45		Dudoso	Dudoso para el contacto directo	Solo organismos resistentes	Tratamiento en la mayor parte de la industria	
40						
35			Sin contacto con el agua			
30	Altamente contaminado	No aceptable				
25				Señal de contaminación		Uso restringido
20					No aceptable	No aceptable
15						
10				No aceptable		
5						
0						

Fuente: (León Carrasco, 2014, p. 106).

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

### 1.11. Parámetros a considerar en el Índice de la Calidad del Agua (ICA - NSF)

Los parámetros citados en este apartado se basan en los parámetros utilizados en el método del índice de calidad de agua (ICA - NSF), donde se describe sus características, y los efectos que tienen las variaciones de estos parámetros en las aguas de los ríos.

#### 1.11.1. Parámetros físicos - químicos

##### 1.11.1.1. Cambio de Temperatura ( $\Delta T$ )

Debido a las fluctuaciones del clima los cuerpos de agua, presentan variaciones de temperatura a lo largo de la trayectoria. La temperatura del agua determina la distribución de los organismos y está influenciada por diferentes aspectos como: latitud, altitud, variaciones climáticas, hora del día, circulación de aire, nubosidad, profundidad y concentración de muchas variables (Alberto et al., 2005, pp. 76).

#### *1.11.1.2. Sólidos Totales Disueltos (TDS)*

Los sólidos totales disueltos afectan la penetración de luz en la columna de agua, lo cual perturba directamente a la fotosíntesis que se realiza en el agua, por lo que este en altas cantidades puede cambiar la calidad de la fuente hídrica, provocando que esta tenga un sabor amargo a metal o salado (Alberto et al., 2005, p. 82)

Estos afectan la calidad del agua en diferentes formas: agua con alta concentración de sólidos disueltos generalmente son de baja potabilidad. Altos contenidos de minerales son perjudiciales para muchas aplicaciones industriales. El análisis de los sólidos es importante para el control de procesos de tratamientos físicos y biológicos de aguas residuales y para asegurar el cumplimiento de las normas legales vigentes (Carvajal et al., 2010, p. 44).

#### *1.11.1.3. Turbiedad*

Es producida por materiales en suspensión presentes en el cuerpo de agua, como: arena, arcilla, materia orgánica e inorgánica, compuestos orgánicos solubles, plancton y otros organismos microscópicos, las cuales varían en tamaño, desde partículas coloidales hasta partículas gruesas (León Carrasco, 2014, p. 78). Su presencia disminuye la producción de oxígeno por fotosíntesis, restringe los usos del agua, indica deterioro estético del cuerpo de agua, interfiere en la desinfección (Sierra Ramírez, p.82).

#### *1.11.1.4. Potencial de hidrógeno (pH)*

Es un parámetro importante de la variación en la calidad del agua y está influenciado por los procesos biológicos y químicos dentro del cuerpo de agua y todos los procesos asociados con el suministro y tratamiento de aguas (Alberto et al., 2005, p. 82). Expresa la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua, el cual se mide en una escala logarítmica inversa basada en la concentración de iones de hidrógeno que va desde el 0 al 14, donde 0 es extremadamente ácido y 14 extremadamente alcalina, en tanto que 7 es un valor neutro (Carlos Alberto Sierra Ramírez, 2011, p.82).

#### *1.11.1.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)*

Es el parámetro más utilizado para la determinación del contenido de materia orgánica de una muestra de agua. La DBO se mide determinando la cantidad de oxígeno que requieren los

microorganismos heterotróficos (bacterias principalmente) para degradar, oxidar, estabilizar, etc. la materia orgánica (Carlos Alberto Sierra Ramírez, 2011, p.74)

Esencialmente, la DBO es una medida de la cantidad de oxígeno usado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C y los resultados se reportan en mg/L de oxígeno consumido (Gaitan, 2007, p. 2).

#### *1.11.1.6. Nitratos ( $NO_3^-N$ )*

El nitrato es parte integral del ciclo del nitrógeno en el ambiente acuático y terrestre. Las fuentes de nitratos son las plantas de tratamiento de aguas servidas, escorrentía de campos de cultivos, fallas de los pozos sépticos, descargas industriales, fertilizantes, plantas en descomposición, residuos orgánicos, estiércol y otros (Moreno C et al., 2015, p. 3).

Los nitratos ( $NO_3^-N$ ) son compuestos inorgánicos que resultan de la combinación de un átomo de nitrógeno y tres de oxígeno, son esenciales para las plantas, pero cuando entran en exceso a los ecosistemas acuáticos pueden provocar serios problemas. El exceso de este junto con el fósforo puede acelerar la eutrofización, provocando el crecimiento excesivo de plantas, que a la vez afectan a los animales que viven en los ríos. Además, el exceso de nitratos afecta el oxígeno disuelto en el agua provocando hipoxia (bajos niveles de oxígeno disuelto), la temperatura y otros parámetros, llegando a ser tóxico para animales cuando las concentraciones son mayores a 10mg/l. (Jaque Castellano y Potocí Guerrero, 2015, p. 46)

#### *1.11.1.7. Fosfatos ( $PO_4^{3-}$ )*

El fósforo se encuentra naturalmente en las rocas y otros depósitos minerales. Durante el proceso natural de la intemperie, las rocas liberan gradualmente el fósforo como iones fosfatos que son solubles en agua y la descomposición de los compuestos de fosfato mineralizado, quedando disponible para que pueda ser absorbido por las plantas y animales (Brian, 2019, p. 1).

Los fosfatos también se encuentran en los fertilizantes y detergentes, los cuales pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas residuales, los mismos que en contacto con el agua se vuelven nutrientes para las plantas y en conjunto con los nitratos generan la llamada eutrofización, afectando la vida acuática por la disminución del oxígeno (Villamar, 2018, p. 6).

#### *1.11.1.8. Oxígeno Disuelto (OD)*

El OD es uno de los principales indicadores de contaminación de aguas. Los bajos niveles de OD son principalmente causados por la presencia de materia orgánica o de material inorgánico parcialmente oxidado. En ambos casos, se presenta una demanda de oxígeno, ya sea para la respiración de los organismos capaces de digerir la materia orgánica o por la oxidación de los compuestos inorgánicos. Tal demanda puede agotar o disminuir el OD apreciablemente. El OD en las aguas limpias, no sujetas a demandas de OD, tiene concentraciones de equilibrio que dependen de la presión atmosférica y de la temperatura del agua (unal.edu.co, 2019, p. 3).

La determinación analítica del OD se debe realizar de inmediato y en el lugar de la toma de muestra (in situ). El oxígeno disuelto puede ser expresado ya sea como una concentración (en mg/L), que es un valor absoluto, o como porcentaje de saturación, que es una expresión de la proporción de oxígeno disuelto en el agua en relación con la concentración máxima que puede disolverse a una temperatura, presión, y salinidad particular (Ministerio de ecología y recursos naturales renovables de provincia de misiones, 2014, p. 12).

El Oxígeno Disuelto (OD) es un parámetro crítico para caracterizar la salud de un sistema acuático. Esta es una medida del oxígeno disuelto en el agua el cual es aprovechable para los peces y otros organismos acuáticos (Corbet, 1999) citado en (Miranda Guevara, 2018, p. 31).

#### **1.11.2. Parámetros microbiológicos**

##### *1.11.2.1. Coliformes Fecales (CF)*

Las bacterias coliformes son una familia que se encuentran en las plantas, el suelo, el agua, en los intestinos y en las heces de los animales de sangre caliente y los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, son un subgrupo de las bacterias coliformes totales que se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. Los resultados se expresan como NMP, que equivale a indicar el número más probable de bacterias por cada 100 ml de la muestra de agua (Ramos Ortega et al., 2018, p. 2).

#### **1.12. Caudal (Q)**

El caudal de agua es la cantidad de volumen que circula por una sección específica de una tubería, quebrada, río o arroyo en un tiempo determinado (Frias y normas de colombia S.A.S., 2018, p. 1).

La medición del caudal o aforo, se puede desarrollar de diferentes formas y su elección depende del objetivo del monitoreo, la facilidad de acceso, tiempo, las tipologías de la fuente superficial a medirse, las características del sitio y las condiciones ambientales al momento de su realización (Corantioquia, 2014, pp. 4, 5).

### **1.13. Marco Legal del Agua en el Ecuador**

#### ***1.13.1. Constitución de la República del Ecuador (CRE).***

##### **a) Título II: Derechos.**

**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, **sumak kawsay**.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 71.-** La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y generación de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

**Art. 72.-** La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados.

##### **b) Título VI: Régimen de desarrollo**

**Art. 276.-** El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

Literal 4; Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

c) **Título VII:** Régimen de buen vivir.

**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de aguas (LEXIS, 2015, p. 13, 14, 36, 37, 122, 181).

**1.13.2. Código Orgánico Ambiental (COA).**

a) **TITULO II: DE LOS DERECHOS, DEBERES Y PRINCIPIOS AMBIENTALES**

**Art. 5.-** Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:

**Literal 4.** La conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

b) **TITULO I: DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**

**Art. 30.-** Objetivos del Estado. Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son:

**Literal 7.** Adoptar un enfoque integral y sistémico que considere los aspectos sociales, económicos, y ambientales para la conservación y el uso sostenible de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos, en coordinación con la Autoridad Única del Agua;

**CAPITULO V: CALIDAD DE LOS COMPONENTES ABIÓTICOS Y ESTADO DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS**

**Art. 191.-** Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto. Se dictarán y actualizarán periódicamente las normas técnicas, de conformidad con las reglas establecidas en este Código. Las instituciones competentes en la materia promoverán y fomentarán la generación de la información, así como la investigación sobre la contaminación atmosférica, a los cuerpos hídricos y al suelo, con el fin de determinar sus causas, efectos y alternativas para su reducción (*Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf*, 2018, pp. 12, 20, 55).



### *1.13.3. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.*

#### a) **TÍTULO II: RECURSOS HÍDRICOS**

**Art. 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes.-** El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

#### b) **TÍTULO III: DERECHOS, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES**

**Art. 57.- Definición:** El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

#### **CAPÍTULO III: DERECHOS DE LA NATURALEZA**

**Art. 64.- Conservación del agua:** La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

**d)** La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación.

**Artículo 78.- Áreas de protección hídrica.** Se denominan áreas de protección hídrica a los territorios donde existan fuentes de agua declaradas como de interés público para su mantenimiento, conservación y protección, que abastezcan el consumo humano o garanticen la soberanía alimentaria, las mismas formarán parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

El uso de las áreas de protección hídrica será regulado por el Estado para garantizar su adecuado manejo. El régimen para la protección que se establezca para las áreas de protección hídrica, respetará los usos espirituales de pueblos y nacionalidades. En el Reglamento de esta Ley se determinará el procedimiento para establecer estas áreas de protección hídrica, siempre que no se trate de humedales, bosques y vegetación protectores.

Cuando el uso del suelo afecte la protección y conservación de los recursos hídricos, la Autoridad Única del Agua en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados y las

circunscripciones territoriales, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica, con el fin de prevenir y controlar la contaminación del agua en riberas, lechos de ríos, lagos, lagunas, embalses, estuarios y mantos freáticos (Asamblea Nacional - República del Ecuador, 2014, pp. 6, 15, 16, 18).

#### ***1.13.4. Reglamento de la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.***

##### **a) LIBRO SEGUNDO: DOMINIO HÍDRICO PÚBLICO**

##### **TITULO I: DEL DOMINIO HÍDRICO PÚBLICO**

**Art. 64.- Zonas de Protección Hídrica: Extensión y Modificación.-** La zona de protección hídrica tendrá una extensión de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce o de la máxima extensión ordinaria de la lámina de agua en los embalses superficiales, pudiéndose variar por razones topográficas, hidrográficas u otras que determine la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional. La extensión indicada podrá modificarse en las siguientes circunstancias:

c) Cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes (Delgado, 2015, p. 22).

#### ***1.13.5. Acuerdo Ministerial No. 061: Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria.***

##### **a) SECCIÓN III: CALIDAD DE COMPONENTES ABIÓTICOS**

**Art. 209.- De la calidad del agua.-** Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores; dichos lineamientos se encuentran detallados en el Anexo I.

**Art. 210.-Prohibición.-** De conformidad con la normativa legal vigente:

b) Se prohíbe la descarga y vertido que sobrepase los límites permisibles o criterios de calidad correspondientes establecidos en este Libro, en las normas técnicas o anexos de aplicación; (Ministerio del Ambiente, 2015, p. 47).

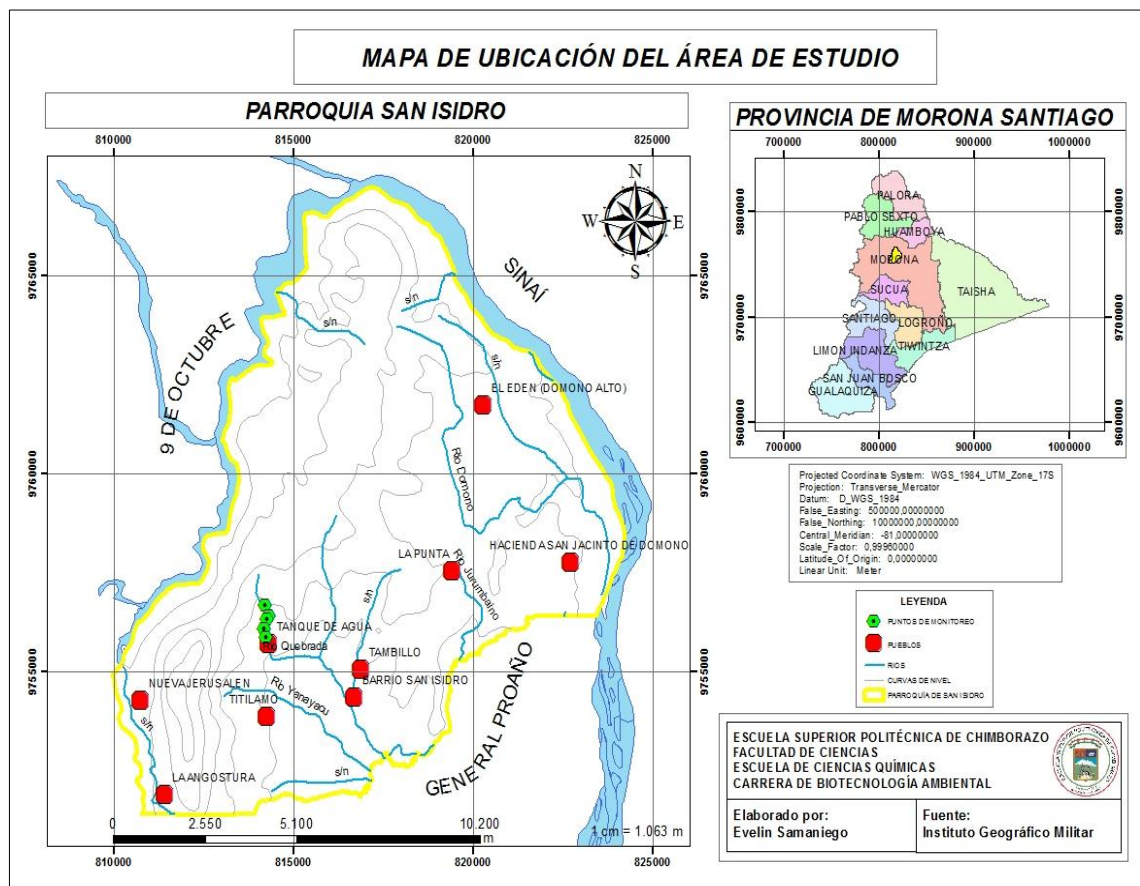
## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Unidad de estudio

##### 2.1.1. Localización

La presente investigación se realizó en la microcuenca del Río Quebrada de la Provincia de Morona Santiago, Cantón Morona, parroquia de San Isidro, perteneciente a la Sub Cuenca del Río Upano y Cuenca del Río Santiago, dicho cauce tiene una longitud aproximada de 8,78 km según el Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia en mención.



**Gráfico 1-2:** Ubicación del tramo de estudio del Río Quebrada.

Realizado por: Evelin Samaniego. 2019

## **2.2. Tipo de investigación**

El presente estudio es considerado como técnico debido a que busca un fin directo, el mismo que va a diagnosticar la calidad de agua del Río Quebrada, para evaluar puntos críticos y elaborar una propuesta de mitigación, para así poder conservar la calidad y prevenir la creciente contaminación de nuestro recurso hídrico.

El trabajo de titulación se desarrolla en la parroquia de San Isidro, cantón Morona, provincia de Morona Santiago, el cual se considera de tipo descriptivo, investigativo, diseño no experimental, documental, debido a que en esta investigación se realizó un análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua, y con los resultados obtenidos se determinó la calidad de la fuente hídrica.

Investigación de campo porque permite el reconocimiento del lugar de las vertientes y de los puntos de monitoreo y visualizar características topográficas del terreno. El análisis de agua se llevó a cabo en el Laboratorio de la planta de agua potable del Municipio del Cantón Morona y en el laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos (SAQMIC).

## **2.3. Línea base del lugar**

La línea base del sector define el área de influencia del proyecto, describiendo así todos los elementos del ambiente que se encuentra en dicho área, tomando en consideración los siguientes contenidos:

- Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo del Río Quebrada
- Descripción del medio físico
- Descripción del medio biológico
- Descripción del medio socioeconómico

## **2.4. Selección de los puntos de monitoreo**

Mediante un recorrido por el tramo en estudio se seleccionó los puntos de muestreo, identificando las características y actividades del lugar, ayudándonos con la información proporcionada por los moradores del sector. Se verificó el fácil acceso y que sea seguro para realizar el cálculo de caudales y toma de muestras en cada punto.

Los puntos de muestreo fueron geo-referenciados con un GPS utilizando el sistema UTM WGS84, utilizados para realizar un mapa con la ubicación detallada de los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Quebrada, siendo estos, los más representativos en la ejecución del proyecto.

Después de la inspección y recorrido respectivo se implantaron 5 puntos de monitoreo en el río Quebrada; los cuales cumplieron con las características para la toma de muestras físico-químicas, microbiológicas, y aptas para la medición de caudales, los cuales se describen a continuación:

- Punto de partida o blanco (RQPP), se ubicó en la parte alta de la microcuenca, donde la perturbación del medio es escasa, lo cual se evidencia en la extensión de la cobertura vegetal de la ribera, dicho punto se encuentra a una altura de 1352 msnm, aquí se determinó la calidad del agua por medio del índice de calidad del agua WQI de la NSF.
- Los tres puntos siguientes se localizaron a lo largo del curso hídrico, el cual atraviesa sembríos de pastos, donde se alimenta el ganado de los pobladores de la zona, por lo que, la calidad del río puede verse afectada, aquí se determinó la calidad del agua por medio del índice de calidad del agua WQI de la NSF. Cada uno de los puntos se ubican en zonas de corriente, quedando situadas de la siguiente manera:
  - ✓ El segundo punto RQP1 se sitúa a una altura de 1305 msnm, siendo un sector importante para la valoración del cambio de calidad del agua, debido que en este sitio existe intervención antrópica (ganadera), evidenciada en la pérdida de la vegetación de ribera, reemplazada por pasto, además del aporte de descargas ocasionadas por la escorrentía superficial, donde se determinó la calidad del agua por medio del índice de calidad del agua WQI de la NSF.
  - ✓ El tercer punto RQP2 se localiza a una altura de 1278msnm, donde se observan sembríos de plátanos y pasto a ambos lados de la ribera del cauce, en este punto se monitoreó la calidad de la fuente hídrica por medio del índice de calidad del agua WQI de la NSF.
  - ✓ En el cuarto punto RQP3, situado a una altura de 1261msnm, la vegetación ribereña es escasa, lo que incide en una mayor alteración del curso hídrico, donde se produce la unión del Río innominado al Quebrada, cuyo cauce aporta al caudal de este y las condiciones organolépticas mejoran, determinando la calidad del recurso por medio del índice de calidad del agua WQI de la NSF.
- El último punto RQP4, se localizó en la zona baja del tramo en estudio, localizado a una altura de 1236msnm, aguas arriba de la captación de la planta de potabilización de San Isidro, siendo éste el sitio idóneo para verificar el estado actual del río.

## 2.5. Caudales

Para la medición del caudal del Río Quebrada se utilizó el método del flotador, cuyo principio según (Vélez y Elizabeth, 2017, p. 48), consiste en la determinación de la velocidad que presenta un objeto, con capacidad de flotar y no presentar resistencia con el aire, y el área de la sección transversal del tramo en estudio, el cual sigue el sucesivo procedimiento:

### 2.5.1. Recolección de datos

**Selección del sitio:** En los diferentes puntos de monitoreo se seleccionó un tramo en el cual se consideró que el agua fluya naturalmente, además de que sea un tramo uniforme y que no existan obstáculos, que impidan el libre flujo del agua. Para dicho tramo se consideró una distancia de 10 a 20 metros aproximadamente.

**Área de la sección transversal:** en el tramo seleccionado fue necesario medir el ancho del río y dividirlo en subsecciones, dependiendo de este; es decir que a mayor ancho del río mayor número de subsecciones, y en la división de cada subsección se medirá la profundidad del agua.

**Medición de la velocidad:** se medirá la longitud que recorrió el flotador, luego se soltará el mismo en el inicio del tramo seleccionado y, mediante la utilización de un cronómetro se tomará el tiempo que tardo el flotador en recorrerlo. Se recomienda realizar 3 o más mediciones para luego obtener un promedio.

Para el cálculo del caudal se requiere de la utilización de un factor de corrección (fc) el mismo que está relacionado con la velocidad. Este valor se debe escoger de acuerdo al tipo de río o canal y la profundidad del mismo.

**Tabla 1-2:** Factor de corrección de acuerdo al tipo de río o canal y la profundidad

Tipo de canal o río	Factor de corrección (fc)
Canal revestido en concreto, profundidad del agua mayor a 15cm	0,8
Canal de tierra, profundidad del agua mayor a 15cm	0,7
Río o riachuelo, profundidad del agua mayor a 15cm	0,5

Ríos o canales de tierra, profundidades menores a 15cm	0,5 a 0,15
--	------------

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

**Fuente:** http: (Sánchez et al., 2010, p. 19)

### 2.5.1.1. Cálculos

#### **Velocidad media**

$$Vm = \frac{d * fc}{t} \quad \text{Ecuación 1-2}$$

Donde:

**d:** distancia recorrida del flotador, (m).

**fc:** factor de corrección, (0,5).

**t:** tiempo en el que el flotador recorre la distancia establecida, (s).

#### **Área**

$$A = hp * a \quad \text{Ecuación 2-2}$$

Donde:

**hp:** profundidad promedio (m).

**a:** ancho del río, (m)

#### **Caudal**

$$Q = A * Vm \quad \text{Ecuación 3-2}$$

Donde:

**A:** área de la sección, (m<sup>2</sup>)

**Vm:** velocidad media del agua, (m/s).

## 2.6. Muestreo

El muestreo en el río Quebrada se realizó tomando en cuenta los cinco puntos de monitoreo establecidos al inicio del estudio, en un periodo de tres meses consecutivos, se obtuvo muestras para análisis físico-químicos y microbiológicos, tomando en cuenta los protocolos de muestreos establecidos y considerando las condiciones particulares del lugar.

### 2.6.1. Tipo de muestreo

Se puede realizar un muestreo simple o puntual ya que las muestras recolectadas en cada punto del recurso hídrico representan información específica de la composición del cuerpo de agua, el tiempo y circunstancias en el momento de su recolección.

### ***2.6.2. Cantidad de muestra***

En cada estación de monitoreo del río Quebrada se tomaron las siguientes muestras:

- 100ml para el análisis microbiológico (Coliformes fecales, CF)
- 500ml para análisis físico-químicos (nitratos, fosfatos, pH, sólidos totales disueltos, turbiedad)
- 500ml para análisis físico-químicos (demanda bioquímica de oxígeno, DBO<sub>5</sub>)
- 250ml para análisis físico-químicos (Oxígeno disuelto, OD)

### ***2.6.3. Frecuencia de muestreo***

El muestreo se efectuó una vez al mes durante tres meses consecutivos, en los meses de julio, agosto y septiembre del año 2018, una muestra por cada punto de monitoreo.

### ***2.6.4. Pasos para el muestreo en el campo***

- Se identificó los puntos de muestreo, georreferenciando cada punto de muestreo con la ayuda del GPS.
- Se preparó los materiales para el muestreo.
- Se tomó datos del lugar y sus características mediante observación directa y fotografías.
- Se prosiguió al llenado de recipientes sumergiendo el envase de forma contraria al flujo, evitando la inclusión de aire, esto de acuerdo al tipo y cantidad que se requiere para cada análisis.
- Se homogenizó el envase.
- Luego se codificó la muestra (fecha y hora del muestreo, tipo de análisis, nombre del responsable, parámetros in situ, coordenadas).
- Se analizó los parámetros in situ.
- Se selló cada uno de los envases con la muestra respectiva.
- Se preservó y transportó la muestra a los laboratorios para realizar los análisis.
- La información fue registrada en una libreta para posteriormente ingresarla en una hoja de cálculo.



### ***2.6.5. Conservación y transporte de muestras***

Una vez recolectadas las muestras en los diferentes puntos de monitoreo, fueron colocadas en un cooler previamente condicionado con hielo para la conservación de estas y que no exista alteraciones en los resultados de cada muestra, para su posterior transporte hacia los laboratorios para ser analizados.

### ***2.6.6. Análisis de muestras***

Las muestras fueron analizadas en dos laboratorios:

- **Laboratorio de la planta de agua potable del Municipio del Cantón Morona:** en este laboratorio se analizaron las muestras recolectadas en los meses de julio y agosto; por la falta de dotación de equipos no se cuentan con los dispositivos para la determinación del oxígeno disuelto (OD), ni para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), por lo que solo se analizaron los siguientes parámetros: temperatura, pH, sólidos totales disueltos (STD), turbiedad, nitratos (NO<sub>3</sub>-N), fosfatos (PO<sub>4</sub>) y los coliformes fecales (CF).
- **Laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos (SAQMIC):** este es un laboratorio privado, ubicado en la ciudad de Riobamba, el cual presta servicios de análisis de agua, suelos, etc. En el cual se mandó a analizar los parámetros restantes que son: oxígeno disuelto (OD) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), de los dos primeros meses de monitoreo, y todos los 9 parámetros en el último mes de muestreo que fue en septiembre.

## **2.7. Caracterización físico – químicos y microbiológico**

Los parámetros a analizar se los realizó tanto en el laboratorio como “in-situ”. En el muestreo para las determinaciones físicas y químicas se usaron recipientes estériles de polietileno de alta densidad y de vidrio, como lo indica la NTE INEN 2169:2013. Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras; mientras que para las determinaciones microbiológicas se usaron recipientes estériles de tapa rosca de 100 mL.

En cuanto a la etiqueta en los recipientes, fue clara y estable, donde se registró el código de la muestra, ubicación exacta del punto de monitoreo, nombre del cuerpo de agua, hora y fecha de la toma; nombre del muestreador, tipo de análisis a realizarse, tipo de muestra y además los

parámetros que fueron medidos “in situ”, para evitar confusiones y ambigüedades en el laboratorio.

Para el manejo, transporte y conservación de las muestras se utilizó un cooler con hielo que mantuvieron la temperatura menor a 4°C y 5°C hasta el momento de llegar al laboratorio para efectuar los respectivos análisis, según lo estipula la NTE INEN 2169:2013. Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras.

**Tabla 2-2:** Parámetros analizados “in situ”

Parámetro	Abreviatura	Unidad
Temperatura	T	°C

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

**Tabla 3-2:** Parámetros analizados en el laboratorio

Parámetro	Abreviatura	Unidad
Potencial de hidrógeno	pH	-
Turbiedad		NTU
Sólidos Disueltos Totales	STD	mg/L
Fosfatos	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L
Nitratos	NO <sub>3</sub> -N	mg/L
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L
Coliformes fecales	CF	NMP/100mL

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

## 2.8. Calidad del agua (ICA)

Con los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos y microbiológicos se realizó el cálculo del índice de calidad del agua de cada muestra en los diferentes puntos de monitoreo, con el *software libre calculating NSF WQI* que proporcionó el valor directo del ICA y que fueron comparados con la **tabla 1:** Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico, DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA (ver Anexo J).

La calidad del agua se determina en una escala de 100 puntos que se resumen en los resultados de un total de nueve parámetros diferentes:

- Oxígeno disuelto (OD)
- Coliformes fecales (CF)
- Potencial de hidrógeno (pH)
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- Cambio de temperatura (ΔT)
- Fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)
- Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N)
- Turbidez
- Sólidos Disueltos Totales (STD)

## 2.9. Métodos de análisis

**Tabla 4-2:** Métodos, Equipos y procedimientos de análisis para cada parámetro

Parámetro	Método / Equipo	Procedimiento
pH	HACH sensION1 pH-metro digital portátil	Lectura directa (electrodo).
Turbidez	HACH 2100 P	Lectura directa para turbiedad hasta 2,50 NTU.
Sólidos Disueltos Totales	HACH sensION1	Lectura directa (electrodo).
Fosfatos	Espectrofotómetro HACH DR 2800	Se programa en el espectrofotómetro para el análisis de fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ), se toma 10 mL de muestra y se coloca el reactivo, se agita y se deja reposar durante 2 minutos finalmente se encera con el blanco de 10 mL y se mide.
Nitratos	Espectrofotómetro HACH DR 2800	Se programa en el espectrofotómetro para el análisis de nitratos (NO <sub>3</sub> ), se toma 10 mL de muestra y se coloca el reactivo, se agita y se deja reposar por 1 minuto, luego en presencia del reactivo se deja actuar 5 minutos más, finalmente se encera con el blanco de 10 mL y se mide.
Coliformes Fecales	Incubadora MAMMERT	Se sigue los pasos del método de tubos múltiples INDOL.

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

El Oxígeno Disuelto (OD) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), fueron analizados en el Laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos (SAQMIC), los resultados se ilustran en el (Anexo H). Durante el tiempo de monitoreo se enviaron las muestras de agua para el análisis de cada parámetro en un contenedor hermético (cooler) con hielo, de manera que no exista alteraciones de las características de la muestra hasta el momento de ser analizadas.

## 2.10. Equipos, materiales y reactivos utilizados en el campo y en el laboratorio

**Tabla 5-2:** Equipos y materiales utilizados en campo

<b>EQUIPOS</b>	<b>MATERIALES</b>
GPS GARMIN MONTANA	Flotador
Flexómetro	Envases de plástico y vidrio
Cronómetro	Guantes
Regla	Toallas absorbentes
Cooler	Mandil
Cámara	Cinta adhesiva
Calculadora	Carpeta, esferos
Termómetro	Mascarilla

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

**Tabla 6-2:** Equipos, materiales y reactivos utilizados en el laboratorio

<b>EQUIPOS</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>REACTIVOS</b>
pH metro OAKTON	Buretas, picetas, peras, celdas	PhosVer 3 (HACH) – reactivo para fosfatos
Colorimeter DR/890 (HACH)	Vasos de precipitación, Tubos de ensayo	NitraVer 5 (HACH) – Reactivo para nitratos
Turbidímetro 2100 Q (HACH)	Erlenmeyer, Pipetas, gradillas, mechero	Agua destilada
Incubadora MAMMERT	Guantes de latex	Alcohol
Conductímetro SENSION 5 (HACH)	Libreta, esfero	Fluorocult

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

## **2.11. Propuesta de mitigación**

En esta actividad se procedió a identificar las fuentes de contaminación mediante recorridos y observaciones directas en el área de estudio, evidenciando la situación del cauce. En donde se dió énfasis a las actividades que se realizan tales como: cultivos de pasto y agrícola, ganadería, bosque, cubierta vegetal y toda actividad antrópica que afecta a la calidad del Río Quebrada, las mismas que fueron registradas en un formulario (ver Anexo C), el cual fue elaborado mediante una lista de acciones y aspectos ambientales relevantes de posibles impactos existentes en el cauce hídrico.

Con lo cual se elaboró una propuesta de mitigación en los puntos que tienen menor calidad de agua en la zona de estudio, generando alternativas para el uso y manejo adecuado de los recursos naturales para mejorar o conservar la calidad del agua, en el cual se propuso los siguientes programas:

- Programa de Ordenamiento y Planificación Territorial
- Programa de Educación Ambiental (PEA)
- Programa de reforestación
- Programa de control y seguimiento

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN






#### 3.1. Levantamiento de la línea base del sector

Para realizar esta actividad dentro de la investigación, se adquirió la información más actualizada, que es la del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del año 2015-2019 de la parroquia San Isidro.

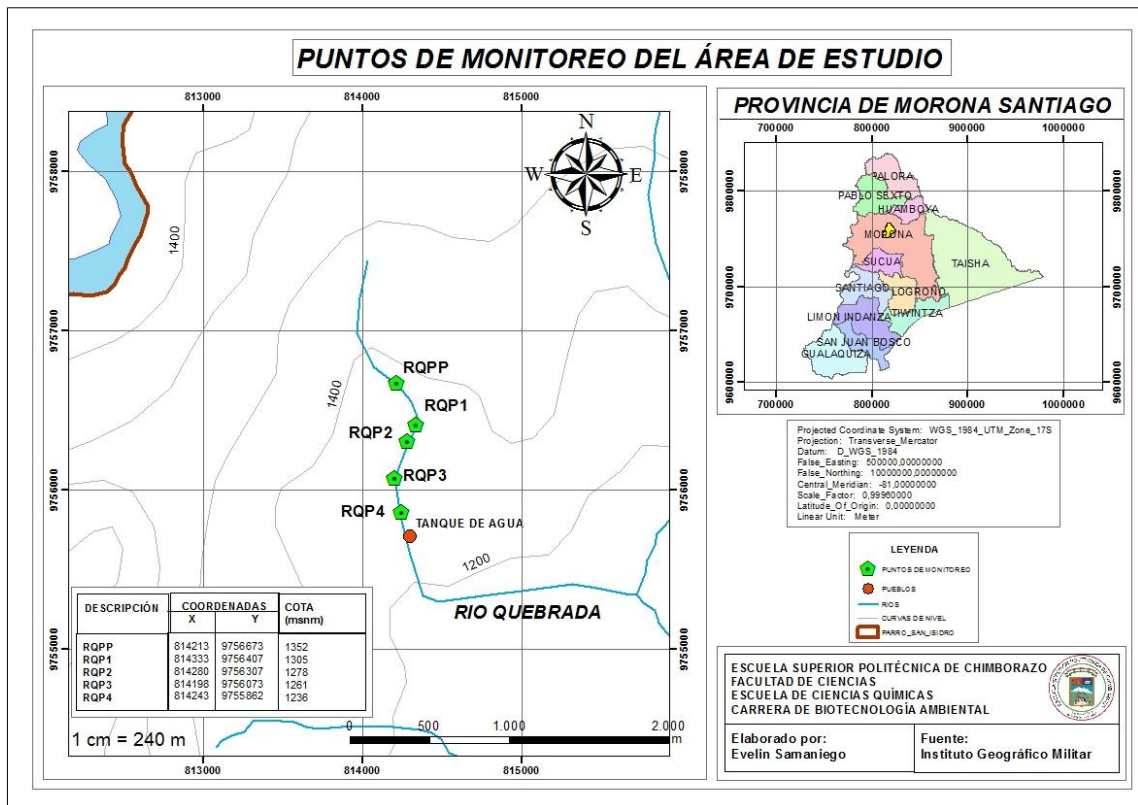
##### 3.1.1. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo en el Río Quebrada

El tramo (RQPP-RQP4) del Río Quebrada está ubicado en la Región Amazónica, Provincia de Morona Santiago, Cantón Morona, parroquia de San Isidro, perteneciente a la Sub Cuenca del Río Upano y Cuenca del Río Santiago, donde los puntos de monitoreo quedaron localizados en las coordenadas UTM (WGS84) que se registran a continuación en la **tabla 1-3** y se pueden observar en el **gráfico 1-3**:

**Tabla 1-3:** Ubicación de los puntos de monitoreo en el Río Quebrada

ESTACIÓN		COORDENADAS UTM (WGS84), Zona 17 Sur			
		LATITUD Y	LONGITUD X	ALTURA m.s.n.m.	SIMBOLOGÍA
RQPP	Río Quebrada, Punto de partida	9756673N	814213E	1352	
RQP1	Río Quebrada, Punto 1	9756407N	814333E	1305	
RQP2	Río Quebrada, Punto 2	9756307N	814280E	1278	
RQP3	Río Quebrada, Punto 3	9756073N	814198E	1261	
RQP4	Río Quebrada, Punto 4	9755862N	814243E	1236	

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019



**Gráfico 1-3:** Ubicación de los puntos de monitoreo en el Río Quebrada

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

### 3.1.2. Descripción del medio físico

#### a. Climatología

Según la clasificación de Holdridge y la de Pourrut en la Parroquia de San Isidro la categorización ecológica de esta región bioclimática corresponde a la formación Piemontano y Montano Bajo, característicos de lugares con temperaturas que oscilan entre 16 y 22°C, con alturas entre 250 a 1900 msnm, y con precipitaciones entre 1500 y 3000 milímetros, con lo cual se identificaron dos tipos de clima propios de este medio, que según (Noguera, 2008, p. 45) son: **Muy Húmedo Subtropical (MHSt)** y **Húmedo Subtropical (HSt)**

#### a) Precipitación

En la zona de estudio las precipitaciones son elevadas y se producen durante la mayor parte del año, tan solo se cuenta con breves periodos de verano repartidos indistintamente durante el año, siendo el área con mayores precipitaciones el sector de la cordillera Domono Alto, Río Upano y la Comunidad El Edén (Noguera, 2008, p. 42).

## **b) Temperatura**

Según los datos proporcionados por el MAGAP-SENPLADES-SNI, en la parroquia en estudio se han identificado 3 rangos de temperatura que van desde 16°C hasta los 22°C, determinando que el 68,84% del territorio se encuentra en un rango de 18-20 °C que corresponde a la parte central de la parroquia abarcando la cabecera parroquial de San Isidro, comunidad el Edén y el valle de la Cordillera Yungallí ; el 26,42% del territorio se encuentra en un rango de temperatura de 16-18 °C ubicando al Oeste el centro parroquial al límite con la parroquia 9 de Octubre y el 4,76% del territorio Corresponde a un rango de temperatura de 20-22 °C área ubicada en la parte este en dirección del Río Upano y límite con la Parroquia Sevilla Don Bosco (Noguera, 2008, p. 44).

## **b. Hidrología**

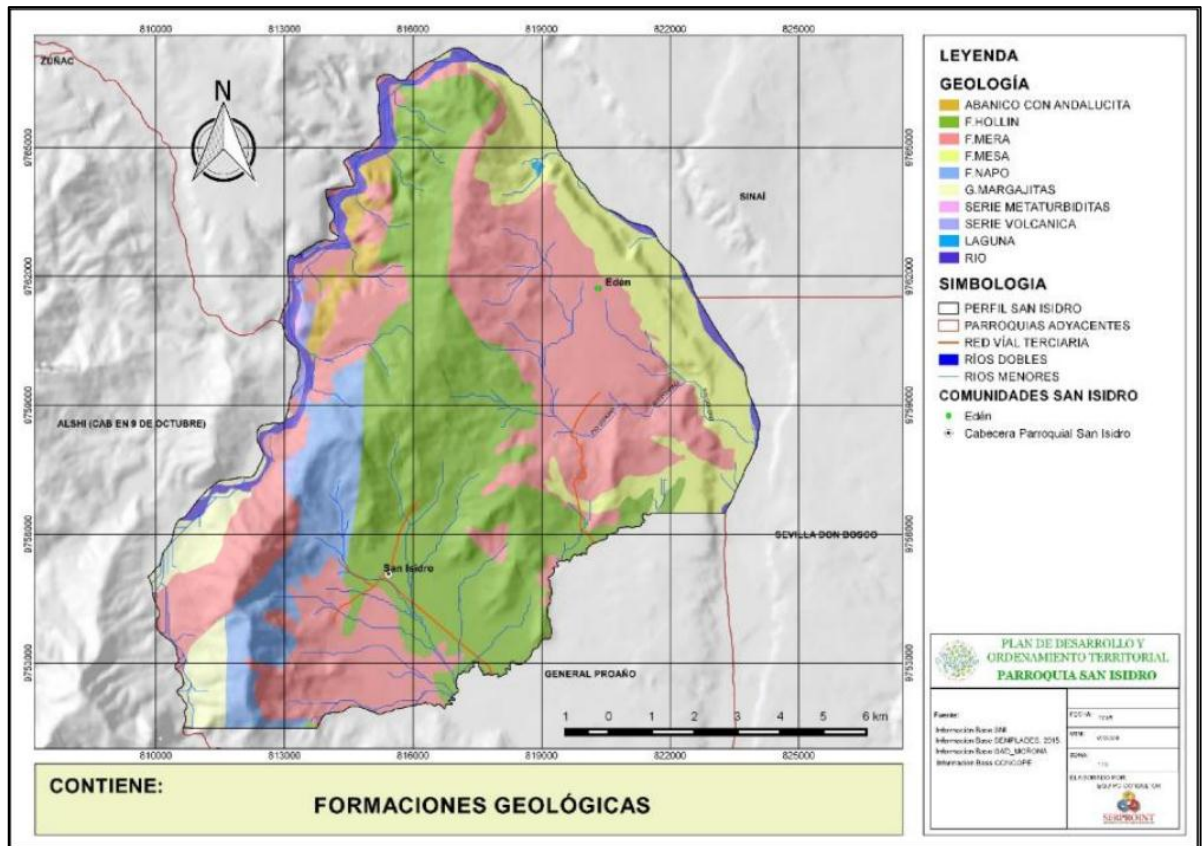
La red hidrológica de la Parroquia San Isidro, pertenece al sistema fluvial de la cuenca hidrográfica del Río Santiago y Sub cuenca del Río Upano. Según la información proporcionada por la SENPLADES y GAD Morona se han podido identificar dos ríos principales en la Parroquia: Río Upano que sirve de límite natural con las parroquias vecinas del cantón (9 de Octubre, Sinaí y Sevilla) con una longitud aproximada de 32,67 km y un área aproximada al interior de la parroquia de 2,33km<sup>2</sup> y el Río Abanico con una longitud aproximada de 4.39km y un área aproximada al interior de la parroquia de 0,15km<sup>2</sup>.

El río Quebrada atraviesa la cabecera parroquial en sentido Noroeste-Sureste, sus aguas son utilizadas para el consumo humano y abastece de agua potable a San Isidro, Proaño y Macas. Según datos obtenidos en la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), en la Parroquia existe una autorización de uso y aprovechamiento del agua destinado para consumo humano con un caudal de 59,45l/s (Noguera, 2008, p. 50).

## **c. Geología**

Según el Sistema Nacional de Información (SIN), en la parroquia de San Isidro se identificaron 8 formaciones geológicas o grupos geológicos que indican el tipo de minerales, rocas, sedimentos, fósiles, asociados o materiales presentes en una determinada zona y grupos macizos, como lo muestra el gráfico a continuación:





**Gráfico 2-3:** Mapa de las Formaciones Geológicas de la Parroquia de San Isidro.

Fuente: PDYOT-SAN ISIDRO, 2015

#### d. Suelo y usos

La mayor proporción de los suelos del área en estudio, están formadas por terrazas de conglomerados (areniscas tobáceas y arcillas) y terrazas por depósitos jóvenes, compuesta por areniscas blancas cuarzosas masivas de color blanco, y otro tipo de suelo donde están compuestos por materiales de origen intrusivo, volcánico y sedimentario, de poco a moderadamente meteorizados, dando como resultado suelos de texturas franco-arenosas, franco-arcillosas o franco-arcillo-arenosas, por lo que se podría decir que el área de estudio se encuentra bajo vegetación tipo arbórea poco intervenida. (Noguera, 2008, p. 15).

Cabe indicar que los suelos no presentan las condiciones óptimas para una excelente productividad sin embargo en la Parroquia las principales especies que cultivan los agricultores están: plátano, banano, orito, cítricos, naranjilla, piña, cacao, café, caña, yuca, papa china, maíz, cebolla, pasto gramalote; debiéndose anotar que la mayoría de las fincas conservan huertos agroforestales, los que tienen una gran variedad de plantas que van desde herbáceas hasta arbóreas, contribuyendo con la seguridad alimentaria de las familias. (Noguera, 2008, p. 35).

### 3.1.3. Descripción del medio biológico

Ecuador es una de las naciones más pequeñas de Sudamérica, la mega diversidad biológica que posee es de 70% de las especies animales y vegetales del planeta, por lo que le ha convertido en uno de los países más ricos del mundo en cuanto a hábitats, microclimas, ecosistemas, vegetación, fauna, y recursos genéticos se refiere (Navarrete Bastidas, 2005, p. 12).

#### a. Flora

La Amazonía ecuatoriana presenta una gran variedad de ecosistemas por estar ubicada en una zona de transición entre la cordillera oriental de los Andes y el llano amazónico, condición que hace que este ecosistema sea uno de los más ricos en diversidad y endemismo del Ecuador y el mundo.

En la Parroquia San Isidro según el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental realizado en el año 2012 por Ministerio del Ambiente, a través de la Subsecretaría de Patrimonio Natural; se pudo determinar que existen 5 ecosistemas tal como: Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes ocupa 34,23km<sup>2</sup> que representan el 26,62%; Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes ocupa 15,77km<sup>2</sup> que representan el 12,26% del territorio parroquial; el porcentaje del territorio parroquial restante, está conformado por tierra agropecuaria, zona antrópica y otras áreas.

**Tabla 2-3:** Flora de la parroquia de San Isidro

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma biológica
Sacha pelma	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	Araceae	Herbácea
Chonta	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Arecaceae	Árbol
Pambil	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	Árbol
Chilco	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	Asteraceae	Arbolito
Copal	<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H.J. Lam	Burseraceae	Árbol
Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Árbol
Achotillo	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Clusiaceae	Árbol
Camote	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Convolvulaceae	Herbácea
Caña agria	<i>Costus</i> sp.	Costaceae	Herbácea

Chontilla	<i>Cyathea sp.</i>	Cyatheaceae	Arbolito
Paja toquilla	<i>Carludovica palmata Ruiz &amp; Pav.</i>	Cyclanthaceae	Herbácea
Sangre de drago	<i>Croton lechleri Müll. Arg.</i>	Euphorbiaceae	Árbol
Guaba bejuca	<i>Inga edulis Mart.</i>	Fabaceae	Árbol
Guaba	<i>Inga sp. 1 Y 2</i>	Fabaceae	Arbolito
Platanillo	<i>Heliconia sp.</i>	Heliconiaceae	Herbácea
Canelo	<i>Nectandra sp.</i>	Lauraceae	Árbol
Canelo	<i>Ocotea cernua (Nees) Mez.</i>	Lauraceae	Árbol
Aguacatillo	<i>Persea sp.</i>	Lauraceae	Árbol
Balsa blanca	<i>Heliocarpus americanus L.</i>	Malvaceae	Árbol
Balsa	<i>Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.</i>	Malvaceae	Árbol
Cedro	<i>Cedrela odorata L.</i>	Meliaceae	Árbol
Plátano	<i>Musa xparadisiaca L.</i>	Musaceae	Árbol
Guayaba	<i>Psidium guajava L.</i>	Myrtaceae	Árbol
Orquidea	<i>Sobralia rosea Poepp. &amp; Endl.</i>	Orchidaceae	Herbácea
Matico	<i>Piper lanceifolium Kunth</i>	Piperaceae	Arbusto
Carrizo	<i>Arundo donax L.</i>	Poaceae	Herbácea
Gramalote	<i>Axonopus scoparius (Flüggé) Kuhl.</i>	Poaceae	Herbácea
Guadua	<i>Guadua angustifolia Kunth</i>	Poaceae	Árbol
Setaria	<i>Setaria sphacelata (Schumach.) Stapf &amp; C.E. Hubb. ex M.B. Moss</i>	Poaceae	Herbácea
Pasto guatemala	<i>Tripsacum laxum Nash</i>	Poaceae	Herbácea
Limón	<i>Citrus limonum Risso</i>	Rutaceae	Árbol
Caimito	<i>Pouteria caimito (Ruiz &amp; Pav.) Radlk.</i>	Sapotaceae	Árbol
Naranjilla	<i>Solanum quitoense Lam.</i>	Solanaceae	Arbusto
Guarumbo	<i>Cecropia angustifolia Trécul</i>	Urticaceae	Árbol
Guarumbo	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Urticaceae	Árbol
Ortiga	<i>Urera baccifera (L.) Gaudich. ex Wedd.</i>	Urticaceae	Arbusto
Ortiga de palo	<i>Urera caracasana (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.</i>	Urticaceae	Arbusto

Fuente: (Noguera, 2008, p. 52)

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

## b. Fauna silvestre

**Tabla 3-3:** Fauna silvestre de la parroquia de San Isidro

Orden	Nombre común	Nombre científico	Familia	Tipo
Artiodactyla	Sajino	<i>Pecari tajacu</i>	Tayassuidae	Mamífero
Carnivora	Zorrillo	<i>Conepatus semistriatus</i>	Mephitidae	Mamífero
	Abejas	<i>Apis mellifera</i>	Apidae	Insecto
Chiroptera	Murciélago	<i>Phyllostomidae</i>	Sturnira oporphilum	Mamífero
Cingulata	Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Dasypodidae	Mamífero
Didelphimorphia	Zorro	<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphidae	Mamífero
	Colibrí	<i>Colibri coruscans</i>	Trochilidae	Aves
Passeriformes	Golondrina	<i>Notiochelidon.c.patagonica</i>	Hirundinidae	Aves
Rodentía	Guatusa	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Dasyproctidae	Mamífero
Rodentía	Ardilla	<i>Microsciurus flaviventer</i>	Sciuridae	Mamífero
	Lagartija	<i>Psammodromus hispanicus</i>	Lacertidae	Reptil
Columbiformes	Paloma	<i>Columba livia</i>	Columbidae	Aves
Anura	Rana	<i>Pelophylax perezii</i>	Ranidae	Anfibio
Falconiformes	Gallinazo Negro	<i>Coragyps atratus</i>	Cathartidae	Aves
Piciformes	Carpintero Lineado	<i>Dryocopus lineatus</i>	Picidae	Aves
Psittaciformes	Loro	<i>Pionus menstruus</i>	Psittacidae	Aves
Psittaciformes	Periquito	<i>Pyrrhura melanura</i>	Psittacidae	Aves

Fuente: (Nugra, 2016, p. 38)

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

## c. Fauna doméstica

**Tabla 4-3:** Fauna doméstica de la parroquia de San Isidro

Nombre común	Nombre científico	Familia	Tipo
Cerdo	<i>Sus scrofa domestica</i>	Suidae	Mamífero
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Leporidae	Mamífero
Cuy	<i>Cavia porcellus</i>	Caviidae	Roedor doméstico
Gallo/Gallina	<i>Gallus gallus domesticus</i>	Phasianidae	Ave

Gansos	<i>Anser anser</i>	Anatidae	Ave
Toro/vaca	<i>Bos taurus</i>	Bovidae	Mamífero

Fuente: (Nugra, 2016, p. 73)

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

### 3.1.4. Descripción del medio socioeconómico-ambiental

En la parroquia San Isidro la población interactúa de forma dinámica con los ecosistemas que se presentan en el territorio, lo que da lugar a distintos beneficios o servicios ambientales. Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos, en la **tabla 5-3** se detallan los diferentes servicios ambientales que brindan los ecosistemas en el sector:

**Tabla 5-3:** Servicios ambientales

SERVICIO DE SOPORTE	SERVICIO DE PROVISIÓN	SERVICIOS DE REGULACIÓN DE ECOSISTEMA	SERVICIOS CULTURALES
Biodiversidad	Alimento (Agricultura, Ganadería)	Regulación de la Erosión del suelo	Belleza Escénica
Mantenimiento de una clima favorable	Materias Primas(Madera, Leña)	Regulación del Clima	Recreación
Formación de Suelos	Facilidades Turísticas	Regulación Atmosférica	Ciencia
Renovación Natural de la Calidad del Agua	Agua para consumo humano	Regulación del Ciclo Hidrológico	Educación
Producción Primaria	Recursos Genéticos	Regulación en el procesado de residuos orgánicos	Información cultural y artística
Polinización	Polinización de especies silvestres	Regulación en el control Biológico	Información Histórica

Mantenimiento de la Buena Calidad del Aire	Recursos Medicinales	Regulación de Gases	
--	----------------------	---------------------	--

Fuente: (Noguera, 2008, p. 60)

Realizado por: Evelin Samaniego. 2019

De esta manera se puede mencionar que los habitantes de la parroquia San Isidro se dedican a la agricultura donde las principales especies cultivadas son: plátano, ceda, orito, cítricos, naranjilla, piña, cacao, café, caña, yuca, papa china, maíz, cebolla, pepinillo, esta producción es para el consumo propio y venta; para la actividad ganadería los cultivos son: pasto gramalote, setaria, Guatemala, los que se usan para alimentar al ganado que comercializan cada semana en el sector, produciendo también cierta cantidad de leche y queso.

### 3.2. Cálculos

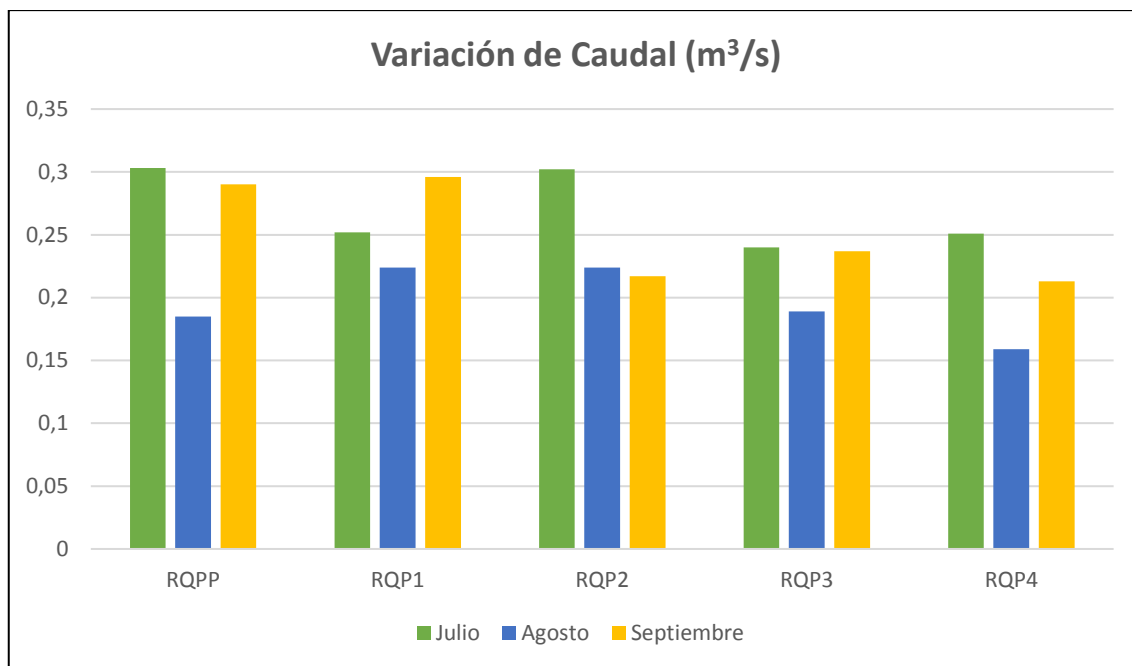
#### 3.2.1. Determinación de caudales

La determinación del caudal se lo realizó durante el periodo de monitoreo, con la finalidad de evaluar la variabilidad del mismo en cada punto de muestreo, obteniéndose los resultados descritos en la tabla 3-3.

**Tabla 6-3:** Resultados del caudal en las estaciones de monitoreo durante el periodo de monitoreo

CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)					
Mes de monitoreo	RQPP	RQP1	RQP2	RQP3	RQP4
Julio	0,303	0,252	0,302	0,240	0,251
Agosto	0,185	0,224	0,224	0,189	0,159
Septiembre	0,290	0,296	0,217	0,237	0,213
<b>PROMEDIO</b>	0,259	0,257	0,247	0,222	0,208
<b>TOTAL</b>	<b>0,239 m<sup>3</sup>/s</b>				

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019



**Gráfico 3-3:** Variación del caudal en las estaciones de monitoreo durante el período de monitoreo

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

En el gráfico 3-3 se puede observar la variación de caudales de acuerdo al punto y mes en el que se realizó el monitoreo. En el mes de julio se obtuvieron los valores más altos y en el mes de agosto los valores más bajos del caudal.

En la tabla 3-3, se observa que el punto de monitoreo RQPP se muestran los valores máximos y mínimos del caudal en diferentes meses. Teniendo que en el mes de julio el caudal máximo del punto en mención es de  $0,303\text{m}^3/\text{s}$ , y en el mes de agosto el caudal mínimo es de  $0,159\text{m}^3/\text{s}$ . Esto puede ser debido a las precipitaciones que se dieron en cada mes de muestreo, ya que el caudal se ve directamente afectado por las mismas.

### 3.2.1. Análisis de las muestras

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos son elementos que interceden en la dinámica de los recursos hídricos superficiales, los cuales atribuyen al cuerpo de agua características esenciales y únicas.

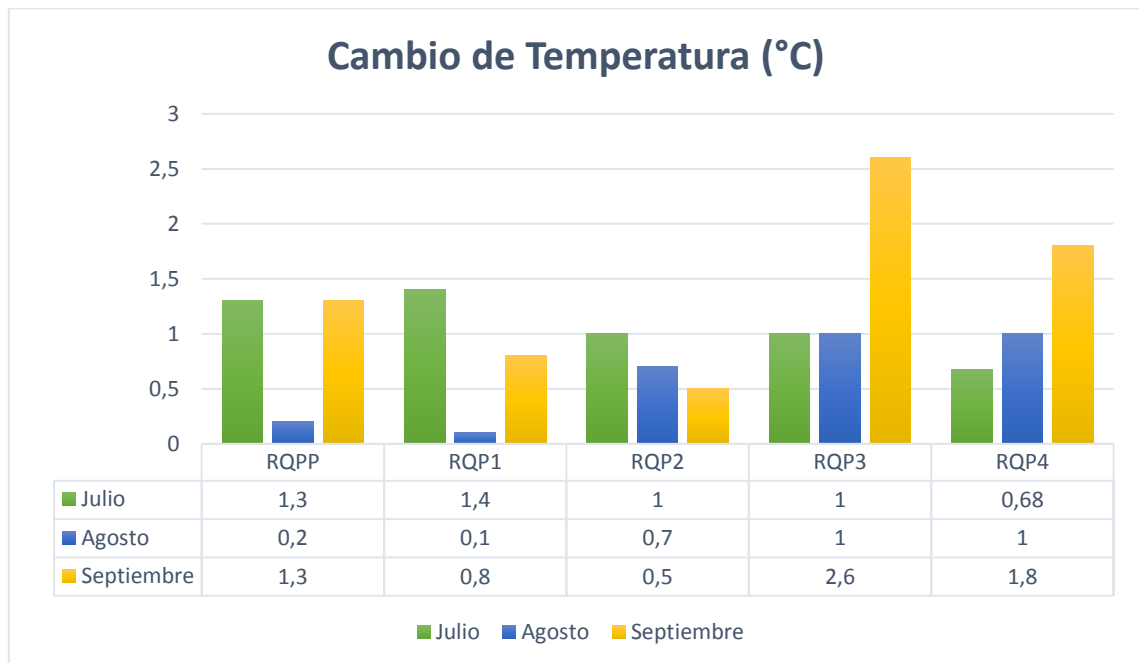
En el presente estudio, se ejecutaron 3 muestreos, en cada una de las estaciones de monitoreo (RQPP, RQP1, RQP2, RQP3, RQP4), dispuestos a lo largo del tramo en estudio, donde una de las orientaciones de este trabajo, manifiestan el comportamiento de las variables fisicoquímicas y microbiológicas en cada estación de muestreo, para lo cual, se analizaron los parámetros correspondientes a: cambio de temperatura, oxígeno disuelto (OD), pH, sólidos totales disueltos

(TDS), turbidez, nitratos ( $\text{NO}_3$ ), fosfatos ( $\text{PO}_4$ ), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y coliformes fecales (CF), los cuales se compararon con la Tabla 1: Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico, DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA, puesto que la fuente en estudio es utilizada para consumo humano.

### 3.2.1.1. Análisis físico-químicos

- **Cambio de temperatura ( $\Delta T$ )**

El cambio de temperatura en un cuerpo hídrico es un factor importante, puesto que al aumentar, se reduce la cantidad de oxígeno presente en el agua y con este la vida acuática.



**Gráfico 4-3:** Variación del Cambio de Temperatura ( $\Delta T$ ) del Río Quebrada

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

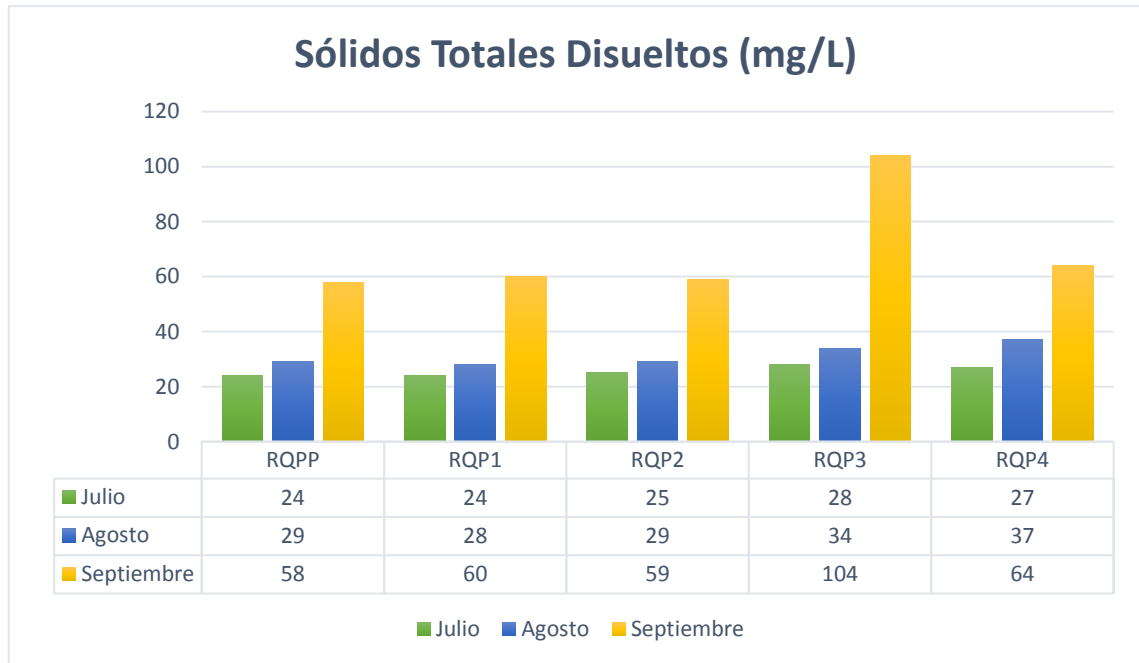
El **gráfico 4-3**, muestra la variación de la temperatura en cada punto de muestreo realizado en el Río Quebrada durante el periodo de monitoreo, donde el cambio de temperatura más alto se da en el punto RQP3, con un valor de  $2,6^{\circ}\text{C}$  realizado en el mes de septiembre, mientras que el cambio más bajo tiene un valor de  $0,1^{\circ}\text{C}$ , realizado en el mes de agosto, en el punto de monitoreo RQP1. Dichos cambios de temperatura no son muy altos debido a que se puede presentar variaciones de temperatura por varios factores como: profundidad del cauce, hora que se tomó la muestra, temperatura ambiente, además las variaciones de temperatura indican contaminación por



descargas de aguas residuales o presencia de fábricas que descargan las aguas provenientes de procesos industriales con elevadas temperaturas, lo que en esta zona es inexistente.

- **Sólidos totales disueltos (TDS)**

Los sólidos son todas las sustancias presentes en el agua diferentes de este, los cuales pueden encontrarse como materiales suspendidos o disueltos en el agua.



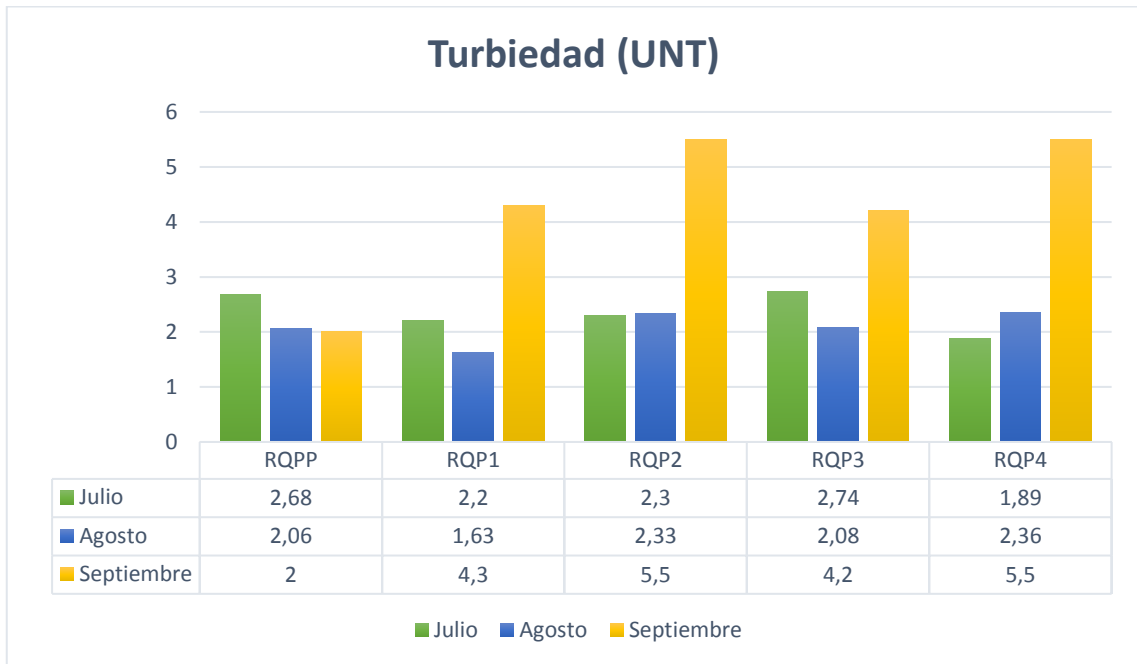
**Gráfico 5-3:** Variación de TDS del Río Quebrada, durante el monitoreo.

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

En el **gráfico 5-3**, se puede observar la variación de los sólidos totales disueltos (TDS) obtenidos en cada etapa y punto de monitoreo, en el mes de julio se presentan los valores más bajos que oscilan de 24 a 28mg/L, en el mes de agosto los datos van de 28 a 37mg/L y en el mes de septiembre se presentan los valores más altos que fluctúan desde 58 a 104mg/L.

Este resultado de datos obtenidos probablemente se debe al arrastre de sólidos, procedente de actividades humanas como la ganadería y agricultura desarrolladas en las riveras del cauce hídrico, y a la presencia de procesos naturales como la erosión y escorrentía superficial, los mismos que aportan con sedimentos al río.

- **Turbiedad**



**Gráfico 6-3:** Variación de la Turbiedad del Río Quebrada.

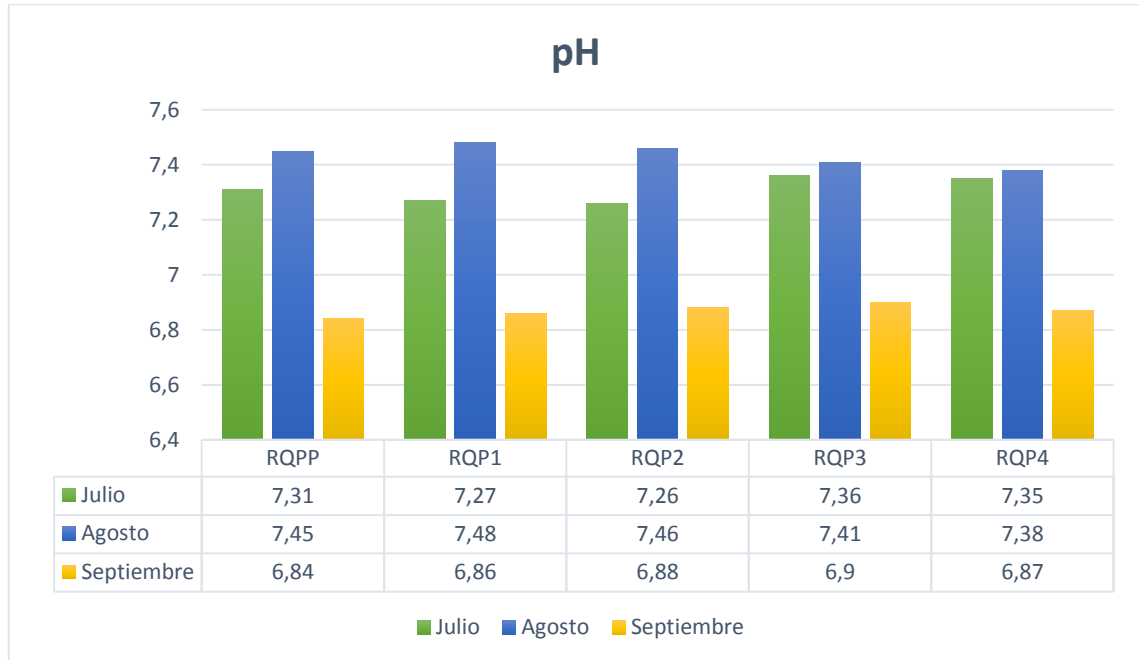
**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

En el **gráfico 6-3**, se ilustra la variación de la turbiedad presentada en el tiempo de monitoreo realizado en el Río Quebrada, en el mes de septiembre se presenta un valor alto en relación con los otros meses de muestreo, correspondiente a 5,5UNT de este parámetro en dos estaciones de muestreo (RQP2 y RQP4) y con un valor mínimo de 1,63UNT en el periodo de agosto en el punto RQP1.

Comparando con la Tabla 1: Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico, DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA, el criterio de calidad de la turbiedad es de 100UNT, la fuente hídrica en estudio no sobrepasa dichos criterios de calidad, encontrándose en un rango óptimo para la potabilización de acuerdo a este parámetro.

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

La variación de este parámetro origina cambios en la flora y fauna, así como también afecta a los procesos de desinfección, coagulación, en la etapa de potabilización del agua.



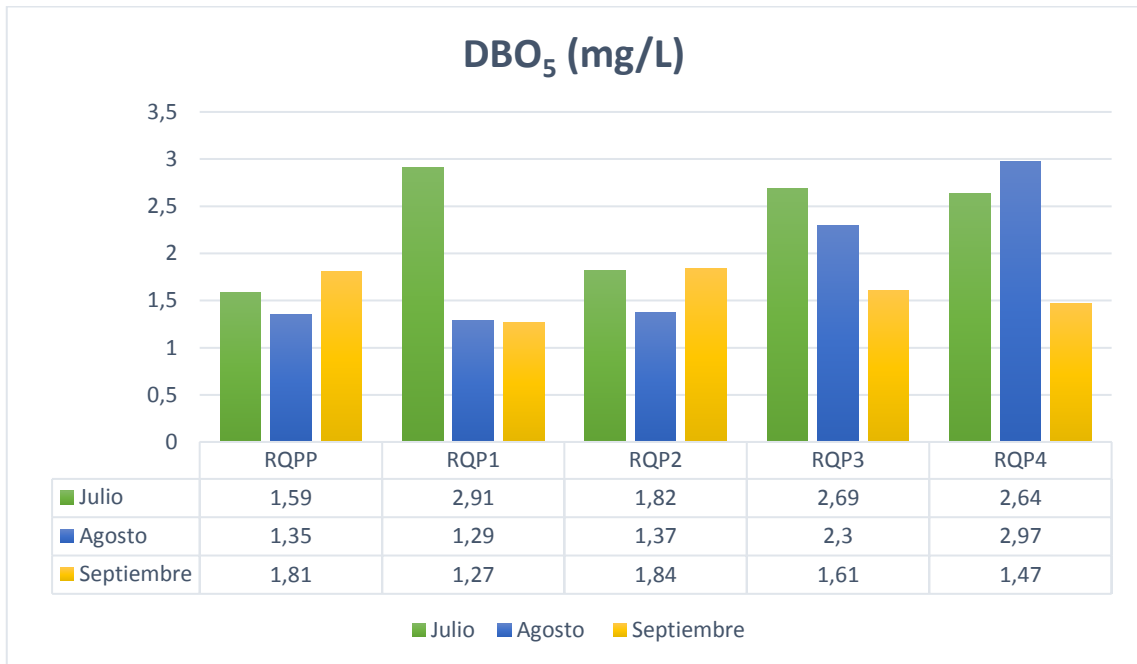
**Gráfico 7-3:** Variación del pH del Río Quebrada

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

El **gráfico 7-3**, presenta la variación de los valores del pH en el tramo del Río Quebrada en estudio, en el mes de julio los valores van desde 7,26 a 7,36, y que los valores del pH más elevados se dan en el mes de agosto en todos los puntos de monitoreo, dichos valores oscilan entre 7,38 a 7,48, en el mes de septiembre se dan los valores más bajos que van desde 6,84 a 6,9.

En la investigación realizada se tiene que los valores del pH están dentro de los criterios de calidad establecidos en la tabla 1: Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico, del libro VI del TULSMA, anexo I, que van desde 6 a 9 de potencial de hidrógeno, lo cual indica que todos los valores son idóneos para el tratamiento del agua para consumo humano.

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**



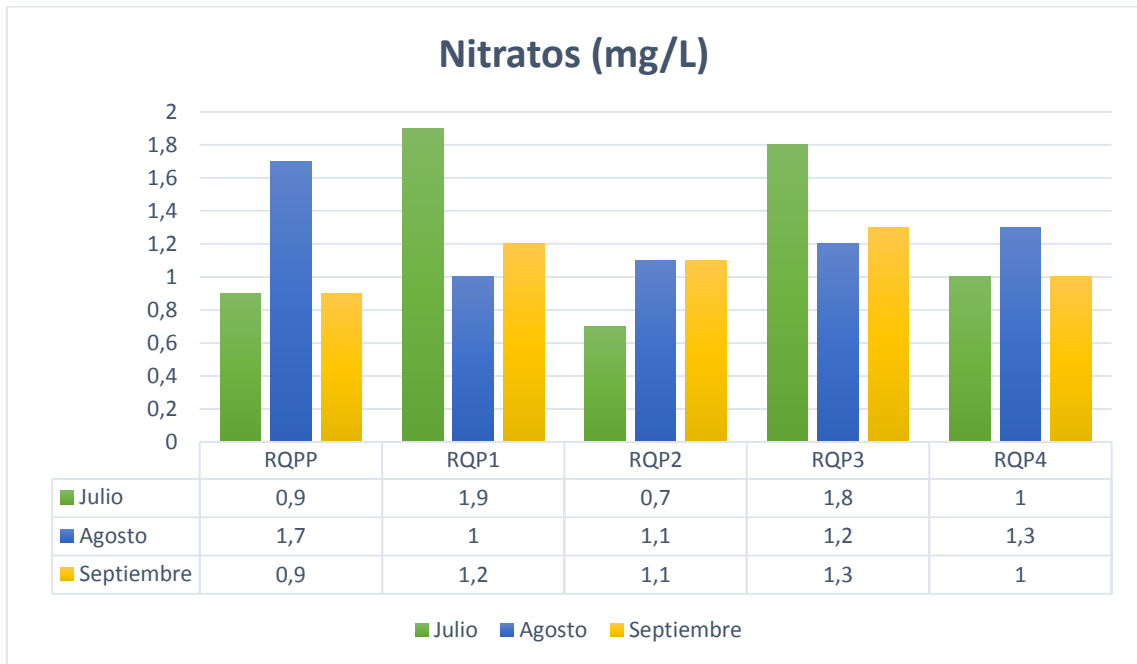
**Gráfico 8-3:** Variación de la DBO<sub>5</sub> del Río Quebrada

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

El **gráfico 8-3**, representa la variación de la DBO<sub>5</sub> durante el periodo de monitoreo (Julio-Septiembre del 2018), realizado en el Río Quebrada, en el que se visualiza que en el punto de monitoreo RQP4 realizado en el mes de agosto se obtuvo el valor más relevante que es de 2,97mg/L y en el mes de septiembre tiene el valor mínimo de 1,27mg/L, obtenido del punto RQP1.

Con los resultados de la investigación se pudo evidenciar que en los puntos de muestreo RQP1, RQP3 y RQP4 en los meses de julio y agosto, este parámetro sobrepasa el criterio de calidad establecido en la tabla 1: Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico, del libro VI del TULSMA, anexo I, el cual es < 2mg/L, este aumento podría deberse a la presencia de actividades de agricultura y ganadería en mayor proporción que en los otros puntos, afectado por la escorrentía superficial que se genera con la precipitación, lo cual eleva la cantidad de materia orgánica en el cuerpo de agua, incumpliendo así la norma.

- **Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N)**



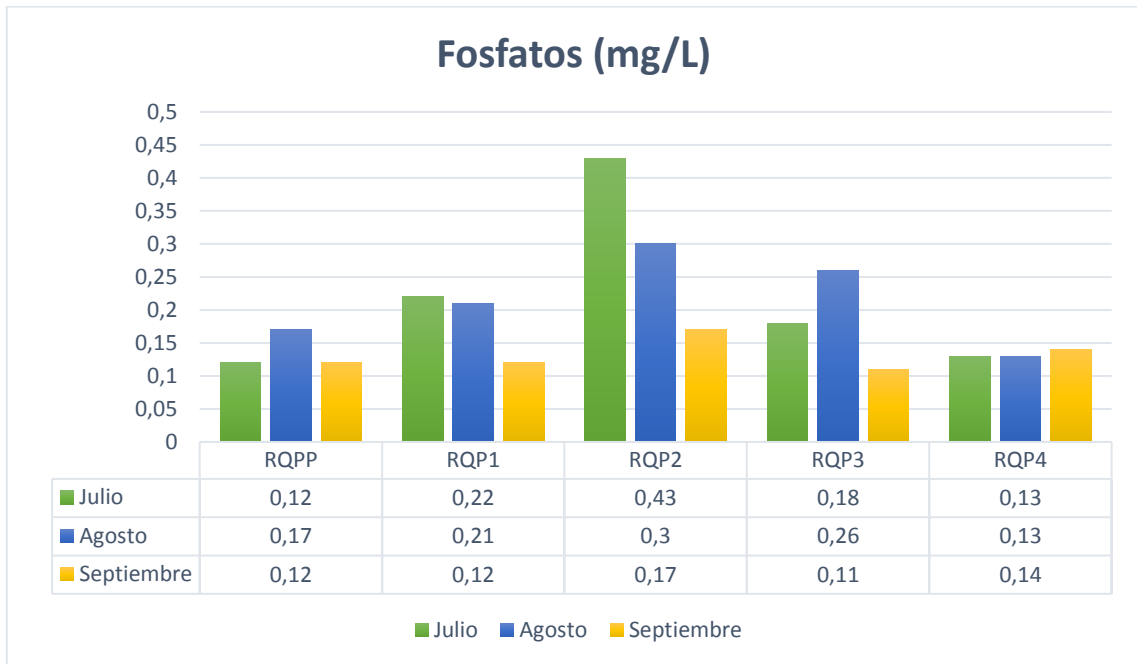
**Gráfico 9-3:** Variación de los Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N) del Río Quebrada

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

En la variación de los datos obtenidos de los nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N), según las muestras analizadas durante el periodo de monitoreo (Julio-Septiembre del 2018), presentadas en el **gráfico 9-3**, muestran que el valor más bajo es de 0,7mg/L, este se encontró en el análisis de la muestra del punto RQP2, correspondiente al mes de julio y el valor más elevado es de 1,9mg/L, que se encontró en el mismo mes en el punto RQP1, teniendo una oscilación de datos en este mes que van de 0,7 a 1,9mg/L, en el mes de agosto los valores fluctúan de 1 a 1,7mg/L, y en el mes de septiembre estos están entre 0,9 a 1,3mg/L.

Los resultados de la investigación de este parámetro no exceden a los 50mg/L del criterio de calidad, estipulado en la tabla 1, del libro VI del TULSMA, anexo I. los cuales son favorables a pesar de las actividades agrícolas y ganaderas que se presentan en la zona de estudio.

- **Fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

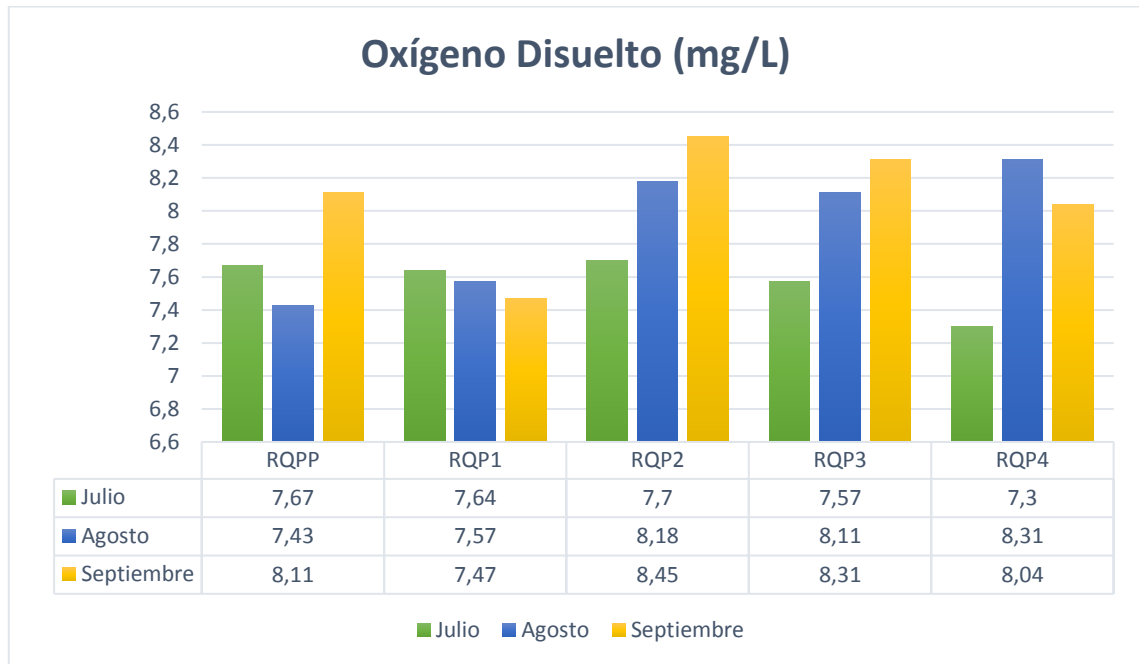


**Gráfico 10-3:** Variación de los Fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) del Río Quebrada

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

El resultado de la variación de concentración de los fosfatos obtenidos en el tramo del Río Quebrada se presenta en el **gráfico 10-3**, en el mes de julio los valores fluctúan de 0,12 a 0,43mg/L, en el mes de agosto van desde 0,13 a 0,3mg/L, y en el último mes de septiembre estos valores oscilan desde 0,11 a 0,17, siendo el valor mínimo de 0,11mg/L en el punto RQP3, y el valor más elevado de 0,43mg/L en el punto RQP2, correspondiente al mes de Julio.

- **Oxígeno disuelto (OD)**



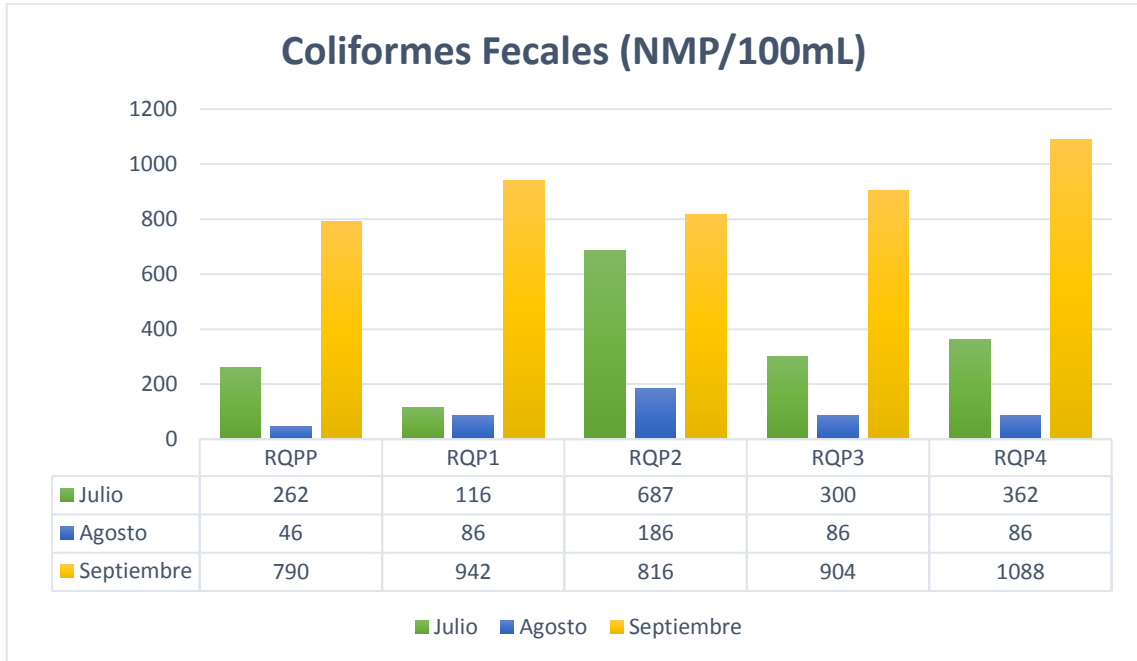
**Gráfico 11-3:** Variación del Oxígeno Disuelto (OD) del Río Quebrada

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

En el **Gráfico 11-3**, se muestra la variación de concentración de oxígeno disuelto, en las cinco estaciones de muestreo, en el cual en todo el periodo de monitoreo (Julio-Septiembre del 2018) existen ligeras variaciones del OD en cuanto a su concentración, presentándose el valor más elevado de todo el estudio con una concentración de 8,45mg/L en el mes de septiembre en el punto RQP2, y el valor mínimo de 7,3mg/L corresponde al punto RQP4 en el mes de Julio. Se evidencia que en los meses de agosto y septiembre las estaciones de muestreo presentan datos mayores de oxígeno disuelto en relación con el mes de julio, esto se debe al aumento del caudal por la precipitación existente, produciendo movimientos rápidos y mayor golpeteo del agua.

3.2.1.2. Análisis microbiológico

- Coliformes fecales (CF)



**Gráfico 12-3:** Variación de los Coliformes Fecales (CF) del Río Quebrada

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

En el **gráfico 12-3** se presenta la variación existente de coliformes fecales del tramo en estudio, en el mes de julio los valores se encuentran entre 116 a 687 NMP/100mL, en el mes de agosto están entre 46 y 186 NMP/100m representando los valores mínimos de coliformes fecales en relación con los otros dos meses, y en el mes de septiembre se presenta la mayor cantidad de coliformes fecales presentes en todas las estaciones de monitoreo que varían de 790 a 1088 NMP/100mL.

Se comparó los resultados de la investigación de este parámetro con los criterios de calidad, estipulado en la tabla 1, del libro VI del TULSMA, anexo I. Los cuales son favorables a pesar de las actividades agrícolas y ganaderas que se presentan en la zona de estudio, por lo que no exceden los criterios determinados que es igual a 1000NMP/100mL en todos los puntos de monitoreo excepto el punto RQP4 analizado en el mes de septiembre, el cual sobre pasa el límite permitido acordado en la norma de calidad.



### 3.2.3. Determinación del índice de calidad del agua (ICA-NSF) del Río Quebrada.

Se determinó el índice de calidad del agua (ICA – NSF) del tramo en estudio del Río Quebrada presentados en la **tabla 7-3**, donde se observa la calidad del agua en los cinco puntos de muestreo obtenidos durante el periodo de monitoreo que va desde julio hasta septiembre del 2018, el cual se desarrolló en el Laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos (SAQMIC), analizando los 9 parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos para este índice; Ver ANEXO I.

**Tabla 7-3:** Resultados de calidad del agua de acuerdo al índice (ICA-NSF).

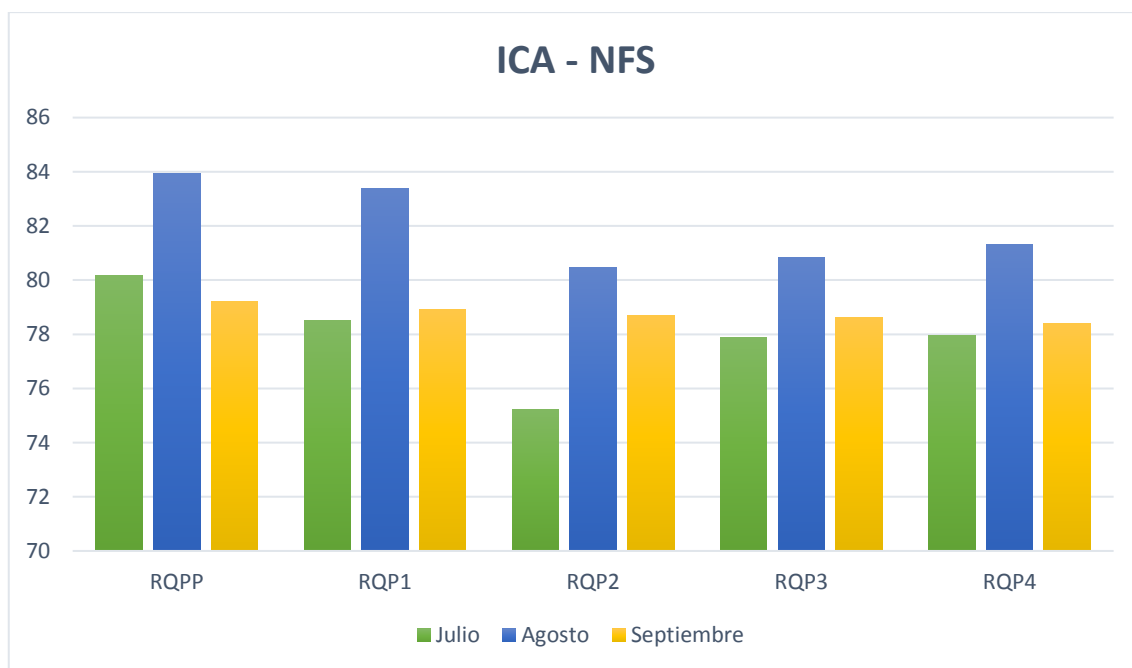
ICA – NSF				
ESTACIONES DE MONITOREO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	PROMEDIO
RQPP	80,18	83,92	79,22	81,11
RQP1	78,52	83,39	78,92	80,28
RQP2	75,22	80,48	78,68	78,13
RQP3	77,89	80,84	78,61	79,11
RQP4	77,96	81,3	78,39	79,22
<b>PROMEDIO FINAL DEL ICA - NSF</b>				<b>79,57</b>

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

El **gráfico 12-3** muestra la tendencia de los resultados del ICA – NSF obtenidos en el estudio del tramo (RQPP – RQP4) de la microcuenca del Río Quebrada, analizando los parámetros físico-químicos (pH, Cambio de Temperatura, Turbiedad, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales Disueltos, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitratos, Fosfatos) y microbiológicos (Coliformes Fecales), en donde se puede observar que la calidad del trayecto en estudio en todos los puntos y meses de muestreo oscilan de 78,13 a 81,11 y se obtuvo un promedio total de 79,57 lo cual indica que la calidad del agua es BUENA.

En el tramo en estudio se evidencia que los parámetros analizados, no presenta altas variaciones a excepción de los coliformes fecales y DBO<sub>5</sub> que no cumplen con los criterios de calidad en ciertos puntos de muestreos, los cuales están estipulados en la tabla 1: Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico, del libro VI del TULSMA, anexo I, esto puede ser posiblemente debido a actividades humanas de ganadería y agricultura que son más intensas dentro de estos puntos; siendo los microorganismos patógenos y los asociados a la presencia del material particulado las variables que mayor incidencia tienen en cuanto a la calidad del recurso hídrico.

También se puede observar que en el punto RQP2 en todo el periodo de monitoreo su calidad es menor en comparación con las otras estaciones de muestreo, teniendo la denotación más baja de 78,13; valor que es justificable ya que las actividades antrópicas en dicho punto son mayores; mientras que la estación RQPP es la que demuestra el mayor valor de calidad con 81,11; indicando que en esta estación existe disminución de actividades humanas en las riveras del cauce, sin embargo a medida que el río va siendo impactado por las numerosas actividades como: vertimientos de contaminantes de origen agrícola y ganadero, escorrentía superficial que arrastra sedimentos al arroyo; el índice va disminuyendo en cuanto a su calidad, pero por las características actuales del Río Quebrada se puede aludir que existe una buena depuración que contribuye en la disminución de la contaminación conforme sigue el cauce del tramo en estudio, por lo que en los últimos puntos RQP3 Y RQP4, la microcuenca mejora su calidad.



**Gráfico 13-3:** Tendencia de resultados del ICA – NSF del Río Quebrada

**Realizado por:** Evelin Samaniego, 2019

## CAPÍTULO IV

### 4. PROPUESTA DE MITIGACIÓN

#### 4.1. Introducción

Según (Isch, 2011, p. 6), el estudio de la temática del agua debe considerar la cantidad, calidad y la distribución de los recursos hídricos, sin embargo, uno de los aspectos considerados aún con debilidad en el Ecuador es el concerniente a la calidad, gravemente afectada por actividades y procesos contaminantes, donde este constituye uno de los obstáculos más graves para garantizar el “Buen Vivir”, como lo menciona el **art. 14** de la CRE del 2008. Además el derecho al agua no hace referencia solo al acceso a la misma, sino que incluye la garantía de calidad del líquido vital. Actuar para prevenir, reducir, controlar, remediar la contaminación, es una responsabilidad de cumplimiento inmediato por parte de las autoridades y la ciudadanía. (Isch, 2011, p. 8).

Por lo cual una vez realizada la caracterización, análisis de los parámetros Físicos, Químicos, Microbiológicos, cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) y determinar mediante observación directa los aspectos ambientales que intervienen en la calidad del Río Quebrada, se deberá proponer soluciones técnicas y económicamente viables, con el fin de asegurar la protección de la calidad de agua de esta microcuenca, recalcando que en este tramo en estudio el agua es utilizada para el consumo humano, misma que abastece a la ciudad de Macas, la parroquia de San Isidro y General Proaño.

#### 4.2. Plan de Manejo Ambiental (PMA)

La Secretaría de ambiente - Quito (2018, p. 1) define al Plan de Manejo Ambiental como un documento que establece a detalle y en orden cronológico las acciones que se requiere ejecutar para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos o enfatizar los impactos ambientales positivos causados por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

En el presente apartado se desarrollará un Plan de Manejo Ambiental, en donde se presentan los programas ambientales que se deberán realizar para efectos de prevenir, conservar, mitigar y controlar las actividades que se realizan en las riberas del cauce en estudio, identificadas en el Formulario del Anexo C.

Manteniendo el objetivo de mejorar y mantener la calidad de agua de la microcuenca del Río Quebrada, el Plan de Manejo presentado incluye una serie de actividades y objetivos específicos, donde para la ejecución de este proyecto se debe tener el apoyo e involucramiento de los diferentes actores sociales; establecer acuerdos de colaboración interinstitucional con el sector público (Ministerio de Educación, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Energía y Recursos No Renovables, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, gobiernos locales), y privado, el cual será el primer escalón para empezar y fortalecer este proyecto. El GAD Parroquial de San Isidro tiene la jurisdicción en el territorio de la microcuenca, por lo tanto deberá trabajar con énfasis y dedicación para custodiar el cumplimiento del presente Plan, en donde se debe establecer; metas, entes responsables, presupuesto y plazos para la ejecución, los que persiguen los resultados esperados de los programas que se detallan a continuación:

- Programa de ordenamiento y planificación territorial
- Programa de educación ambiental (PEA)
- Programa de reforestación
- Programa de control y seguimiento

#### **Objetivo general**

- Plantear programas para mitigar o reducir los impactos generados hacia el medio físico, biológico y socioeconómico por actividades agrícolas y ganaderas en las riberas del Río Quebrada (tramo: RQPP - RQP4).

#### ***4.2.1. Programa de ordenamiento y planificación territorial***

El programa de Ordenamiento y Planificación Territorial es un proceso político-técnico-administrativo encaminado a la organización, planificación y gestión del uso y ocupación del territorio, en función de las características y restricciones biofísicas, culturales, socioeconómicas y político-institucionales. Para esto se requiere integrar de forma sustentable las actividades económicas y la preservación ambiental, siendo este un proceso participativo e interactivo que se basa en objetivos explícitos que propicien el uso inteligente y justo del territorio, protegiendo los recursos en el corto, mediano y largo plazo, repartiendo de forma racional los costos y beneficios del uso territorial entre los pobladores (Pauelo et al., 2014, p. 19). Con esto se pretende implementar un nuevo modelo, que se basa en una propuesta sobre la planificación relacionada con la Estrategia Nacional de Desarrollo, que va a impulsar la evaluación continua de resultados e impactos de las intervenciones en los territorios. Todo ello, con el fin de lograr la conservación

de un ambiente sano, para alcanzar el Buen Vivir de la población, mejorando sus condiciones de vida en cuanto al consumo de agua proveniente de la microcuenca del Río Quebrada.

#### *4.2.1.1. Objetivos*

##### **Objetivo General**

- Elaborar un PLAN DE ORDENAMIENTO Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, que regule y controle las actividades socioeconómicas que se realizan en la microcuenca del Río Quebrada (tramo: RQPP-RQP4).

##### **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico geográfico participativo de la microcuenca del río Quebrada (tramo: RQPP-RQP4).
- Realizar una zonificación del área en estudio, considerando zonas potenciales de recarga hídrica, zonas donde se realizan actividades agrícolas y ganaderas.
- Formular acciones de restauración de los márgenes del río quebrada de acuerdo al grado de intervención, por actividades antrópicas, respetando las AREAS DE PROTECCION HIDRICA según el artículo 78 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.

#### *4.2.1.2. Actividades*

- Realizar talleres con los dueños de los predios donde se va realizar el estudio, con la finalidad de dar a conocer sobre las actividades a desarrollarse y el tiempo en el que se va llevar a cabo, para evitar futuros conflictos y mal entendidos con estos.
- Recopilar información cartográfica y digital que exista de la zona de estudio, que nos permita obtener información necesaria para la realización del proyecto.
- Realizar un levantamiento de línea base del área de estudio, mediante salidas de campo para reconocimiento, identificación y georreferenciación de sus afluentes, y de las zonas donde se desarrollan actividades socioeconómicas y productivas.
- Digitalizar la información recopilada y generar mapas temáticos de acuerdo a las actividades que se realicen en la microcuenca del río Quebrada (tramo RQPP-RQP4), mediante el uso de SIG como herramienta principal.

- Realizar una propuesta de zonificación de la microcuenca del río Quebrada (tramo RQPP-RQP4), considerando márgenes fluviales, áreas protectoras de fuentes de agua y áreas de protección forestal.

#### *4.2.1.3. Resultados esperados*

- Promover la participación social e involucramiento directo de la población, generando concienciación y conocimiento acerca de la importancia del cuidado y conservación de las fuentes hídricas.
- Obtener un diagnóstico inicial de las riberas del Río Quebrada (tramo: RQPP-RQP4), que nos permita realizar una zonificación adaptada a la realidad de la zona de estudio.
- Obtener mapas temáticos de uso actual de suelos, mapa de uso tendencial y mapa de conflicto de uso de suelo.
- Se podrá valorar la acogida e interés por parte de la población y los dueños de los predios involucrados para la implementación de la propuesta de zonificación.
- Realizar una propuesta de zonificación de la microcuenca del río Quebrada (tramo RQPP-RQP4), considerando en primer lugar zonas agrícolas y ganaderas y en segundo lugar los márgenes fluviales, áreas protectoras de fuentes de agua y áreas de protección forestal.

#### **4.2.2. Programa de Educación Ambiental (PEA)**

La concientización ambiental es un instrumento de fortalecimiento, fundamentada en la capacitación y educación ambiental de los sectores afectados por la contaminación y disminución de la calidad del agua. Por lo que este programa debe crear actitudes de respeto y valoración del entorno, además, de atenuar la protección, el manejo y el uso adecuado de los recursos naturales existentes. (“Programa de educación y sensibilización ambiental de la Escuela Superior de Administración Pública - ESAP,” 2018, p. 2).

Por lo tanto la sensibilización ambiental tiene como finalidad la formación de la ciudadanía donde se va a adquirir conocimiento acerca de las actividades que causan deterioro o contaminación del agua, permitiendo plantear propuestas que ayuden a eliminar o minimizar los impactos negativos, enfocándonos en los grupos de niños, jóvenes y adultos que a corto, mediano y largo plazo se tendrán resultados fructíferos, puesto que mediante talleres de capacitación y actividades referentes al tema, se podrá cambiar aquellos hábitos que disminuyen la calidad de vida y no permiten el desarrollo sostenible de la región.

#### *4.2.2.1. Objetivos*

##### **Objetivo General**

- Proveer a cada habitante del área en estudio, las oportunidades para adquirir el conocimiento, valores, actitudes y prácticas para proteger, conservar y mejorar la calidad del agua del Río Quebrada.

##### **Objetivos Específicos**

- Coordinar con establecimientos del sector público, privado, educativos y con el GAD parroquial, talleres de capacitación de educación ambiental tanto en la parte teórica como práctica.
- Incentivar a las personas en el desarrollo de aptitudes, valores y habilidades con el fin de tener una conciencia del uso apropiado y racional de los recursos naturales, en especial del recurso hídrico.
- Promover la conservación de los recursos naturales de la microcuenca que se ven afectados directamente por actividades antrópicas.

#### *4.2.2.2. Actividades*

- Realizar convenios de participación interinstitucional con el sector público, privado, educativo y GAD Parroquial de San Isidro, para que sean partícipes y den realce a la importancia de la preservación de los recursos hídricos y mejorar la calidad de vida, debido a que el cauce en estudio, es utilizado como fuente de consumo humano.
- Formalizar en conjunto con el ministerio de educación y autoridades competentes, que en las escuelas y colegio de la parroquia, se implemente actividades sobre la conservación de ecosistemas que se ven amenazados por inconciencia de las personas que los habitan.
- Efectuar charlas, talleres y conferencias referentes a la materia ambiental, enfocadas a niños, jóvenes y adultos, sobre las fuentes y consecuencias del desgaste ambiental de los recursos hídricos y la importancia de protegerlas.
- Desarrollar actividades prácticas en conjunto con las capacitaciones teóricas, de acuerdo a los grupos mencionados anteriormente (niños, jóvenes y adultos), donde estos palpen la realidad y puedan concienciarse acerca de la importancia de conservación de la calidad del recurso agua.

- Promover y estimular la publicidad de los temas ambientales tratados en toda el área de estudio, para que en un lapso de tiempo, ser ejemplo de otras parroquias en cuanto a la conservación del recurso más importante para la vida humana, el agua.

#### *4.2.2.3. Resultados esperados*

- Que las instituciones que se interesaron en el presente plan den realce a la importancia de mantener la calidad de agua utilizada para consumo humano.
- Implementación en las unidades educativas de la parroquia, actividades sobre la materia ambiental, para la sensibilización de nuestros, niños y jóvenes que son el futuro de nuestra patria, teniendo como el único fin la mejora de la calidad ambiental y del ser humano.
- Las personas que recibieron la información emitida en las diferentes actividades del mencionado plan, tendrán la capacidad de diferenciar entre las actividades que desgastan y disminuyen la calidad de un ecosistema hídrico y las que se realizan de manera sostenible, acercándonos a la meta del buen vivir.
- La parroquia de San Isidro, en mediano plazo, será ejemplo a seguir de otras parroquias en cuanto a la preservación del recurso hídrico, el cual es el más importante para la vida humana.

#### *4.2.3. Programa de Reforestación.*

El incremento constante de las necesidades de recursos maderables, cambio de uso de suelo para la expansión de la frontera agrícola y ganadera a nivel mundial ha originado el aprovechamiento insensato de los bosques naturales a niveles alarmantes; lo que ha motivado al aumento de inversiones forestales, por lo que a lo largo del tiempo se viene difundiendo cada vez con más ímpetu la protección de estos recursos, impulsando hacia el manejo sostenible de los bosques (Región la libertad, 2012, p. 5).

El presente programa de Reforestación tiene un enfoque de conservación y recuperación de los recursos naturales en las riberas del Río Quebrada, para que de esta manera los beneficiados puedan desarrollar una actividad de forma sostenible en base a la aplicación de buenas prácticas en el manejo de su patrimonio natural, respetando las zonas de protección Hídricas estipuladas en el Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua en el **artículo 64**. Para que esto acontezca, es importante tomar como base una adecuada administración de los recursos como el suelo y agua, además trabajar en conjunto con las autoridades competentes a este tema, propietarios y beneficiarios, sobre iniciativas nuevas, prácticas y aplicables, que fortalezcan la preservación de estos patrimonios, debido a que los impactos generados en las cuencas hidrográficas que han perdido cobertura vegetal y han sufrido



degradación de suelos, se reflejan en la disminución del recurso hídrico en calidad y cantidad, recalcando que en nuestra provincia los altos niveles de precipitación producen graves daños en las partes bajas de las cuencas, arrastrando sedimentos al cauce y afectado directamente a la calidad de vida de las personas.

#### *4.2.3.1. Objetivos*

##### **Objetivo General**

- Promover la reforestación en las riberas del Río Quebrada en el tramo (RQPP–RQP4), para conservar e incrementar la biodiversidad de la flora, fauna y los servicios ambientales, mejorando la capacidad productiva del ecosistema.

##### **Objetivos Específicos**

- Restaurar y conservar las áreas degradadas por actividades socio-productivas, con especies nativas apropiadas para la zona y clima, mejorando el hábitat para las especies de fauna de acuerdo a las características naturales del ecosistema existente en el área de estudio.
- Potencializar las características de la vegetación existente con fines protectores, para mejorar el aspecto paisajístico y disminuir la erosión hídrica, educando a la comunidad en el cuidado y preservación de la vegetación.

#### *4.2.3.2. Actividades*

- Realizar estudios acerca de las características que deben tener las especies de plantas previas a la reforestación, entre las cuales se puede considerar ciertas características como:
  - Que sean especies de árboles nativos de rápido crecimiento,
  - Que tengan flores y frutos que sirvan de alimento a la fauna silvestre e incluir especies de valor forestal.
  - Que tengan crecimiento radicular profundo, crecimiento en altura de mediano a bajo
  - Que sean tolerantes a las condiciones edáficas
- Consumar convenios con las entidades públicas competentes y privadas, que tengan interés en auspiciar y colaborar en la ejecución del programa de reforestación en el Área de protección Hídrica de los márgenes del Río Quebrada, para mejorar el entorno natural y calidad de la fuente hídrica, debido a que el agua del río Quebrada es usada para consumo humano.

- Realizar charlas sobre prácticas de conservación del suelo, para de esta manera controlar la erosión provocada en zonas que se desarrollan actividades como la ganadería y agricultura, que en conjunto con la escorrentía superficial dada por la alta precipitación, afectan la calidad de la microcuenca.
- Implementación de viveros comunales, en función del Plan de Reforestación, generando fuentes de empleo.

#### *4.2.4.3. Resultados esperados*

Una vez desarrollado el programa de reforestación, se pretende obtener la disminución de la erosión hídrica, captación de agua de lluvias, captación de carbono, repoblamiento de biodiversidad, aumento de la calidad del agua y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la parroquia. Así también el involucramiento de las autoridades, instituciones educativas y dueños de predios para crear una cultura de respeto, cuidado y disfrute de nuestro entorno y en especial de nuestros árboles y bosques, mediante charlas, talleres y recorridos en la zona de amortiguamiento del río Quebrada.

#### ***4.2.4. Programa de Control y Seguimiento***

El Programa de Control y Seguimiento busca analizar la eficiencia y eficacia de los programas propuestos en el Plan de Manejo Ambiental y analizar las condiciones ambientales del área de estudio, describiendo los mecanismos a tener en cuenta para el control y seguimiento de los elementos identificados en la evaluación ambiental. Donde el programa podrá ser ajustado según las condiciones que se vayan presentando durante la implementación del presente plan, con el fin de alcanzar los objetivos y resultados definidos (Región la libertad, 2012, p. 2).

El programa de monitoreo y seguimiento incluye la evaluación del desempeño ambiental, mediante la aplicación de medidas que permitan verificar el grado de cumplimiento de los demás programas planteados anteriormente y tomar decisiones en caso de requerirlo.

#### *4.2.4.1. Objetivos*

##### **Objetivo General**

- Establecer y ejecutar un programa de control y seguimiento para verificar el grado de cumplimiento y la correcta ejecución de cada uno de los programas detallados en este capítulo.

##### **Objetivos Específicos**

- Elaborar una matriz de control y seguimiento que contengan variables cualitativas y cuantitativas de los siguientes programas: programas de ordenamiento y planificación territorial, programa de educación ambiental y programa de reforestación.
- Establecer un periodo de tiempo en el cual se va a evaluar el porcentaje de cumplimiento de las actividades desarrolladas por cada programa, conjuntamente con la población involucrada.
- Determinar el grado de progreso para cada programa mediante monitoreos de caudal, agua, flora y evaluación de la calidad de agua del Río Quebrada.

#### *4.2.4.2. Actividades*

- Elaborar matrices para cada programa establecido que contengan: objetivos, actividades, indicadores, etc; con el fin de verificar el grado de cumplimiento de los mismos.
- Determinar cada que lapso de tiempo se desarrollará el programa de monitoreo, control y seguimiento, el cual puede ser trimestral, semestral o anual, dependiendo de los recursos económicos y humanos que demandan la implementación de este programa.
- Realizar monitoreos de caudal, agua y flora para la determinación de la calidad del Río Quebrada y conocer si la implementación del plan propuesto es o no fructífero.
- Mantener reuniones periódicas con la población beneficiada y entidades de control pertinentes, para realizar una evaluación en el desarrollo del plan mediante las matrices de control y seguimiento.

#### *4.2.4.3. Resultados esperados*

Obtener una base de datos donde se documente y archive toda la información recopilada en todo este lapso de estudio que genere un punto de partida para realizar futuras investigaciones y que

sirva como modelo de implementación en diferentes fuentes de agua que utilicen para consumo humano, manteniendo y mejorando la calidad de agua y logrando la meta de mejorar la calidad de vida de las personas implicadas, mediante esta herramienta de gestión.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo al recorrido realizado en la microcuenca del Río Quebrada (tramo: RQPP – RQP4), se estableció los cinco puntos de monitoreo basados en criterios como: la accesibilidad al sitio, seguridad, características del tramo y fuentes de contaminación, donde se procedió a georreferenciar cada estación de muestreo.
- Se realizó el análisis físico-químico y microbiológico en los cinco puntos de muestreo los cuales presentan un valor mínimo hasta un valor máximo, siendo los siguientes: Cambio de Temperatura 0,1 a 2,6 °C; Sólidos totales disueltos 24 a 104 mg/L; Turbiedad 1,63 a 5,5 UNT; pH 6,84 a 7,48; DBO5 1,27 a 2,97 mg/L; Nitratos 0,9 a 1,9 mg/L; Fosfatos 0,11 a 0,43 mg/L; Oxígeno disuelto 7,3 a 8,45 mg/L; Coliformes Fecales 46 a 1088 NMP/100ml.
- De acuerdo a la comparación realizada con la **Tabla 1**: “*Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico*”, del LIBRO VI del TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA, ANEXO I son: para el DBO5 <2mg/L y CF=1000NMP/100mL; se evidenció que en los meses de julio y agosto estos criterios sobrepasan el límite determinado para la DBO<sub>5</sub> con los siguientes valores en cada punto: RQP1=2,91; RQP3=2,69 y 2,30; RQP4=2,64 y 2,97; y para los coliformes fecales obtenidos en el mes de septiembre en el punto RQP4= 1088NMP/100mL.
- Se realizó la caracterización de los 9 parámetros estipulados en el índice ICA-NSF, los cuales demostraron que la calidad del agua en el periodo de estudio (Julio, Agosto y Septiembre) en los cinco puntos de monitoreo obtenidos en el (tramo: RQPP – RQP4) son: RQPP=81,11; RQP1=80,28; RQP2=78,13; RQP3=79,11; RQP4=79,22; los cuales tienen una calificación promedio de **79,57** manteniéndose en un criterio de **BUENA CALIDAD** en todas las estaciones de monitoreo, notándose que el punto de muestreo RQP2 tiene el valor más bajo igual a 78,13; esto se debe posiblemente a que en esta estación se realiza una mayor actividad, sin embargo, no disminuye su calidad y en el punto RQPP se obtiene la denotación más elevada de 81,11, atribuyéndose a que en este punto disminuyen las actividades humanas en las riveras del Río Quebrada por lo que se ha tomado como punto de partida o testigo.
- Se elaboró una propuesta de Mitigación, que consta de cuatro programas, los cuales contienen objetivos, actividades, y resultados esperados que se proponen para ser implementados teniendo en cuenta medidas que cuiden y conserven la calidad del Río Quebrada, estos son: **Programa de ordenamiento y planificación territorial; Programa**

**de educación ambiental; Programa de reforestación; Programa de control y seguimiento.**

## RECOMENDACIONES

- Debido a la expansión de la frontera agrícola y ganadera, es necesario que para futuras investigaciones se tome el punto de partida o referencia a mayores alturas, puesto que esto proporcionará datos más representativos de la calidad y cantidad inicial del agua del Río Quebrada, para verificar la variación a lo largo del cauce.
- Establecer convenios interinstitucionales con los sectores públicos y privados, para obtener el adecuado financiamiento y apoyo logístico para la ejecución de la propuesta planteada en esta investigación y así conservar la calidad de agua del Río Quebrada.
- Implementar el Plan de Manejo Ambiental propuesto en este trabajo, para conservar y mejorar la calidad de la fuente natural de agua del Río Quebrada que es utilizada para consumo humano de la ciudad de Macas, parroquia General Proaño y San Isidro.
- Formalizar acuerdos con las instituciones competentes para que se cumpla lo establecido en el **programa de educación ambiental**, que a un mediano y largo plazo tendrá beneficios fructíferos para toda la población que habitan en el sector.
- Promover la recuperación de las zonas de amortiguamiento de los ríos, con la debida reforestación de especies acordes al clima y zona de intervención, sugerido en el **programa de reforestación**.
- Para la obtención de datos más fiables con respecto al recurso hídrico, es importante que los estudios se realicen en forma continua como lo menciona el **programa de control y seguimiento**, por varios años, esto ayudará a tener una información detallada y actualizada de la microcuenca, así como también conocer el comportamiento y verificar si las acciones tomadas acerca de la conservación, están o no dando fruto.
- Realizar los trámites pertinentes para que se denomine como área de protección hídrica las riveras del Río Quebrada, la cual de acuerdo al artículo 78 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, debe formar parte del sistema nacional de Áreas protegidas.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALBERTO, M.R.C., NOLASCO, L.A.F. y MORAN, R.A.H.** *Diagnostico de la calidad de agua en época seca en el canal principal del Río Jiboa y Propuesta de mitigación de fuentes contaminantes en una zona critica* [en línea]. Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Química. 2005. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1719/1/DIAGNOSTICO\\_DE\\_LA\\_CALIDAD\\_DEL\\_AGUA\\_EN\\_EL\\_RIO\\_JIBOA.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1719/1/DIAGNOSTICO_DE_LA_CALIDAD_DEL_AGUA_EN_EL_RIO_JIBOA.pdf).

**ARANGO, M.C., et.al.** Calidad del Agua de las Quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia. *Revista EIA*, 2008. no. 9, [Consulta: 17 junio 2019]. pp. 121-141. ISSN 1794-1237. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1794-12372008000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=esn](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-12372008000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=esn)

**ASAMBLEA NACIONAL - REPÚBLICA DEL ECUADOR** *Leyd e recursos hidricos ii suplemento RO 305-6-08-204* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. 305. Disponible en: <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>.

**BIOSDAM**, Limnología - Roldan.pdf. *Scribd* [en línea]. 2015. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/256298295/Limnologia-Roldan-pdf>.

**BOE -AGNCIACATALANA DE I´AGUA**, *Real Decreto 1315/1992* [en línea]. 1992. S.l.: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: [http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/legislacio/decrets/rdboe\\_1315\\_1992.htm](http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/legislacio/decrets/rdboe_1315_1992.htm).

**BRIAN, O.** Water Research Center - Phosphate in Water. [En línea]. 2019. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <https://www.water-research.net/index.php/phosphate-in-water>.

**BUÑAY TAPIA, M.O.** *Estudio de la calidad del agua del micro cuenca del río tingo mediante la utilización de un índice de calidad del agua (WQI) y la identificación de macro invertebrads omo bio indicadores, para el GAD Provincial de Chimborazo.* [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias - Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador: 2016. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6172/1/236T0217.pdf>.

**CAHO-RODRÍGUEZ, C.A. y LÓPEZ-BARRERA, E.A.** Determinación del Índice de Calidad



de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 2017. vol. 12, no. 2, pp. 35-49. [Consulta: 17 junio 2019]. ISSN 19090455, 23230703. DOI 10.22507/pml.v12n2a3. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6172/1/236T0217.pdf>

**CALVOPIÑA GALARZA, H.R.** Determinación de la calidad del agua, para la elaboración de un plan de mitigación ambiental, del parque náutico La Laguna, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, período 2015. [en línea]. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: [http://rraae.org.ec/Record/0063\\_56ef6b13801b128035bbe938bdca164b/Description#tabnav](http://rraae.org.ec/Record/0063_56ef6b13801b128035bbe938bdca164b/Description#tabnav).

*Cap.3 part2. Libro blanco del agua* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: [https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3\\_part2.\\_Libro\\_blanco\\_del\\_agua.pdf](https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3_part2._Libro_blanco_del_agua.pdf).

**CARVAJAL, A.L., et.al.** Métodos analíticos para la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua. , vol. 1, pp. 149. ISSN 978-958-8280-39-4.

*Código Orgánico del Ambiente*. [En línea], 2018. 2018. S.l.: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. 0. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>.

**CORANTIOQUIA**, *Manual Piragüero, medición del caudal* [en línea]. Primera edición. Medellín, Colombia: Corantioquia. 2014. [Consulta: 17 junio 2019]. ISBN 978-958-57280-7-3. Disponible en: [http://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual\\_Medici%C3%B3n\\_de\\_Caudal.pdf](http://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medici%C3%B3n_de_Caudal.pdf).

**DELGADO, R.C.** *Reglamento Ley Recursos Hídricos Uso y Aprovechamiento del Agua* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. 650. [Consulta: 17 junio 2019]. 2015. Disponible en: <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Reglamento-a-la-LORHUyA.pdf>.

**ESPINOZA, N. y ELIZABETH, V.** *Estudio de la microcuenca del río Zula en función de la cantidad, calidad y aprovechamiento hídrico de sus afluentes*. [En línea]. 2017.S.l.: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6320>.

**FENANDEZ YUSTE, J.A.** *El concepto de río* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/67/40/36740.pdf>.

**FERNÁNDEZ, L.S.Q. y KULICH, E.I.** Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, [en línea]. Ecuador. 2017, no. 3, pp. 11. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha04317.pdf>

**FRIAS Y NORMAS DE COLOMBIA S.A.S.** CAUDAL: DEFINICION Y METODOS DE MEDICION. *Definiciones FYN ingeniería en agua* [en línea]. 2018. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/caudal-definicion-y-metodos-de-medicion/>.

**GAITAN, M.S.** María Olga Navarro R. Bacterióloga. [En línea]. 2007. vol. 2, no. 04, pp. 13. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>

**GALIE., C.**, 2001. FS-027-01 - Introducción a la calidad del agua. [en línea]. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/fs/fs-027-01/>.

**GARCÍA, G.M. y MARTÍNEZ, P.C.C.** Escenario del Agua en Mexico. *Cultura Científica y Tecnológica* [en línea], 2015. vol. 0, no. 30. [Consulta: 17 junio 2019]. ISSN 2007-0411. Disponible en: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/356>.

**GÓMEZ LÓPEZ, M.J.** Contaminación difusa “el problema de los nutrientes en el medio rural”. [En línea]. 2012. S.l.: s.n., Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/283461289\\_CONTAMINACION\\_DIFUSA\\_EL\\_PROBLEMA\\_DE\\_LOS\\_NUTRIENTES\\_EN\\_EL\\_MEDIO\\_RURAL](https://www.researchgate.net/publication/283461289_CONTAMINACION_DIFUSA_EL_PROBLEMA_DE_LOS_NUTRIENTES_EN_EL_MEDIO_RURAL).

**HELIOS CONSORCIO VIAL,** *Estudio de impacto ambiental del proyecto vial ruta del sol* [en línea]. 2011. S.l.: s.n. Disponible en: <ftp://ftp.ani.gov.co/Americana%20GZ/2.%20CONTRACTUALES/C.%20ESTUDIO%20DE%20IMPACTO%20AMBIENTAL/CAP%208/PDF/236100EVRP001081.pdf>.

**ISCH, E.** Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarla | CamarenCamaren. [en línea]. 2011. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://www.camaren.org/contaminacion-de-las-aguas-y-politicas-para-enfrentarla/>.

**JAQUE CASTELLANO, E.S. y POTO CÍ GUERRERO, C.L.** Evaluación del índice de calidad de agua (ica) de la microcuenca del Río Chibunga, en variaciones estacionales, provincia de Chimborazo – Ecuador, durante el periodo 2014. [En línea], [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4077>.

**LEÓN CARRASCO, M.G.** *Diagnóstico de la calidad del agua de la microcuenca del río congüime y diseño de una propuesta de mitigación para la zona crítica establecida mediante el índice de calidad de agua (ica brown) en la Provincia De Zamora Chinchipe Cantón Paquisha.* [En línea]. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en geología, minas, petróleos y ambiental. Quito - Ecuador: 2014 [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2256/1/T-UCE-0012-296.pdf>.

**LEXIS**, *Constitución de la República del Ecuador* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 15 junio 2019]. Disponible en: <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/CONSTITUCI%C3%93N-DE-LA-REP%C3%9ABLICA-DEL-ECUADOR.pdf>.

*Manual Plan Estandarizado de Muestras de Calidad de Agua Superficial* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: [http://www.ecologia.misiones.gov.ar/ecoweb/tmp/Descargas/Manual-Plan\\_Estandarizado\\_de\\_Muestras\\_de\\_Calidad\\_de\\_Agua\\_Superficial.pdf](http://www.ecologia.misiones.gov.ar/ecoweb/tmp/Descargas/Manual-Plan_Estandarizado_de_Muestras_de_Calidad_de_Agua_Superficial.pdf).

**MEDINA, M.E. y ANDRADE RIASCOS, M.A.** Determinación de la calidad del agua del río Malacatos mediante fauna bentónica como bioindicadora y alternativas de mitigación de la contaminación. [en línea], 2009. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5046>.

**MINISTERIO DE ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE PROVINCIA DE MISIONES**, *Plan estandarizado de muestras de calidad de agua superficial* [en línea]. 2014. 1. S.l.: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. ISBN 978-987-33-5119-8. Disponible en: <https://www.actswithscience.com/Descargas/manual%20de%20manejo%20de%20cuencas.pdf>.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE -ECUADOR**, *Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. 316. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA++R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>.

**MIRANDA GUEVARA, C.J.**, *Evaluación de la calidad del agua mediante macro invertebrados en el tramo padre caollopaus de la microcuenca hidrográfica del Río Blanco, Morona Santiago* [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias - Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador: 2018. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/8765/1/33T0187.pdf>.

**MORENO C, B., SOTO O, K. y GONZÁLEZ R, D.** El consumo de nitrato y su potencial efecto benéfico sobre la salud cardiovascular. *Revista chilena de nutrición*, [en línea]. 2015. vol. 42, no. 2, pp. 199-205. [Consulta: 16 junio 2019]. ISSN 0717-7518. DOI 10.4067/S0717-75182015000200013. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182015000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182015000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

**NARVÁEZ, C. y ELIZABETH, J.** *Determinación de la calidad del agua del río Maguazo por medio del método WQI en el periodo abril a junio del 2016*. [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias - Escuela de Ciencias Químicas. 2016. [Consulta: 16 junio]. Riobamba-Ecuador: 2019. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/6229>.

**NAVRRETE BASTIDAS, R.C.** *La preservación de la biodiversidad, el medioambiente y la utilización de los recursos naturales para impulsar el desarrollo sustentable y la seguridad*. [En línea]. 2005. S.l.: s.n. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/24000/342/1/IAEN-043-2005.pdf>.

**NOGUERA, S.R.** Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial. , [En línea]. 2008. vol. 1, no. 1, pp. 301. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1460019470001\\_PDYOT%20San%20Isidro%202015-2025\\_30-10-2015\\_23-55-16.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1460019470001_PDYOT%20San%20Isidro%202015-2025_30-10-2015_23-55-16.pdf)

**NÚÑEZ, L.T.** Edición Especial N° 387 - Registro Oficial. [En línea]. 2015. pp. 21. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>

**ORDOÑEZ GÁLVEZ, J.J.** *Cartilla Técnica: Ciclo Hidrológico* [en línea]. 1. Lima - Perú: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. 2012-08841. ISBN 978-9972-602-77-1. Disponible en: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/ciclo\\_hidrologico.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf).

**PAUELO, J., et.al.** *Ordenamiento territorial rural* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4195s.pdf>.

**POZO BARREZUELA, H.** *Ley orgánico de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua*. [En línea]. 2014. S.l.: s.n. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: [https://www.etapa.net.ec/Portals/0/TRANSPARENCIA/Literal-a2/LEY-ORGANICA-DE-RECURSOS-HIDRICOS\\_-USOS-Y-APROVECHAMIENTO-DEL-AGUA.pdf](https://www.etapa.net.ec/Portals/0/TRANSPARENCIA/Literal-a2/LEY-ORGANICA-DE-RECURSOS-HIDRICOS_-USOS-Y-APROVECHAMIENTO-DEL-AGUA.pdf)

*Programa de educación y sensibilización ambiental de la Escuela Superior de Administración*

*Pública - ESAP* [en línea], 2018. S.l.: s.n. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <https://www.esap.edu.co/portal/index.php/Descargas/125/2016/1952/4-programa-de-cultura-ambiental.pdf>.

**RAMOS ORTEGA, L.M., et.al.** Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de santa marta, caribe colombiano. [en línea], 2018. Vol. 13, no. 3, pp. 87-98. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/21124/1/17411-55359-1-PB.pdf>

**REGIÓN LA LIBERTAD**, *Plan Regional de Reforestación* [en línea]. 2012. S.l.: s.n. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2017/04/2PLAN-REGIONAL-DE-REFORESTACION.pdf>.

**SÁNCHEZ VÉLEZ, A., GARCÍA NUÑÉZ, R.M., PALMA TRUJANO, A.,** Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, centro de educación y capacitación para el desarrollo sustentable y cruzada nacional por los bosques y el agua (México), *La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales* [en línea]. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable: Cruzada por los Bosques y el Agua. México: SEMARNAT 2003. ISBN 978-968-817-581-1. Disponible en: [http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca\\_hidrografica.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca_hidrografica.pdf).

**SECRETARÍA AMBIENTE - QUITO**, Planes de Manejo Ambiental (PMA) GUIA. [En línea]. 2018. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/calidad-y-gestion-ambiental/estudios-de-impacto>.

**TARQUI MAMANI, C.B.,** Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Revista de Salud Pública*, [En línea]. 2016. vol. 18, no. 6, pp. 904. [Consulta: 17 junio 2019]. ISSN 2539-3596. DOI 10.15446/rsap.v18n6.55008. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/55008>

**TORRES, P., CRUZ, C.H. y PATIÑO, P.J,** Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. *Una Revisión Crítica*. [En línea]. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 2009. vol. 8, no. 15, pp. 79-94. [Consulta: 17 junio 2019]. ISSN 1692-3324. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

**UNAL.EDU.CO**, Establecimiento de índices de calidad ambiental en ríos con bases en el comportamiento del oxígeno disuelto y de la temperatura. Aplicación al caso del río Medellín, en

el Valle de Aburrá en Colombia. [en línea]. [Consulta: 17 junio 2019]. 2019. Disponible en: <http://unal.edu.co/resultados-de-la-busqueda/?q=oxigeno%20disuelto%20en%20la%20calidad%20del%20agua%20>.

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**, [sin fecha]. *Índices de calidad (ICAs) y de contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home\\_10/recursos/general/pag\\_contenido/libros/06082010/icatest\\_capitulo3.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf).

**VÉLEZ, C. y ELIZABETH, K.** Evaluación de la calidad del agua del Río Copueno, tramo Paccha- Jardín del Upano, mediante macro invertebrados bentónicos. [En línea], 2017. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8538>.

**VICUÑA, B, AMOR MORALES, A. y ESCUEDRO, A.** *El Río aspecto limnológicos* [en línea]. Salamanca - España: 1983. s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. ISBN 180107. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/23699/1/TEMASMONOGRAFICOS8.pdf>.

**VILLAMAR, J.** *Fosfatos Totales* [en línea]. 2018. S.l.: s.n. [Consulta: 16 junio 2019]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6159/2/Fosfatos%20Totales-JULIO%20VILLAMAR.pdf>.

## ANEXOS

**ANEXO A:** Formato de etiqueta para la toma de muestras para análisis Físico-químico y Microbiológico

Nombre de la microcuenca:		
Código de la Muestra:		
Hora:		Fecha:
Ubicación:	X:	Y:
Muestreador:		
Tipo de análisis a realizarse:		
Parámetros in situ:		
Tipo de muestra:		

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

**ANEXO B:** Ficha de campo para el cálculo de caudal

Nombre de la microcuenca:		Código de la Muestra:		
Fecha:	Hora:	Ubicación:	X:	Y:
Ancho del Río (a):		Responsable:		
Número de subsecciones:		Profundidad Promedio (hp):		
P1:	P2:	P3:	P4:	P5:
DISTANCIA (d):		Tiempo Promedio (t):		
T1:	T2:	T3:	T4:	T5:

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

**ANEXO C:** Formulario de campo para la caracterización de actividades en las riberas del Río Quebrada (tramo: RQPP-RQP4)

<b>FORMULARIO DE CAMPO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ACTIVIDADES EN LAS RIBERAS DEL RÍO QUEBRADA (Tramo: RQPP-RQP4)</b>		
<b>Nombre de la microcuenca:</b>		<b>Ciudad:</b>
<b>Punto de muestreo:</b>	<b>X:</b>	<b>Y:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Hora:</b>	<b>Z:</b>
<b>Tipo de vegetación</b>	<b>Presencia de animales</b>	<b>Uso de suelo</b>
Bosque <input type="checkbox"/>	Vacuno <input type="checkbox"/>	Agricultura <input type="checkbox"/>
Arbusto <input type="checkbox"/>	Ovino <input type="checkbox"/>	Ganadería <input type="checkbox"/>
Matorral <input type="checkbox"/>	Porcino <input type="checkbox"/>	Urbano <input type="checkbox"/>

Pastizal <input type="checkbox"/>	Equino <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/> Especificar:.....
<b>Topografía</b>		<b>Pisos altitudinales</b>
Plano <input type="checkbox"/>	Ondulado <input type="checkbox"/>	Montano bajo (1300-2000) <input type="checkbox"/>
Inclinado <input type="checkbox"/>	Escarpado <input type="checkbox"/>	Piémontano (600-1300) <input type="checkbox"/>
<b>Condiciones climáticas</b>		<b>Textura del suelo</b>
<b>Precipitación</b>		<b>Parámetros in situ</b>
Rocoso <input type="checkbox"/>		Temperatura Ambiente (°C) <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Arcilloso <input type="checkbox"/>	Temperatura del Agua (°C) <input type="checkbox"/>
Mucha <input type="checkbox"/>	Arenoso <input type="checkbox"/>	<b>Observaciones Generales:</b> ..... ..... .....
Poca <input type="checkbox"/>	limoso <input type="checkbox"/>	

Realizado por: Evelin Samaniego, 2019

**ANEXO D:** Recolección de las muestras y Análisis de los parámetros in-situ

Toma de muestra



Medición de la Temperatura



Muestras para el parámetro microbiológico



Muestras para los parámetros Físicos-químicos





**ANEXO E:** Preparación de materiales y equipos para el análisis de parámetros físico-químico y microbiológico.

Equipos para análisis Físicos-químicos.



Materiales para análisis Físicos-químicos.



Materiales y reactivos para el análisis de los Coliformes Fecales



**ANEXO F:** Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio.

Análisis de Nitratos y Fosfatos.



Análisis de coliformes totales y fecales.



**ANEXO G:** Demarcación de los puntos de monitoreo.



**ANEXO H:** Resultado de los Análisis Físico-químicos.



Contáctanos: 0998580374 - 032924322  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

---

**INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS**

Fecha: 08 de agosto del 2018

Análisis solicitado por: Srta. Evelyn Samaniego

Tipo de muestras: Agua superficial Río Quebrada

Localidad: Macas

**Análisis Químico**

Muestras	Fecha	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L
RQ01	02-08-18	7.43	1.35
RQ02	02-08-18	7.57	1.29
RQ03	02-08-18	8.18	1.37
RQ04	02-08-18	8.11	2.30
RQ05	02-08-18	8.31	2.97

*\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF*

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.  
*RESP. LABORATORIO*

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

**ANEXO I:** Resultados del cálculo del ICA- NFS



Avenida 11 de noviembre y Milton Reyes Riobamba Ecuador  
Teléfonos: 0998580374 03-2924322

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUAS**

*Solicitado por:* Srta. Evelin Samaniego  
*Fecha de análisis:* 06 de septiembre del 2018  
*Fecha de entrega de resultados:* 12 de septiembre del 2018  
*Tipo de muestra:* Agua superficial Río Quebrada  
*Localidad:* Parroquia San Isidro Cantón Morona

**PUNTO: RQPP**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>W</b>	<b>V. Análisis</b>	<b>I</b>	<b>W*I</b>
<i>Oxígeno Disuelto</i>	% Saturación	0,17	85	91	15,47
<i>Coliformes Fecales</i>	UFC/100ml	0,16	790	24	3,84
<i>pH</i>	pH	0,11	6,84	84	9,24
<i>DBO 5</i>	mg/l	0,11	1,81	84	9,24
<i>Cambio Temperatura</i>	°C	0,1	1,3	88	8,8
<i>Fosfato Total</i>	mg/l	0,1	0,12	95	9,5
<i>Nitratos</i>	mg/l	0,1	0,9	96	9,6
<i>Turbidez</i>	NTU	0,08	2	93	7,44
<i>Sólidos Totales</i>	mg/l	0,07	58	87	6,09

**79,22**

*Observaciones:* Rango de (71 a 90) BUENA CALIDAD

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.  
**RESP. TÉCNICO DEL LABORATORIO**

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

Avenida 11 de noviembre y Milton Reyes Riobamba Ecuador  
Teléfonos: 0998580374 03-2924322

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUAS**

*Solicitado por:* Srta. Evelin Samaniego  
*Fecha de análisis:* 06 de septiembre del 2018  
*Fecha de entrega de resultados:* 12 de septiembre del 2018  
*Tipo de muestra:* Agua superficial Río Quebrada  
*Localidad:* Parroquia San Isidro Cantón Morona

**PUNTO: RQPI**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

<i>Parámetros</i>	<i>Unidades</i>	<i>W</i>	<i>V. Análisis</i>	<i>I</i>	<i>W*I</i>
<i>Oxígeno Disuelto</i>	% Saturación	0,17	79	86	14,62
<i>Coliformes Fecales</i>	UFC/100ml	0,16	942	23	3,68
<i>pH</i>	pH	0,11	6,86	85	9,35
<i>DBO<sub>5</sub></i>	mg/l	0,11	1,27	92	10,12
<i>Cambio Temperatura</i>	°C	0,1	0,8	90	9
<i>Fosfato Total</i>	mg/l	0,1	0,12	95	9,5
<i>Nitratos</i>	mg/l	0,1	1,2	96	9,6
<i>Turbidez</i>	NTU	0,08	4,3	87	6,96
<i>Sólidos Totales</i>	mg/l	0,07	60	87	6,09
					<b>78,92</b>

*Observaciones:* Rango de (71 a 90) BUENA CALIDAD

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.  
**RESP. TÉCNICO DEL LABORATORIO**

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

Avenida 11 de noviembre y Milton Reyes Riobamba Ecuador  
Teléfonos: 0998580374 03-2924322

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUAS**

*Solicitado por:* Srta. Evelin Samaniego  
*Fecha de análisis:* 06 de septiembre del 2018  
*Fecha de entrega de resultados:* 12 de septiembre del 2018  
*Tipo de muestra:* Agua superficial Río Quebrada  
*Localidad:* Parroquia San Isidro Cantón Morona

**PUNTO: RQP2**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>W</b>	<b>V. Análisis</b>	<b>I</b>	<b>W*I</b>
<i>Oxígeno Disuelto</i>	% Saturación	0,17	85	91	15,47
<i>Coliformes Fecales</i>	UFC/100ml	0,16	816	24	3,84
<i>pH</i>	pH	0,11	6,88	85	9,35
<i>DBO 5</i>	mg/l	0,11	1,84	83	9,13
<i>Cambio Temperatura</i>	°C	0,1	0,5	91	9,1
<i>Fosfato Total</i>	mg/l	0,1	0,17	93	9,3
<i>Nitratos</i>	mg/l	0,1	1,1	96	9,6
<i>Turbidez</i>	NTU	0,08	5,5	85	6,8
<i>Sólidos Totales</i>	mg/l	0,07	59	87	6,09

**78,68**

*Observaciones:* Rango de (71 a 90) BUENA CALIDAD

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.  
**RESP. TÉCNICO DEL LABORATORIO**

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

Avenida 11 de noviembre y Milton Reyes Riobamba Ecuador  
Teléfonos: 0998580374 03-2924322

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUAS**

*Solicitado por:* Srta. Evelin Samaniego  
*Fecha de análisis:* 06 de septiembre del 2018  
*Fecha de entrega de resultados:* 12 de septiembre del 2018  
*Tipo de muestra:* Agua superficial Río Quebrada  
*Localidad:* Parroquia San Isidro Cantón Morona

**PUNTO: RQP3**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>W</b>	<b>V. Análisis</b>	<b>I</b>	<b>W*I</b>
<i>Oxígeno Disuelto</i>	% Saturación	0,17	81	88	14,96
<i>Coliformes Fecales</i>	UFC/100ml	0,16	904	23	3,68
<i>pH</i>	pH	0,11	6,90	86	9,46
<i>DBO<sub>5</sub></i>	mg/l	0,11	1,61	88	9,68
<i>Cambio Temperatura</i>	°C	0,1	2	85	8,5
<i>Fosfato Total</i>	mg/l	0,1	0,11	96	9,6
<i>Nitratos</i>	mg/l	0,1	1,3	96	9,6
<i>Turbidez</i>	NTU	0,08	4,2	88	7,04
<i>Sólidos Totales</i>	mg/l	0,07	104	87	6,09
					<b>78,61</b>

*Observaciones:* Rango de (71 a 90) BUENA CALIDAD

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.  
**RESP. TÉCNICO DEL LABORATORIO**

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

Avenida 11 de noviembre y Milton Reyes Riobamba Ecuador  
Teléfonos: 0998580374 03-2924322

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUAS**

Solicitado por: Srta. Evelin Samaniego  
Fecha de análisis: 06 de septiembre del 2018  
Fecha de entrega de resultados: 12 de septiembre del 2018  
Tipo de muestra: Agua superficial Río Quebrada  
Localidad: Parroquia San Isidro Cantón Morona

**PUNTO: RQP4**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	82	89	15,13
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0,16	1088	22	3,52
pH	pH	0,11	6,87	85	9,35
DBO5	mg/l	0,11	1,47	90	9,9
Cambio Temperatura	°C	0,1	1,8	86	8,6
Fosfato Total	mg/l	0,1	0,14	94	9,4
Nitratos	mg/l	0,1	1	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	5,5	85	6,8
Sólidos Totales	mg/l	0,07	64	87	6,09

**78,39**

Observaciones: Rango de (71 a 90) BUENA CALIDAD

Atentamente,



Dra. Gina Alvarez R.  
RESP. TÉCNICO DEL LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



**ANEXO J:** Tabla 1, Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo Humano y Doméstico, Anexo 1, Libro VI del TULSMA.

<b>PARÁMETRO</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CRITERIO DE CALIDAD</b>
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr <sup>6</sup>	mg/l	0,05
Fluoruro	F	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	< 4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/l	< 2
Hierro total	Fe	mg/l	1
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100

**Nota:** Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

**Fuente:** (Ministerio del Ambiente, 2015; Núñez, 2015)