

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA



## ÁREA DE AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CHURUYACU EN EL BARRIO SAN RAFAEL DE LA CIUDAD DE PUYO, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL”

Tesis previa a la obtención del Título en Manejo y Conservación del Medio Ambiente.

**AUTOR:** Brian Javier Poveda Flores

**DIRECTOR DE TESIS:** Ing. Fausto Ramiro García Vasco Mg.Sc.

**Loja - Ecuador**

**2016**

## AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

ING. FAUSTO RAMIRO GARCÍA VASCO

DOCENTE DE LA CARRERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL PLAN DE CONTINGENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, SEDE TENA.

### CERTIFICA:

Que la tesis titulada: “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CHURUYACU EN EL BARRIO SAN RAFAEL DE LA CIUDAD DE PUYO, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL”. Desarrollada por el Sr. Brian Javier Poveda Flores, ha sido elaborada bajo mi dirección y cumple con los requisitos de fondo y de forma que exigen los respectivos reglamentos e instrumentos. Por ello autorizo su presentación y sustentación.

Tena, 26 de septiembre de 2016



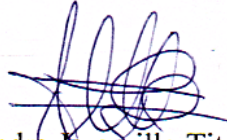
Ing. Fausto Ramiro García Vasco; Mg.Sc  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

## CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

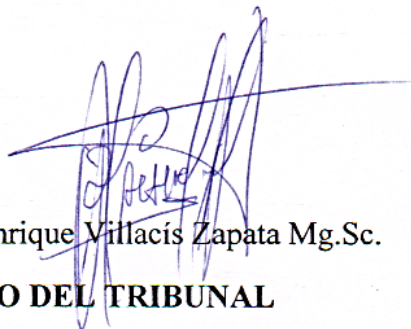
Los Miembros del Tribunal de Grado abajo firmantes, certificamos que el Trabajo de Titulación denominado “**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CHURUYACU EN EL BARRIO SAN RAFAEL DE LA CIUDAD DE PUYO, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**”, presentado por el señor: Brian Javier Poveda Flores, de la carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente del Plan de Contingencia de la Universidad Nacional de Loja, Sede Tena, ha sido corregido y revisado; por lo que autorizamos su presentación.

Atentamente;

Tena, 22 de Noviembre de 2016



Ing. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña; Mg.Sc.  
**PRESIDENTA**



1  
3. Washington Enrique Villacís Zapata Mg.Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lcdo. Diego Patricio Chiriboga Coca. Mg.Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AUTORÍA**

Yo, **BRIAN JAVIER POVEDA FLORES**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el repositorio institucional-biblioteca Virtual.

**AUTOR:** Brian Javier Poveda Flores

**FIRMA:**



**CÉDULA:** 160052247-6

**FECHA:** Loja, Noviembre del 2016

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

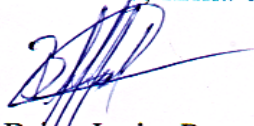
Yo, **BRIANJAVIER POVEDA FLORES**, declaro ser autor de la Tesis titulada: "DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CHURUYACU EN EL BARRIO SAN RAFAEL DE LA CIUDAD DE PUYO, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL". Como requisito para optar al grado de **INGENIERO EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**: autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja 23 días del mes de Noviembre del 2016, firma el autor.

**FIRMA:**



**AUTOR:** Brian Javier Poveda Flores

**CÉDULA:** 160052247-6

**DIRECCIÓN:** Puyo, Pastaza, Barrio Amazonas, Calle Manabí y Citayacu

**CORREO ELECTRÓNICO:** brianjavierp@gmail.com

**TELÉFONO:** 2885795

**CELULAR:** 0987041822

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**DIRECTOR DE TESIS:** Ing. Ing. Fausto Ramiro García Vasco; Mg. Sc.

**TRIBUNAL DEL GRADO:**

Ing. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña, Mg. Sc.

PRESIDENTE

Lcdo. Diego Patricio Chiriboga Coca, Mg. Sc.

VOCAL

Ing. Washington Enrique Villacís Zapata. Mg. Sc.

VOCAL

## **DEDICATORIA**

La presente investigación la dedico con mucho amor y respeto a Dios, por permitirme seguir superándome día a día, a mis padres y familia por apoyarme y sobre todo por la paciencia que me brindaron en el transcurso de mi preparación académica.

Brian

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Loja por darme la oportunidad de incorporar nuevos saberes que elevaron mi vida con un profundo sentir humanista, social y técnico.

A mis maestras y maestros, personas maravillosas que calaron en mi corazón con su calidad humana y profesional.

A mis compañeras de promoción, con quienes compartí mis alegrías y preocupaciones, recibiendo siempre la motivación para seguir adelante.

Brian.

## ÍNDICE

Nº	CONTENIDO	PÁG.
	<b>PORTADA</b> .....	i
	<b>CERTIFICA</b> .....	ii
	<b>CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL</b> .....	iii
	<b>AUTORÍA</b> .....	iv
	<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
	<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
	<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xi
	<b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b> .....	xiii
	<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
	<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	xv
	<b>ÍNDICE DE CUADRO</b> .....	xvii
	<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xviii
	<b>ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS</b> .....	xix
<b>A.</b>	<b>TÍTULO</b> .....	1
<b>B.</b>	<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>C.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>D.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	6
4.1.4	Factores que contaminan el agua.....	8
4.2	Bioindicadores.....	14
4.2.1	Macroinvertebrados.....	14
4.2.2	Por qué se usan macroinvertebrados como indicadores .....	16
4.2.3	Por qué los macroinvertebrados son buenos bioindicadores.....	16



4.3.2	Principales Grupos Taxonómicos de Macro invertebrados Acuáticos. ....	19
4.3.2	Orden ephemeroptera.....	19
4.3.3	Orden diptera .....	20
4.3.4.	Orden plecoptera.....	20
4.3.5.	Phyllum anélida .....	21
4.3.6	Oligochaeta e hyrudinea. ....	21
4.3.7	Orden tricládida .....	21
4.3.8	Clase gasterópoda .....	22
4.3.3	Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party ) .....	22
4.5	ÍNDICE ETP.....	23
4.6	Plan de manejo ambiental.....	23
4.7	Marco legal.....	25
4.7.1	Constitución de la República del Ecuador .....	25
4.7.2	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria .....	27
4.7.3	LEY DE AGUAS, CODIFICACIÓN. ....	28
4.8	Marco conceptual .....	29
<b>E.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>32</b>
5.1.	Materiales.....	32
5.1.2.	Herramientas.....	32
5.2	Métodos.....	33
5.2.1	Ubicación del área de estudio.....	33
5.2.2.	Ubicación Geográfica.....	35
5.3.	Aspectos biofísicos y climáticos.....	37
5.3.1.	Aspectos biofísicos (Flora - Fauna) .....	37
5.3.2	Aspectos Climáticos .....	39
5.3.1	Tipo de investigación.....	43
5.5	Levantar una línea base de la calidad del agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.....	44

5.5.1.	Gestión institucional: .....	44
5.5.2.	Ubicación de los sitios de muestreo: .....	44
5.6.1	Identificación del punto de muestreo.....	47
5.6.2.	Recolección de las muestras de agua para el análisis Físico- Químico y Microbiológico .....	47
<b>F.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>56</b>
6.1	Levantar una línea base de la calidad del agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.....	56
6.1.1	Gestión institucional .....	56
6.1.2	Ubicación del sitio de muestreo .....	56
6.1.3.	Elaboración y aplicación de la encuesta .....	58
6.2.1	Identificación del punto de muestreo .....	73
6.2.2	Recolección de las muestras de agua para el análisis Físico- Químico y Microbiológico .....	73
6.2.3	Procedimiento de la toma de las muestras .....	73
6.2.4	Muestreo de Macroinvertebrados .....	90
6.3	Proponer un plan de manejo ambiental para el Barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.....	95
	Programa 1 Programa de relaciones comunitarias .....	96
	Programa 2: Programa de Educación y Capacitación Ambiental .....	97
	Programa 3: Programa para el manejo de desechos .....	98
	Programa 4 Rehabilitaciones de áreas afectadas .....	99
	Programa 5: Monitoreo ambiental .....	100
<b>G.</b>	<b>DISCUSION</b> .....	<b>102</b>
<b>H.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>105</b>
<b>I.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>106</b>
<b>J.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>107</b>
<b>K.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>110</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Tabla 1</b>	Clasificación de sensibilidad.....	16
<b>Tabla 2</b>	Temperatura .....	39
<b>Tabla 3</b>	Precipitación.....	40
<b>Tabla 4</b>	Humedad Atmosférica .....	41
<b>Tabla 5</b>	Heliofanía.....	42
<b>Tabla 6</b>	Localización de los puntos de muestreo .....	47
<b>Tabla 7</b>	Parámetros físico – químicos y microbiológicos. ....	50
<b>Tabla 8</b>	Edad del encuestado .....	59
<b>Tabla 9</b>	Nacionalidad .....	60
<b>Tabla 10</b>	Sexo .....	61
<b>Tabla 11</b>	Cuál es su actividad económica.....	62
<b>Tabla 12</b>	Conoce el Río Churuyacu .....	63
<b>Tabla 13</b>	Calidad del agua en el Río Churuyacu .....	64
<b>Tabla 14</b>	Está contaminado el Río Churuyacu .....	65
<b>Tabla 15</b>	Observado fuentes de contaminación .....	66
<b>Tabla 16</b>	Descargas directas al Río Churuyacu .....	67
<b>Tabla 17</b>	Flora en el trayecto Río Churuyacu .....	68
<b>Tabla 18</b>	Fauna en el trayecto Río Churuyacu.....	69
<b>Tabla 19</b>	Fauna en el trayecto Río Churuyacu.....	70
<b>Tabla 20</b>	Información necesaria para evitar la contaminación .....	71
<b>Tabla 21</b>	Colaborar y participar en capacitaciones .....	72
<b>Tabla 22</b>	Análisis de aguas de los tres puntos .....	75
<b>Tabla 23</b>	Color promedio del agua de los tres puntos del Río Churuyacu .....	76

<b>Tabla 24</b>	Promedio de pH de los tres puntos del Río Churuyacu .....	77
<b>Tabla 25</b>	Límites permisibles de conductividad .....	78
<b>Tabla 26</b>	Turbidez de los tres puntos .....	79
<b>Tabla 27</b>	Cloruros de los tres puntos del Río Churuyacu .....	80
<b>Tabla 28</b>	Dureza de los tres puntos de Río Churuyacu .....	81
<b>Tabla 29</b>	Demanda bioquímica de oxígeno .....	82
<b>Tabla 30</b>	Promedio permisible de hierro .....	83
<b>Tabla 31</b>	Promedio permisible de amonio .....	84
<b>Tabla 32</b>	Porcentaje de nitritos .....	85
<b>Tabla 33</b>	Sólidos totales disueltos .....	86
<b>Tabla 34</b>	Sólidos Totales .....	87
<b>Tabla 35</b>	Coliformes totales .....	88
<b>Tabla 36</b>	Coliformes Fecales .....	89
<b>Tabla 37</b>	Puntuación asignada a cada familia por el índice BMWP .....	91
<b>Tabla 38</b>	Resultado de los tres puntos de muestreo con el índice ETP .....	93

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Nº</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
<b>IMAGEN 1.</b>	ESCALA DEL PH.....	12
<b>IMAGEN 2.</b>	HÁBITAT DE LOS MACROINVERTEBRADOS .....	15
<b>IMAGEN 3.</b>	VISTA DE UN MACROINVERTEBRADO .....	17
<b>IMAGEN 4.</b>	ETIQUETA PARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUAS.....	48
<b>IMAGEN 5</b>	ETIQUETA PARA ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DE AGUA.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	CONTENIDO	PÁG.
<b>Figura 1.</b>	Mapa Geográfico del área de estudio.....	34
<b>Figura 2.</b>	Mapa Ubicación política del área de estudio.....	36
<b>Figura 3.</b>	Mapa Ubicación del sitio de muestreo .....	57

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	CONTENIDO	PÁG.
<b>Gráfico 1</b>	Temperatura .....	39
<b>Gráfico 2</b>	Precipitación.....	40
<b>Gráfico 3</b>	Humedad Atmosférica .....	41
<b>Gráfico 4</b>	Heliofanía.....	42
<b>Gráfico 5</b>	Edades.....	59
<b>Gráfico 6</b>	Nacionalidad .....	60
<b>Gráfico 7</b>	Sexo del encuestado.....	61
<b>Gráfico 8</b>	Actividad Económica.....	62
<b>Gráfico 9</b>	Conoce el Río Churuyacu .....	63
<b>Gráfico 10</b>	Calidad del agua en el Río Churuyacu .....	64
<b>Gráfico 11</b>	Está contaminado el Río Churuyacu .....	65
<b>Gráfico 12</b>	Fuentes de contaminación.....	66
<b>Gráfico 13</b>	Descargas directas al Río Churuyacu .....	67
<b>Gráfico 14</b>	Flora en el trayecto Río Churuyacu .....	68
<b>Gráfico 15</b>	Fauna (Animales/aves) en el trayecto Río Churuyacu .....	69
<b>Gráfico 16</b>	Fauna (Peces) en el trayecto Río Churuyacu .....	70
<b>Gráfico 17</b>	Información necesaria para evitar la contaminación Churuyacu .....	71
<b>Gráfico 18</b>	Colaborar y participar en capacitaciones .....	72
<b>Gráfico 19</b>	Color promedio del agua de los tres puntos del Río Churuyacu .....	76
<b>Gráfico 20</b>	Promedio de ph de los tres puntos.....	77
<b>Gráfico 21</b>	Conductividad de los tres puntos del Río Churuyacu .....	78
<b>Gráfico 22</b>	Turbidez /UNT .....	79
<b>Gráfico 23</b>	Análisis de los tres puntos de cloruros del Río Churuyacu .....	80

<b>Gráfico 24</b>	Dureza de los tres puntos de Río Churuyacu .....	81
<b>Gráfico 25</b>	emanda Bioquímica de Oxígeno .....	82
<b>Gráfico 26</b>	Promedio permisible de hierro .....	83
<b>Gráfico 27</b>	Promedio permisible de amonio .....	84
<b>Gráfico 28</b>	Porcentaje de nitritos .....	85
<b>Gráfico 29</b>	Sólidos totales disueltos .....	86
<b>Gráfico 30</b>	Sólidos Totales .....	87
<b>Gráfico 31</b>	Cliformes totales.....	88
<b>Gráfico 32</b>	Coliformes Fecales .....	89
<b>Gráfico 33</b>	Puntuación asignada a cada familia por el índice BMWP .....	92
<b>Gráfico 34</b>	Calidad del agua mediante el índice ETP .....	94



## ÍNDICE DE CUADRO

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG</b>
<b>Cuadro 1</b>	Flora del sector.....	37
<b>Cuadro 2</b>	Fauna del sector.....	38

## ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	CONTENIDO	PÁG.
<b>Anexo 1.</b>	Oficio dirigido al presidente del barrio San Rafael .....	110
<b>Anexo 2.</b>	Encuesta realizada a los habitantes del barrio San Rafael .....	111
<b>Anexo3.</b>	Registros climáticos históricos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología .....	113
<b>Anexo 4.</b>	Resultados de los análisis Físico, Químico y Microbiológico .....	114
<b>Anexo 5.</b>	Resultados de los análisis Físico, Químico y Microbiológico .....	115
<b>Anexo 6.</b>	Resultados de los análisis Físico, Químico y Microbiológico .....	116
<b>Anexo7.</b>	Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del B.M.W.P.....	117
<b>Anexo 8.</b>	Resultados de la suma de macroinvertebrados de los tres puntos .....	118
<b>Anexo 9.</b>	Tabla de valoración del índice BMWP .....	119
<b>Anexo 10.</b>	Hoja de campo para el índice ETP .....	120
<b>Anexo 11.</b>	Resultados de los tres puntos de muestreo con el índice ETP.....	121
<b>Anexo 12.</b>	Tabla de valoración del índice ETP.....	122
<b>Anexo 13.</b>	Fotografías.....	123

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Nº	CONTENIDO	PÁG.
<b>Foto 1.</b>	Encuestas a los habitantes del sector .....	123
<b>Foto 2.</b>	Encuestas a los habitantes del sector .....	123
<b>Foto 3.</b>	Envases utilizados para la recolección de muestras .....	124
<b>Foto 4.</b>	Punto de recolección de la primera muestra .....	124
<b>Foto 5.</b>	Punto de recolección de la segunda muestra .....	125
<b>Foto 6.</b>	Punto de recolección de la tercera muestra .....	125
<b>Foto 7.</b>	Basura arrojada en el Río Churuyacu .....	126
<b>Foto 8.</b>	Análisis de las muestras de agua en laboratorio .....	127
<b>Foto 9.</b>	Análisis de agua en el digestor DBO .....	127
<b>Foto 10.</b>	Resultado de las coliformes fecales .....	128
<b>Foto 11.</b>	Recolección de macroinvertebrados .....	128
<b>Foto 12.</b>	Identificación de macroinvertebrados .....	129
<b>Foto 13.</b>	Familia Baetidae del Orden Ephemeroptera. ....	129
<b>Foto 14.</b>	Familia Leptoceridae del Orden Trichoptera. ....	130
<b>Foto 15.</b>	Familia Gomphidae del orden Odonata. ....	130
<b>Foto 16.</b>	Familia Corydalidae del orden Megaloptera. ....	131
<b>Foto 17.</b>	Familia Psephenidae del Orden Coleoptera. ....	131

## **A TÍTULO**

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CHURUYACU EN EL BARRIO SAN RAFAEL DE LA CIUDAD DE PUYO, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL”

## **B. RESUMEN**

El barrio San Rafael, de la ciudad de Puyo, sector que cuenta con actividades como la agricultura, ganadería, y asentamientos humanos en sus riveras, con una serie de impactos al medio ambiente, alterando la calidad del recurso hídrico, pérdida de la biodiversidad acuática, y la fauna del sector, en el sector se recolectó tres muestras de agua cada 100m para ser analizadas en el laboratorio y poder observar su grado de contaminación, se procedió a recoger macroinvertebrados en los tres puntos de muestreo con la ayuda de una red surber, para su clasificación se aplicó el índice BMWP y ETP para tener una mayor precisión en la investigación. Se cotejó los análisis de laboratorio con los resultados de los índices BMWP con su resultado de 61-100 perteneciente a la clase II aguas ligeramente contaminadas y ETP con su resultado 50-74% que se encuentra dentro de los límites permitidos, indicándonos que las agua del Río Churuyacu están ligeramente contaminadas, para salvaguardar este recurso hídrico e impedir más la contaminación del río se propone un Plan de Manejo Ambiental, con la finalidad de favorecer al recurso hídrico, con cinco programas: de relaciones comunitarias, de Educación y Capacitación Ambiental, de manejo de desechos, de rehabilitación de áreas afectadas, y Programa para monitoreo Ambiental, que permitirán mitigar los impactos existentes.

**Palabras clave:** Índice EPT, Índice BMWP, Macroinvertebrados, Plan de Manejo Ambiental

## **ABSTRACT**

Agriculture, livestock, and human settlements on its banks, with a series of impacts to the environment, altering the quality of water resources, loss of aquatic biodiversity, and fauna of the sector, in the sector three samples of water were collected every 100m To be analyzed in the laboratory and to be able to observe their degree of contamination, we proceeded to collect macroinvertebrates at the three sampling points with the help of a surber network, for their classification the BMWP and ETP index was applied to have a greater precision in the investigation. We compared the laboratory analyzes with the results of the BMWP indices with their 61-100 score belonging to class II slightly contaminated waters and ETP with their 50-74% result that is within the allowed limits, indicating to us that the water Of the Churuyacu River are slightly contaminated, in order to safeguard this water resource and prevent further pollution of the river, an Environmental Management Plan is proposed, with the purpose of favoring the water resource, with five programs: community relations, Environmental Education and Training, Waste management, rehabilitation of affected areas, and Environmental Monitoring Program, which will mitigate the existing impacts.

**Keywords:** EPT Index, BMWP Index, Macroinvertebrates, Environmental Management Plan

## C. INTRODUCCIÓN

El Ecuador cuenta con la ventaja de su ubicación en la zona ecuatorial, lo que le permite tener varios pisos climáticos así como micro climas favorables, para la formación de fuentes acuíferas. Los ríos de la ciudad de Puyo forman un importante recurso hídrico, que actualmente enfrentan varios problemas con respecto a su calidad, ya que todas las descargas producto de varias actividades antrópicas son depositadas en los afluentes hídricos sin ningún tipo de tratamiento alterando las condiciones para diferentes usos como la preservación de la flora, consumo humano entre otros.

Por tal razón se plantea el tema investigativo titulado “Determinación de la calidad de agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael de la ciudad de Puyo, mediante la identificación de macroinvertebrados acuáticos y análisis físico químico y microbiológico, para proponer un plan de Manejo Ambiental”, el cual obtuvo como propósito analizar la situación actual del agua del recurso hídrico.

Para desarrollar este trabajo se utilizó los índices de (Biological Monitoring Working Party) propuesta por (Roldán Pérez, 2011) y ETP (Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) propuesto por (Carrera & Fierro, 2001), estos son utilizados en análisis de calidad del agua así mismo se utilizaron los métodos descriptivo, documental y de campo. La investigación permitió obtener información relevante, referente a los análisis físico, químico y microbiológicos, con los resultados obtenidos se consiguió evaluar la calidad del recurso hídrico, a pudiendo brindarles la información a los residentes del barrio San Rafael, sobre el estado actual en el que se encuentra el Río Churuyacu.

Para desarrollar el tema de investigación se planteó los siguientes objetivos:

### **Objetivo general:**

- Determinar la calidad de agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael de la ciudad de Puyo, mediante la identificación de macro invertebrados acuáticos y análisis físico químico y microbiológico, para proponer un plan de manejo ambiental.

### **Objetivos Específicos.**

- Levantar una línea base de la calidad del agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.
- Determinar la calidad de agua del Río Churuyacu en el barrio san Rafael de la ciudad de Puyo, mediante la identificación de macro invertebrados acuáticos, análisis físico-químico y microbiológico.
- Proponer un plan de manejo ambiental para el barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.



## **D. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1. Agua**

Compuesto químico estable, está formado por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno su fórmula es H<sub>2</sub>O. El agua es inodora, insípida e incolora, el 71% de la Tierra se encuentra cubierta de agua. El agua es la única sustancia que existe a temperaturas ordinarias en los tres estados de la materia, solido, líquido y gaseoso (Venemedia, 2015)

#### **4.1.1 Importancia del agua**

El agua constituye más del 80% del cuerpo de la mayoría de los organismos, e interviene en la mayor parte de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos. Extiende un importante papel en la fotosíntesis de las plantas y, además, sirve de hábitat a una gran parte de los organismos.

La importancia del agua para la vida de todos los seres vivos, debido a aumento de las necesidades del continuo desarrollo de la humanidad, el hombre está en la obligación de proteger estos recursos e impedir toda influencia nociva sobre las fuentes del preciado líquido.

Es una práctica frecuente la de ubicar fábricas y asentamientos humanos en los márgenes de los ríos, para utilizar el líquido vital, al mismo tiempo, verter los residuos del proceso industrial y de la actividad humana. Esto trae como resultado la contaminación de las fuentes de agua y, por consiguiente, la pérdida de grandes volúmenes de este recurso.

### **4.1.2 Contaminación del agua**

La contaminación del agua se la deduce como la acción de introducir algún material, alterando su calidad y la composición química, el agua que proviene de ríos, lagos y quebradas es objeto de una severa contaminación, muchas veces producidas por las actividades del hombre.

Los ríos y mares poseen una elevada capacidad de reciclarse a sí mismos. Las bacterias que componen el agua descomponen los desechos orgánicos, que alimentan a peces y plantas. Gracias a su actividad estos seres vivos hacen que el oxígeno y el carbono retornen a la biosfera (ONG Christian Aid, 2009)

Existen varias fuentes de contaminación hídricas a causa de actividades domésticas, industriales y agrícolas, toda esta contaminación se debe a los desechos que el ser humano arroja los ríos como residuos industriales, pesticidas desechos orgánicos entre otros.

### **4.1.3 Causas de la contaminación del agua**

Todas estas actividades perturban a los seres vivos, provocando en los humanos enfermedades como la diarrea, el cólera, el cáncer, entre tantas otras, que en la mayoría de casos son mortales todo esto se debe por muchas razones como son:

- Actividades como la producción agrícola o ganadera, que utiliza productos químicos como fertilizantes, plaguicidas, pesticidas, herbicidas, entre otros.
- Destrucción de las cuencas, por el corte de árboles y la construcción de carreteras que producen exceso de escorrentía.

- Descargas urbanas cuyo contenido incluye los desechos de nuestra vida cotidiana: productos de aseo, medicinas, se juntan con bacterias, metales pesados como el mercurio y el plomo y varios compuestos del petróleo.

- 

#### **4.1.4 Factores que contaminan el agua**

La contaminación de agua dulce se reduce básicamente a cualquier cambio se produzca en los ecosistemas marinos ya sea de manera natural o artificial. Las consecuencias que pueden llegar a tener estas contaminaciones pueden ser variadas y de distintas magnitudes, algunas pueden disminuir el buen hábitat del hombre en relación a dichas aguas y otras incluso pueden llegar a destruir comunidades acuáticas enteras los principales contaminantes del agua son los siguientes. (Ecopreneur, 2010)

- Sustancias orgánicas biodegradables: son aquellas sustancias que se encuentran en descomposición, como lo son las heces de animales o incluso las heces humanas.
- Sólidos en suspensión: aquellos materiales que restan de distintos trabajos de construcción, dragados o la industria de la cerámica. Generalmente llegan a las aguas siendo arrojados por el hombre.
- Sustancias orgánicas artificiales: son aquellas en la que el hombre tiene una influencia directa, ya que mayoritariamente no son biodegradables, como los hidrocarburos, anilinas, etc.
- Sustancias inorgánicas artificiales: también producidas por el hombre y producto de la minería y la industria como dispersantes para la explotación de minas o distintos metales pesados
- Cambios térmicos: son aquellos cambios producidos en la temperatura del agua por la mezcla de la misma. Generalmente se da en las centrales

nucleares o distintas industrias que liberan sus desechos a este tipo de agua.

- Agentes patógenos: todos aquellos que ingresan por distintas unidades sanitarias que no fueron debidamente esterilizadas.
- Agentes radiactivos: todos aquellos de origen nuclear o de tecnologías similares.
- Nutrientes vegetales que pueden estimular al crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del urano y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.

#### **4.1.5 Parámetros físicos - químicos del agua.**

Las propiedades físico-químicas del agua se comportan como un magnífico disolvente tanto de compuestos orgánicos como inorgánicos, ya sean de naturaleza polar o apolar; de forma que podemos encontrarnos con una gran cantidad de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas diferentes que modifican sus propiedades.

a. **Parámetros físicos:**

- **Color.-** Es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Existen muchas causas y por ello no podemos atribuirlo a un constituyente en exclusiva, aunque algunos colores específicos dan una idea de la causa que los provoca, sobre todo en las aguas naturales. El agua pura es bastante incolora sólo aparece como azulada en grandes espesores.

Las medidas de color se hacen en laboratorio por comparación, y se suelen medir en ppm de platino, las aguas subterráneas no suelen sobrepasar las 5 ppm de platino (pt) pero las superficiales pueden alcanzar varios cientos de ppm de platino. La eliminación suele hacerse por coagulación-floculación con posterior filtración o la absorción en carbón activo.

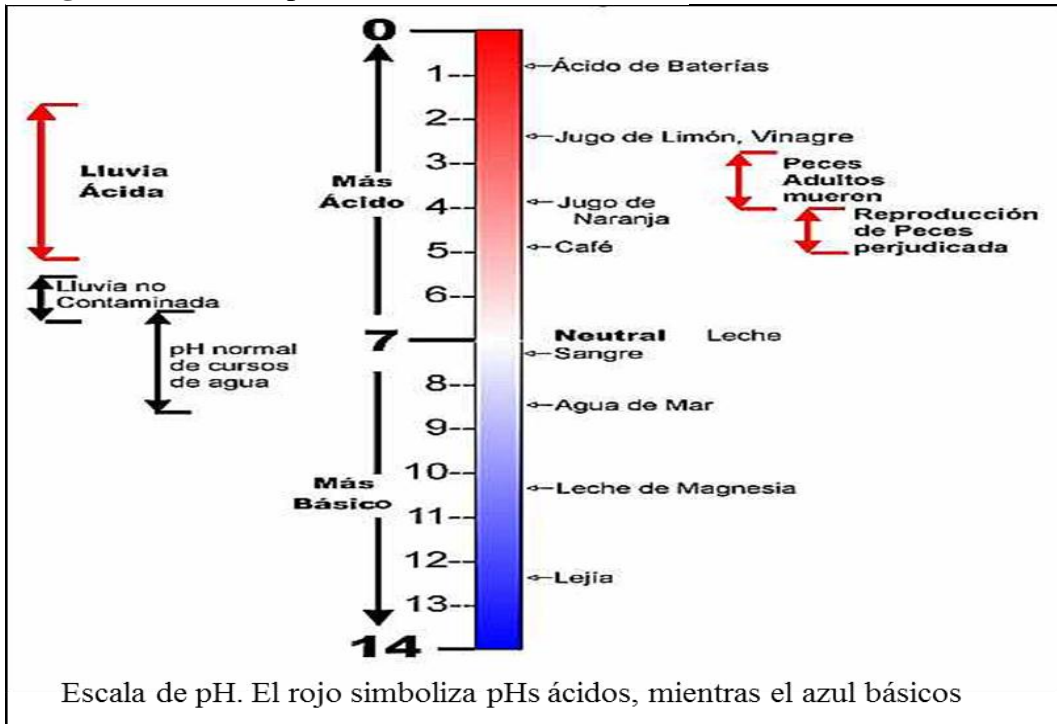
- **Turbidez.-** Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones. La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias, la medición en ppm de óxido de silicio ( $\text{SiO}_4$ ) ha sido muy utilizada pero se aprecian variaciones según las técnicas empleadas. Otra forma es mediante célula fotoeléctrica, existen numerosos tipos de turbidímetros. Se elimina por procesos de coagulación, decantación y filtración (Bonsai Menorca, 2011)
- **Conductividad y Resistividad.-** La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad y la resistividad es la medida recíproca. Son indicativas de la materia ionizable presente en el agua. El agua pura prácticamente no conduce la electricidad; por lo tanto la conductividad que podamos medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua. Es por lo tanto un parámetro físico bastante bueno para medir la calidad de un agua, pero deben darse tres condiciones fundamentales para que sea representativa:

- No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables.
- Las mediciones se realicen a la misma temperatura.
- La composición del agua se mantenga relativamente constante.

Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada “in situ” provocando alteraciones tanto químicas como biológicas que originan la desaparición de unas especies acuáticas como los peces, en favor de otras (hongos).

- **Potencial de Hidrogeno (pH).**- Goyenola, (2007) define como una medida que expresa el grado de acidez de una solución en una escala que varía entre 0 y 14 la acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Los cambios en la acidez pueden ser causados por la actividad propia de los organismos, deposición atmosférica (lluvia ácida), características geológicas de la cuenca y descargas de aguas de desecho. El pH afecta procesos químicos y biológicos en el agua. La mayor parte de los organismos acuáticos prefieren un rango entre 6,5 y 8,5. pHs por fuera de este rango suele determinar disminución en la diversidad, debido al estrés generado en los organismos no adaptados. Bajos pHs también pueden hacer que sustancias tóxicas se movilicen.

Imagen 1. Escala del pH



Fuente: (BARBA, 2005)

- **Dureza.-** Es la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.

#### b. Parámetros químicos

- Demanda Química de Oxígeno (DQO), Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, por el total de materias oxidables orgánicas e inorgánicas. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm.

- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios, se suele referir al consumo en 5 días (DBO5), también suele emplearse, pero menos el (DBO21) de 21 días. Se mide en ppm de oxígeno que se consume.
- Hierro, es un catión muy importante desde el punto de vista de contaminación, aparece en dos formas: ión ferroso,  $Fe^{++}$ , o más oxidado como ión férrico,  $Fe^{+++}$ . La estabilidad y aparición en una forma u otra depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras, composición de la solución, afecta a la potabilidad de las aguas y es un inconveniente en los procesos industriales por provocar incrustaciones, para que parezcan contenidos de hierro de varias docenas de ppm hacen falta que el medio sea ácido.
- Sólidos totales disueltos (TDS), es uno de los principales indicadores de la calidad del agua, se puede expresar en miligramos por litro (mg/l) o ppm la medición se lo hace con medidores de TDS, se deber realizar su análisis antes del tratamiento de descalcificación de agua. Durante el proceso de descalcificación de agua los carbonatos son sustituidos por sodio, lo que no altera la concentración total de sólidos disueltos pero disminuye la dureza del agua.
- Oxígeno disuelto (OD), proviene del oxígeno en el aire que se ha disuelto en el agua, parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, por lo que ríos con muchas plantas en días de sol pueden presentar sobresaturación de OD. Otros factores como la salinidad, o la altitud (debido a que cambia la presión). La cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) depende de la temperatura. El agua más fría puede contener más oxígeno en ella que el agua más caliente. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 7 y 12 partes por millón (ppm o mg/l). A veces se expresan en términos de Porcentaje de Saturación. Debido a la baja solubilidad (capacidad que posee determinada sustancia para disolverse) de  $O_2$  la resistencia de los



diferentes organismos acuáticos, a bajos contenidos de oxígeno, es variable. Es necesario mencionar que los invertebrados acuáticos poseen pigmentos respiratorios que les permiten vivir en aguas pobres de oxígeno, por ejemplo están los oligoquetos entre otros.

## **4.2 Bioindicadores**

Mercedes,( 2009) afirma que un bioindicador es un indicador consistente en una especie vegetal, hongo o animal; o formado por un grupo de especies (grupo eco-sociológico) o agrupación vegetal cuya presencia (o estado) nos da información sobre ciertas características ecológicas, es decir, (físico-químicas, micro-climáticas, biológicas y funcionales), del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio, muchos organismos, sumamente sensibles a su medio ambiente, cambian aspectos de su forma, desaparecen o, por el contrario, prosperan cuando su medio se contamina. Cada etapa de autodepuración en un río que sufrió una descarga de materia orgánica se caracteriza por la presencia de determinados indicadores. Según su sensibilidad a la polución orgánica se clasificaron especies como intolerantes, facultativas, o tolerantes.

### **4.2.1 Macroinvertebrados**

(Carrera &. F., 2011) Menciona que los organismos que se pueden ver a simple vista se llaman macro porque son grandes (miden entre 2mm y 30cm), invertebrados porque no tienen huesos. Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo se puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada.

No sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia. Estos bichos, al crecer, se transforman en

moscas que provocan enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de Chagas. Los macro invertebrados incluyen larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chicaposos, perros de agua o moscas de aliso. Inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre, además de los insectos, otros macro invertebrados son: caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río o minchillas, planarias, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupa-sangres.

Los macroinvertebrados tienen una especial importancia en los ecosistemas acuáticos, al constituir el componente de biomasa animal más importante en muchos tramos de ríos y jugar un papel fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas. Es decir, a nivel de grupo, los macroinvertebrados acuáticos van a consumir la materia orgánica fabricada en el río por los organismos fotosintéticos, como algas o briófitos.

### **Imagen 2.** Hábitat de los macroinvertebrados



Fuente: **Manual de monitoreo 2008**

#### 4.2.2 Por qué se usan macroinvertebrados como indicadores

Los científicos han clasificado a cada macroinvertebrado con un número que indica su sensibilidad a los contaminantes. Estos números van del 1 al 10. El 1 indica al menos sensible, y así, gradualmente, hasta el 10, que señala al más sensible, de acuerdo con esta sensibilidad se clasifican en cinco grupos:

**Tabla 1.** Clasificación de sensibilidad

<b>SENSIBILIDAD</b>	<b>CALIDAD DE AGUA</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
No aceptan contaminantes	Muy buena	9-10
Aceptan poco contaminantes	Buena	7-8
Aceptan contaminantes	Regular	5-6
Aceptan contaminantes	Mala	3-4
Muchos contaminantes	Muy mala	1-2

**Fuente:** Manual de monitoreo 2008

**Elaborado por:** El Autor

La ventaja de utilizar a los macro invertebrados bentónicos como bioindicadores, residen en que se trata de una comunidad diversa de especies, por lo que presentan una enorme gama de tolerancia frente a diversos parámetros de contaminación, ya sea durante todo su ciclo vital (como los moluscos) o parte de él como muchos insectos, en los que la fase adulta es terrestre y la fase larvaria es acuática (MEDINA VALDIVIA, YASMY KARINA, 2011)

#### 4.2.3 Por qué los macroinvertebrados son buenos bioindicadores

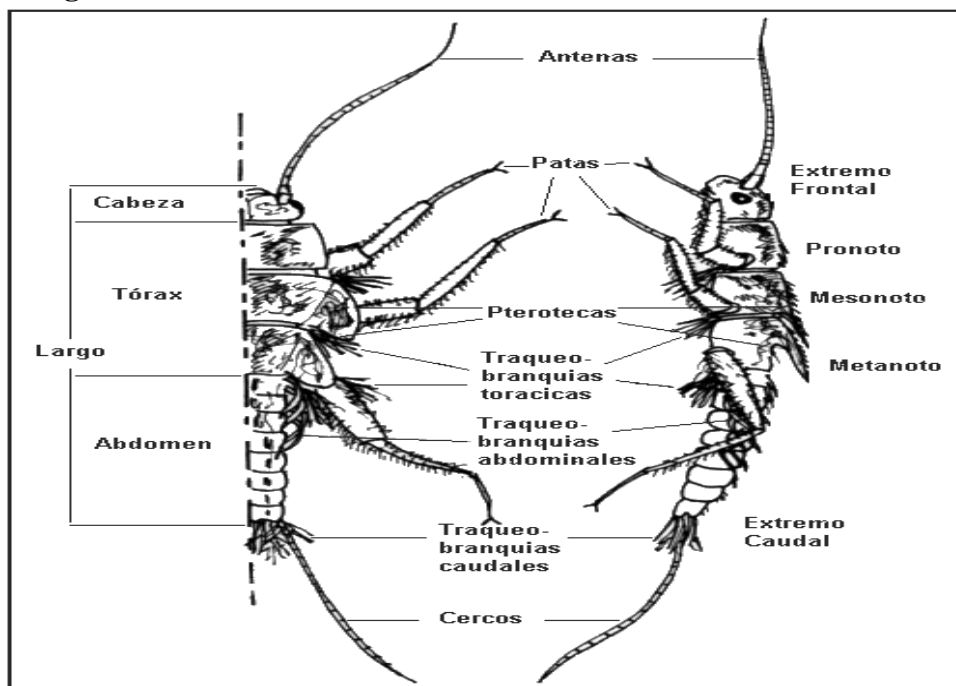
¿Qué es un bioindicador? Es un organismo, acuático en este caso, que por su mera presencia o mayor o menor abundancia nos indica alguna condición del ecosistema acuático, como el grado de contaminación

Lo importante es que los diferentes taxones de macroinvertebrados presentan niveles de tolerancia muy variados frente a distintos tipos de perturbaciones del ecosistema, de manera que podemos asociar la presencia de

diferentes grupos con la existencia o no de una perturbación concreta. Por lo tanto, la presencia y abundancia de diversas familias de plec6pteros en un tramo fluvial nos indica la ausencia de contaminaci6n en el mismo. La utilizaci6n de indicadores biol6gicos frente a los habituales an6lisis f6sico-qu6micos de los ecosistemas acu6ticos presenta numerosas ventajas, entre las que destacan:

- La integraci6n espacial y temporal, de manera que la informaci6n que nos aportan no se reduce ni al tramo ni al momento concreto en el que se estudian.
- La capacidad de respuesta frente a diferentes tipos de perturbaciones del ecosistema, no solo frente a la calidad qu6mica del agua, de manera que son capaces de detectar la alteraci6n que se produce en el r6o frente a perturbaciones como la regulaci6n hidrol6gica, alteraciones del h6bitat fluvial, invasiones biol6gicas, etc. Las perturbaciones producidas por las acciones del ser humano en la calidad del agua de un r6o pueden provocar cambios en toda la comunidad, llegando al punto de reducir la comunidad a unas pocas especies tolerantes.

**Imagen 3.** Vista de un macroinvertebrado



Fuente: Mario S6nchez de Bustamante 2006

El uso de macro invertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua presenta las siguientes características:

- Los organismos integran las condiciones ambientales a lo largo del tiempo.
- Las comunidades biológicas (familias) son sensibles a los efectos de un estrés Múltiple y pueden manifestar un impacto acumulativo.
- La capacidad de detección de un amplio espectro de productos tóxicos.
- Permiten la detección de contaminación intermitente y perturbaciones sutiles.
- Que no se pueden detectar con estudios físico-químicos convencionales.
- Sensibles a las alteraciones de corriente, destrucción de hábitat, sobreexplotación entre otros.

Permite estimar si han sido afectados por cambios físicos o químicos de su hábitat, pero no indica directamente cual es la causa específica que los afecta, lo cual debe ser estimado mediante su asociación con información del hábitat físico (substrato de fondo, velocidad de la corriente, profundidad) y a potenciales fuentes de estrés (contaminantes acuáticos). Entre los macroinvertebrados bentónicos las órdenes que se hallan presentes en el río son generalmente:

- Orden trichoptera
- Orden ephemeroptera
- Orden díptera
- Orden plecóptero

### **4.3.2 Principales Grupos Taxonómicos de Macro invertebrados Acuáticos.**

#### **4.3.1 Orden trichoptera**

(Carrera & F., 2011) Indica que los tricópteros son insectos que tienen aspecto de polillas y están provistas de dos pares de alas membranosas típicamente recubiertas de pelos. El desarrollo larval puede durar entre varios meses hasta años, dependiendo de la especie y también de los factores ambientales. Con ayuda de una seda que producen en una glándula bucal, construyen refugios y estuches o casitas portátiles, los cuales les sirven de camuflaje y protección. En algunas familias, la seda es utilizada para construir pequeñas redes de captura, ya sea para capturar presas o bien para filtrar del agua la materia orgánica en suspensión. Esta utilización de seda hace posible que existe una extraordinaria diversidad ecológica entre las especies de tricópteros.

#### **4.3.2 Orden ephemeroptera**

Conocidos vulgarmente como efímeras, efémeras o cachipollas. Es el orden de insectos alados más antiguos que existe en la actualidad. Se conocen más de 3.000 especies que habitan todas las regiones biogeográficas excepto la Antártida, las fases juveniles son acuáticas y los adultos son frágiles y delicados, con alas membranosas que no pueden plegarse sobre el abdomen y se mantienen en posición vertical, y dos o tres "colas" (cercos) en la extremidad del abdomen; su vida en la fase adulta es muy corta (horas o días), de donde deriva el nombre del grupo (en griego *ephemeros* = de un día). (Carrera & F., 2011)

### **4.3.3 Orden diptera**

Los dípteros tiene el cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. Su cabeza es muy móvil que consta de antenas, ojos compuestos, aparato bucal de tipo chupador (en algunos casos tipo picador) y 3 ocelos dispuestos en triangulo; el tórax se divide en tres partes, cada una de ellas compuestas por un par de patas; su abdomen es segmentado y al final del abdomen presenta su aparato genital (Carrera & F., 2011)

Los dípteros constituyen un grupo de insectos muy numeroso, tanto en cuanto el número de especies como de ejemplares. Se trata de insectos bastantes o muy abundantes en el campo. Al igual que otros insectos bastante o muy abundantes en el campo. Se pueden capturar por manguero aunque existen especies muy pequeñas de dípteros, de pocos milímetros de tamaño, por lo que la malla debe ser muy fina para que no se pierda muestra.

### **4.3.4. Orden plecoptera**

Los plecópteros son un orden de insectos hemimetábolos, con el aparato bucal masticador, ausente en muchos adultos, antenas y cercos largos y filiformes y cuatro alas membranosas plegadas sobre el cuerpo en el reposo.

Sus larvas, acuáticas, viven bajo las piedras sumergidas y respiran por pseudobraquias. Se distribuyen en pocas familias, la más importante de las cuales es la de los pérlidos, y su única especie la perla máxima, los adultos son fáciles de capturar batiendo la vegetación próxima a los cursos de agua con ayuda de una manga de entomología. Algunos grupos se encuentran pegados a las piedras por lo que se les denomina “moscas de las piedras, la mejor temporada de captura es en primavera, aunque pueden encontrarse resistiendo el invierno. (CASTILLO & ZÚÑIGA, Diciembre 2013)

#### **4.3.5. Phylum anélida**

Según Roldán & Ramírez (2011) los Anélidos constituyen un gran grupo de organismos, pero dentro del estudio de sistemas dulceacuícolas en el Neotrópico, se consideran dos clases:

#### **4.3.6 Oligochaeta e hyrudinea.**

La clase Oligochaeta tiene tamaño entre 1 y 30 mm, son reconocidas ya que poseen la misma estructura que presentan las lombrices de medio terrestre. Se alimentan de Diatomeas, algas filamentosas y detritus animal y vegetal. Estos organismos acuáticos son indicadores de contaminación, ya que habitan en aguas con mucha materia orgánica y bajos niveles de oxígeno (Roldán & Ramírez, 2008).

Roldán & Ramírez (2008) indica que la familia Tubificidae es la más reconocida, ya que incluye el género Tubifex, mismo que prolifera y se desarrolla en aguas con altos grados de contaminación, y pueden llegar a la abundancia de 40.000 individuos por metro cuadrado.

Clase Hyrudinea, incluye las sanguijuelas, cuyo grupo de organismos pueden medir entre 5 y 45 mm. Sus características representativas son las ventosas que poseen, una anterior y otra posterior, mismas utilizadas para adherirse o para trasladarse dentro del agua. Residen en aguas quietas, charcas, embalses, adheridas a algún sustrato que se encuentre a su alrededor. Son depredadoras y se alimentan de caracoles, insectos, lombrices de agua y algunos macro invertebrados pequeños.

#### **4.3.7 Orden tricladida**

Según Roldán & Ramírez (2008) dentro del Phylum Platyhelminthes encuentra la clase Turbellaria, cuyos organismos son de vida libre. La clase Turbellaria incluye el Orden Tricladida, que corresponde al grupo de las Planarias,



ellas son delgadas y planas y pueden llegar a medir hasta 30 ms. Este grupo de organismos pueden vivir dentro del agua en ramas, hojas, troncos caídos, en aguas leníticas y lóxicas; viven en agua oxigenada pero algunas especies pueden vivir en aguas que presenten altos grados de contaminación por materia orgánica. Las Planarias son depredadoras, pero también pueden alimentarse de animales muertos, sus principales competidores son otros depredadores como anélidos, nemátodos y algunos crustáceos (Roldán & Ramírez, 2008).

#### **4.3.8 Clase gasterópoda**

Los Gasterópodos son organismos que tienen una concha en forma de espiral, su tamaño puede variar y va desde 2 a 70 mm. Se radican en aguas con presencia de carbonato de calcio, ya que esto les facilita la construcción de sus conchas. Estos organismos se encuentran asociadas a aguas tranquilas y poco profundas, donde exista abundante vegetación acuática y materia orgánica en descomposición, siendo persistentes en aguas que presentan dureza y alta alcalinidad (Mafla Herrera, 2005)

#### **4.3.3 Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party )**

Se basa en la asignación de macroinvertebrados acuáticos de valores de tolerancia a la contaminación comprendidos entre 1 (familias muy tolerantes) y 10 (familias intolerantes). La suma de los valores obtenidos para cada familia detectada en un punto nos dará el grado de contaminación del punto estudiado.

Se consideran macroinvertebrados bentónicos a aquellos organismos invertebrados que desarrollan alguna fase de su ciclo vital en el medio acuático, y cuyo tamaño es superior a los 2 mm.

Abarca insectos, moluscos, crustáceos, turbelarios y anélidos principalmente. Se enumera las principales razones para su uso como indicadores biológicos:

- Sensibilidad y rapidez en la reacción ante distintos contaminantes con una amplia gradación en la respuesta frente a un variado espectro de clases y grados de estrés.
- Ubicuidad, abundancia y facilidad de muestreo. Tamaño adecuado para su determinación en laboratorio.
- Carácter relativamente sedentario, reflejando las condiciones locales de un tramo fluvial.
- Fases del ciclo de vida suficientemente largas como para ofrecer un registro de la calidad medioambiental.
- Gran diversidad de grupos faunísticos con numerosas especies, entre las cuales siempre habrá alguna que reaccione ante un cambio ambiental.

#### **4.5 Índice ETP**

Este índice corresponde a un valor determinado por tres grupos taxonómicos muy sensibles a la contaminación y que por lo general son indicadores de aguas limpias. Los grupos son: Efemerópteros (E), Tricópteros (T) y Plecópteros (P). La relación entre la suma de los individuos de ETP y el número total de individuos determinados da el índice. Cuando el valor es mayor del 50% señala que la mayoría de los organismos son indicadores de aguas limpias y sensibles a los tenses ambientales. Mientras mayor es el valor del índice mejor calidad biológica tendrá el sistema. (Bankinter, 2006)

#### **4.6 Plan de manejo ambiental.**

En cumplimiento con el libro VI, que tiene como finalidad elaborar las medidas de mitigación que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos

producidos en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo y los de contingencia que atenúen los impactos determinados en el capítulo de Identificación de Pasivos Ambientales y No Conformidades.

Una vez realizada la identificación de impactos, el promotor describirá las acciones a tomar para reducir, controlar, mitigar los impactos negativos y potenciar aquellos impactos positivos a través del Plan de Manejo Ambiental (PMA). El Plan de Manejo Ambiental (PMA) se organizará de la siguiente manera:

- Programa de Manejo de Desechos.
- Programa de rehabilitación de áreas afectadas.
- Programa de Monitoreo y Seguimientos.
- Plan de Rehabilitación de Áreas Contaminadas.

En el plan de manejo ambiental se deben formular las medidas de manejo ambiental para las actividades del proyecto en relación con la zonificación de manejo ambiental en cada una de sus etapas: construcción y operación. (CAN. MAE, 2013)

Las medidas de manejo ambiental deben ser presentadas a nivel de diseño, incluyendo las tecnologías, las especificaciones técnicas, los requerimientos logísticos y de personal, los costos, la programación de actividades y las responsabilidades de los actores involucrados en el proyecto. Es de anotar, que cada impacto ambiental identificado y evaluado debe contar con su respectiva medida de manejo. (CAN. MAE, 2013).

## **4.7 Marco legal**

En la investigación se consideró dentro del marco legal de los siguientes instrumentos jurídicos:

### **4.7.1 Constitución de la República del Ecuador**

La Constitución de la República del Ecuador vigente de octubre del 2008, contiene los principios, derechos y libertades de quienes conforman la sociedad ecuatoriana y constituye la cúspide de la estructura jurídica del Estado Ecuatoriano. En el Título II, de derechos del capítulo segundo, de derechos del buen vivir, sección primera, agua y alimentación en los artículos 12, 71 y 72 se mantiene como deberes primordiales del Estado los derechos al agua y a la naturaleza o Pacha Mama.

**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.71.-** La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración 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 dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

En el Título V, de la organización territorial del estado, capítulo cuarto, régimen de competencias.

**Art. 264.-** Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

En el Título VI del régimen de desarrollo en el capítulo quinto de sectores **estratégicos** de servicios y empresas públicas en el artículo 318, menciona sobre el patrimonio de agua.

**Art. 318.-** El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

Título VII, régimen del buen vivir, capítulo segundo, biodiversidad y recursos naturales, sección primera, naturaleza y ambiente.

**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca.

La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

- Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.
- Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

### **Sección Sexta, Agua**

**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 agua.

#### **4.7.2 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria**

LIBRO VI, de la Calidad Ambiental, Anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes al Recurso Agua.

La presente norma técnica ambiental revisada y actualizada es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de estos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. La presente norma técnica determina lo siguiente:

- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.
- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.
- Criterios de la calidad de aguas para la preservación de flora y fauna.
- Criterios de la calidad admisible para agua de uso agrícola.

### **4.7.3 LEY DE AGUAS, CODIFICACIÓN.**

Codificación 2004- 016, Título I, disposiciones fundamentales.

**Art. 1.-** Las disposiciones de la presente Ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.

**Art. 2.-** Las aguas de ríos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión accesión o cualquier otro modo de apropiación. No hay ni se reconoce derechos de dominio adquiridos sobre ellas y los preexistentes sólo se limitan a su uso en cuanto sea eficiente y de acuerdo con esta ley.

**Art. 4.-** Son también bienes nacionales de uso público, el lecho y subsuelo del mar interior y territorial, de los ríos, lagos o lagunas, quebradas, esteros y otros cursos o embalses permanentes de agua.

**Art. 13.-** Para el aprovechamiento de los recursos hidrológicos, corresponde al Consejo Nacional de Recursos Hídricos:

- a. Planificar su mejor utilización y desarrollo;
- b. Realizar evaluaciones e inventarios;
- c. Delimitar las zonas de protección;

- d. Declarar estados de emergencia y arbitrar medidas necesarias para proteger las aguas.
- e. Propender a la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.

#### 4.8 Marco conceptual

**Ambiente:** Es el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica, sociocultural y de sus interrelaciones, en permanente modificación por la acción humana o natural que rige o condiciona la existencia o desarrollo de la vida.

**Desechos orgánicos:** Conjunto de desechos biológicos (material orgánico) producidos por los seres humanos, ganado y otros seres vivos.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** Es la cantidad de oxígeno requerida, para estabilizar la materia orgánica contenida en aguas contaminadas o aguas industriales residuales, que pueden descomponerse por la acción de microbios aéreos. Cantidad de oxígeno absorbido por un residuo en descomposición.

**Demanda Química de Oxígeno:** Es la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica e inorgánica contenida en el agua después de corregir la influencia de los cloruros. Es la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica a partir de un oxidante químico fuerte.

**Especie:** Conjunto de individuos con características comunes transmisibles por herencia, inter fértiles pero aislados genéticamente por barreras generalmente sexuales de las restantes especies, con un género de vida común una distribución geográfica precisa.

**Freática:** Corriente de agua que está acumulado en el subsuelo sobre una capa impermeable y puede aprovecharse mediante pozos.



**Fertilizantes:** son generalmente mezclas químicas artificiales que se aplican al suelo o a las plantas para hacerlo más fértil. Estos aportan al suelo los nutrientes necesarios para proveer a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de las cosechas.

**Género:** Categoría taxonómica intermedia entre la familia y la especie. El género es un grupo convencional, no susceptible de una definición tan precisa como la especie.

**Herbicidas:** producto fitosanitario utilizado para eliminar plantas indeseadas. Algunos actúan interfiriendo con el crecimiento de las malas hierbas y se basan frecuentemente en las hormonas de las plantas.

**IBMWP:** Iberian Bio-monitoring Working Party (Ibérica biomonitoreo Grupo de Trabajo) está basado en los distintos límites de tolerancia que tienen las familias de macroinvertebrados acuáticos (invertebrados acuáticos mayores de 2 mm, la mayoría (80%) artrópodos, dentro de ellos los insectos, en especial las formas larvarias, son las más comunes) a alteraciones en las condiciones ambientales de los ríos en los que viven.

**Larva:** Fase intermedia de desarrollo de los insectos, entre el momento que salen de huevos y su transformación en crisálida que se diferencian del estado adulto por su forma o modo de vivir. Pueden tener su hábitat en el suelo, en el agua, adheridos a vegetales o animales de forma parásita o no.

**Macroinvertebrados acuáticos:** son organismos habitantes (al menos durante parte de su ciclo vital) de los sustratos del fondo de los sistemas acuáticos (sedimentos, rocas, troncos, hojarasca, macrófitos, etc.).

**Mg/l:** (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

**Orden:** Categoría taxonómica intermedia entre la clase y la familia.

**Oxígenos disueltos:** Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

**Plaguicidas:** sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan a las plantaciones agrícolas. La mayoría de estas sustancias son fabricadas por el hombre, por eso son llamados plaguicidas sintéticos.

**Pesticidas:** es cualquier sustancia o mezcla de sustancias dirigidas a destruir, prevenir, repeler, o mitigar alguna plaga. El término **pesticida** se puede utilizar para designar compuestos que sean herbicida, fungicida, insecticida, o algunas otras sustancias utilizadas para controlar plagas.

**Ppm:** partes por millón, y en general “partes por notación“, es una pseudo unidad de medida que se utiliza para describir fenómenos de relación como “partes de un todo”.

**Recursos hídricos:** son los cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, los arroyos y las lagunas. Estos recursos deben preservarse y utilizarse de forma racional ya que son indispensables para la existencia de la vida.

**Sólidos totales disueltos:** Es una medida grosera de la concentración total de sales inorgánicas en el agua e indica salinidad. Para muchos fines, la concentración de STD constituye una limitación importante en el uso del agua.

**Solubilidad:** Capacidad de una sustancia o un cuerpo para disolverse al mezclarse con un líquido.

**Taxonomía:** Ciencia que estudia la clasificación sistemática de los organismos vivos según sus semejanzas y diferencias, con el fin de ordenar el grupo que comparte cualidades que los agrupan en cada nivel o taxón.

## **E. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Materiales**

En la investigación se utilizó las siguientes herramientas, instrumentos, mapas y cartografía.

#### **5.1.1 Equipos:**

- GPS Marca: Trimblejuno SB N°
- Microscopio digital Rohs
- Cámara Sony cyber shot dsc w830v hd-1221614

#### **5.1.2. Herramientas**

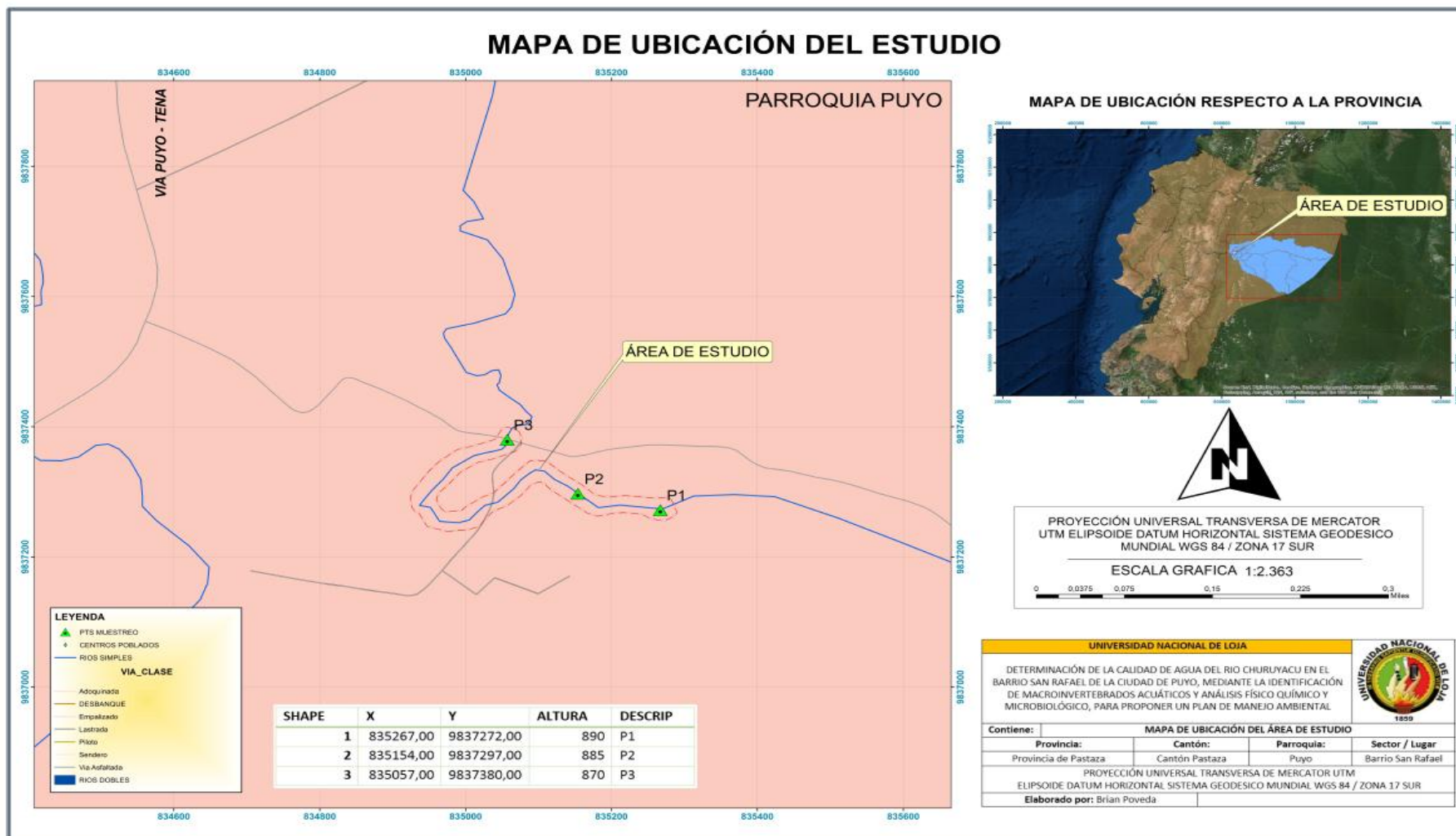
- Botas de caucho
- Envases de plástico de 500 ml
- Envases plásticos pequeños
- Cooler
- Lupa
- Tiras de pH
- Bandejas plásticas blancas
- Pinzas metálicas (punta fina)
- Cajas Petri
- Hoja de campo para análisis de datos
- Láminas para identificación de macroinvertebrados acuáticos recolectados.
- Red de nylon tipo D
- Botas de caucho
- Guantes
- Alcohol antiséptico

## **5.2 Métodos**

### **5.2.1 Ubicación del área de estudio**

El cantón Pastaza es una entidad territorial subnacional ecuatoriana, de la Provincia de Pastaza. Su cabecera cantonal es la ciudad de Puyo, lugar donde se agrupa gran parte de su población total. El estudio se llevó a cabo en el barrio San Rafael, ubicado en la vía Puyo-Tena área urbana del cantón Puyo, aproximadamente a 5 minutos de la ciudad, el sitio de estudio está delimitado por el punto uno X: 835267.00 Y: 9837272.00, punto dos X: 835154.00 Y: 9837297.00 y el punto tres X: 835057.00 Y: 9837380.00, en los cuales se realizó la recolección de muestras y así poder analizar en qué situación se encuentra el recurso hídrico para su aprovechamiento. (Ver página 34).

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.



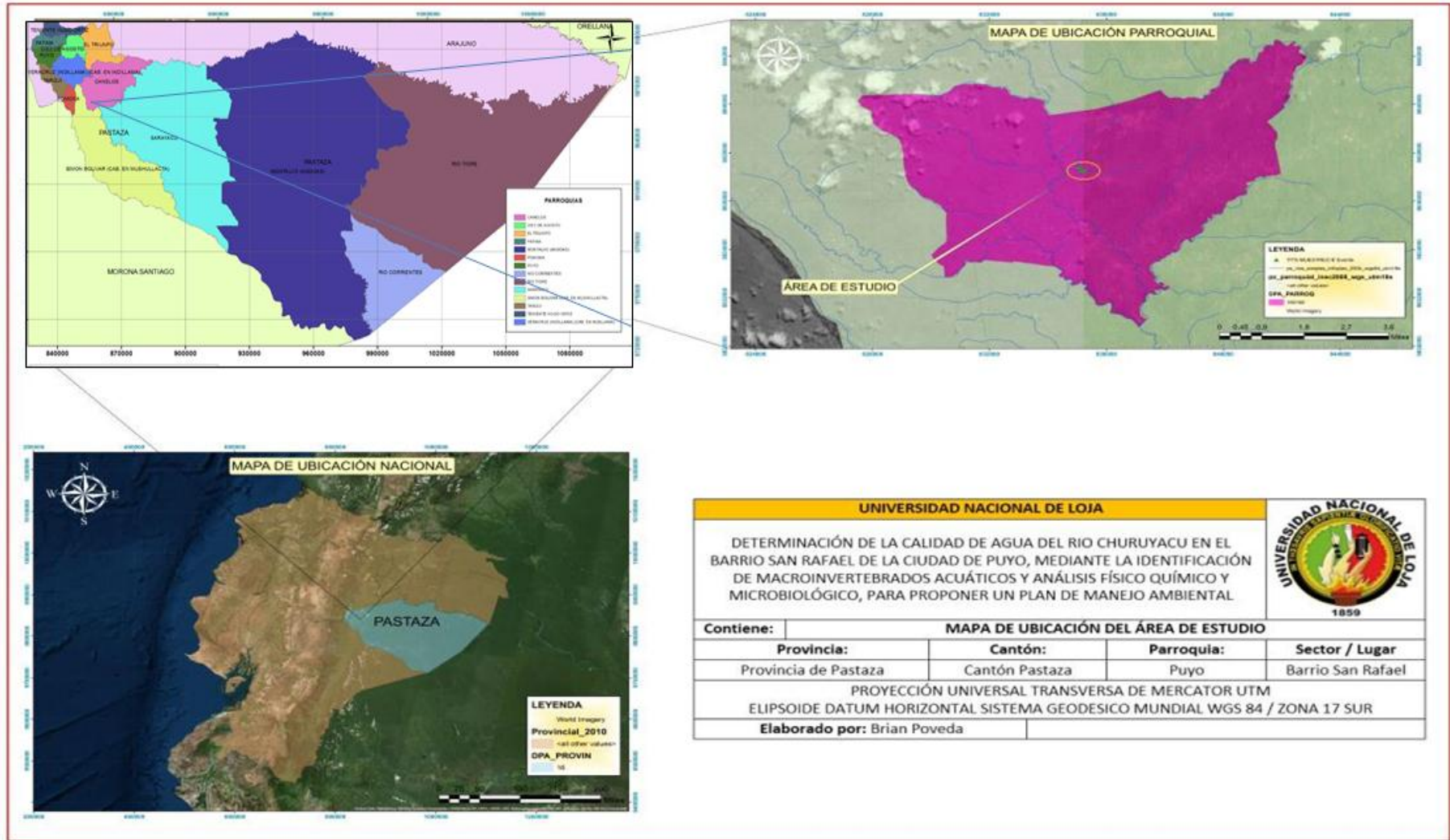
Elaborado por: El Autor

### 5.2.2. Ubicación Geográfica

Pastaza es una provincia ecuatoriana situada en la Amazonía del país. Es la provincia más grande y la segunda más despoblada del país. Recibe su nombre del río Pastaza, que forma su límite meridional:

- **Norte:** Napo y Orellana.
- **Sur:** Morona Santiago.
- **Este:** Perú (Departamento de Loreto).
- **Oeste:** Tungurahua y Morona Santiago. (Ver página 36)

Figura 2. Mapa Ubicación Geográfica del área de estudio



Elaborado por: El Autor

### 5.3. Aspectos biofísicos y climáticos

#### 5.3.1. Aspectos biofísicos (Flora - Fauna)

##### a. Flora

El área de estudio asociada con el suelo sedimentario aluvial y el clima tropical húmedo, que le imprime unas características muy complejas, sin igual en el mundo, entre la flora más representativa tenemos:

**Cuadro 1** Flora del sector

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
<b>Ají</b>	<i>Capsicum chinense</i>	Solanaceae
<b>Achote</b>	<i>Miconia sp.</i>	Tucano
<b>Caimito</b>	<i>Pouteria caimito</i>	Sapotaceae
<b>Chontaduro</b>	<i>Bactris gasipaes</i>	Arecaceae
<b>Caña de Azúcar</b>	<i>Saccharum officinarum</i>	Poaceae
<b>Camote</b>	<i>Ipomoea triloba</i>	Convolvulceae
<b>Drago</b>	<i>Croton sp</i>	Euphorbiaceae
<b>Fruta de pan</b>	<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae
<b>Maní de Monte</b>	<i>Caryodendron rinocense</i>	Euforbiáceas
<b>Maíz</b>	<i>Zea mays</i>	Poaceae
<b>Morete</b>	<i>Mauritia flexuosa</i>	Araceae
<b>Orito</b>	<i>Musa acuminata</i>	Musaceae
<b>Pambil</b>	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
<b>Papaya</b>	<i>Carica papaaya</i>	Caricaceae
<b>Plátano</b>	<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae
<b>Papa china</b>	<i>Colocasia esculenta</i>	Araceae
<b>Uva de monte</b>	<i>Pouruma bicolor</i>	Ericaceae
<b>Yuca</b>	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae

Fuente: GADP.2015

Elaborado por: El Autor



## b. Fauna

La fauna, como todos los animales, depende totalmente de la vegetación que ofrece hábitats y nichos alimenticios. La zona por haber sido alterada totalmente tiene una fauna de baja diversidad, caracterizándose fundamentalmente por aves que están asociadas a los pastos y a las pocas especies de árboles, pudiendo mencionarse como representativas:

**Cuadro 2** Fauna del sector

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
<b>Ardilla</b>	<i>Sciurus ingiventris</i>	Esciúridos
<b>Conejo</b>	<i>Silvilagus brasiliensis</i>	Lepóridos
<b>Danta</b>	<i>Tapirus Pinchaque</i>	Cathartidae
<b>Guatusa</b>	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Dasyproctidae
<b>Murciélago chico</b>	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Vespertiliónidos
<b>Murciélago orejudo</b>	<i>Tonatia silvicola</i>	Vespertilionidae
<b>Raposa grande</b>	<i>Didelphis marsupialis</i>	Mustelidae

Fuente: GADP.2015

Elaborado por: El Autor

### 5.3.2 Aspectos Climáticos

#### a. Temperatura.

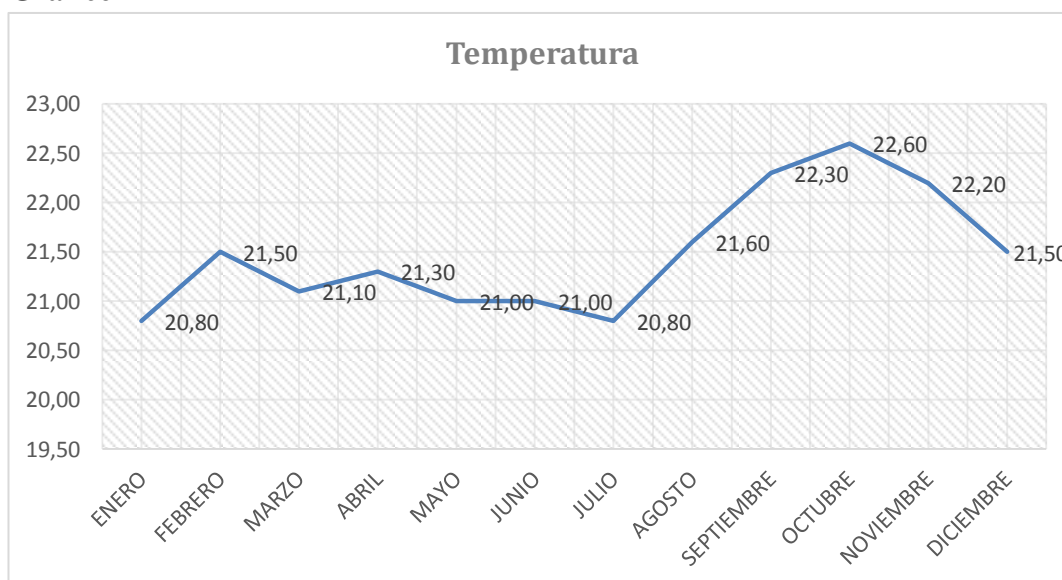
El clima de Húmedo Tropical, tipo ecuatorial, es decir siempre cálido y húmedo. La temperatura promedio anual de la región es de 21,48°C, con una muy débil variabilidad a lo largo del año.

**Tabla 2** Temperatura

MESES	UNIDAD ( °C )
ENERO	20,80
FEBRERO	21,50
MARZO	21,10
ABRIL	21,30
MAYO	21,00
JUNIO	21,00
JULIO	20,80
AGOSTO	21,60
SEPTIEMBRE	22,30
OCTUBRE	22,60
NOVIEMBRE	22,20
DICIEMBRE	21,50

Fuente: INAMHI (2015)

**Gráfico 1**



Fuente: INAMHI (2015)

Elaborado por: El Autor

## b. Precipitación.

La estación meteorológica de Puyo (INAMHI), registra una precipitación promedio en el año 2015 de 426,49 mm, los meses que más se presenta las lluvias son Enero, Abril, Mayo, Julio, los años menos lluviosos se representan entre los meses de Febrero, Junio, Agosto y Septiembre con un promedio que oscila entre los 215,70 mm y 300,20 mm. (INAMHI, 2015)

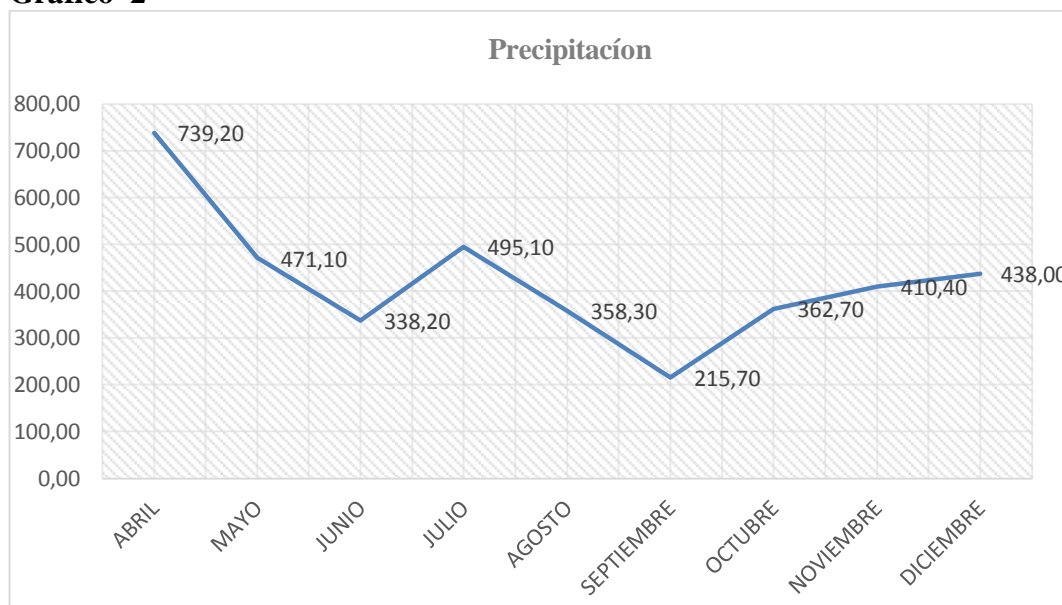
**Tabla 3** Precipitación

MESES	UNIDAD (mm)
ENERO	517,80
FEBRERO	300,20
MARZO	471,20
ABRIL	739,20
MAYO	471,10
JUNIO	338,20
JULIO	495,10
AGOSTO	358,30
SEPTIEMBRE	215,70
OCTUBRE	362,70
NOVIEMBRE	410,40
DICIEMBRE	438,00
<b>PROMEDIO</b>	<b>426,49</b>

Fuente: INAMHI (2015)

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 2**



Fuente: INAMHI (2015)

Elaborado por: El Autor

### c. Humedad Atmosférica

En la estación meteorológica Puyo, el valor que tenemos como humedad relativa está dada por la relación entre la masa del vapor de agua contenido en la unidad de volumen del aire y la del vapor de agua que sería necesario para saturar este volumen, a la misma temperatura, el valor resultante por lo general se lo expresa en porcentaje. La humedad relativa promedio anual es de 88,08%, valor relativamente alto. (INAMHI, 2015)

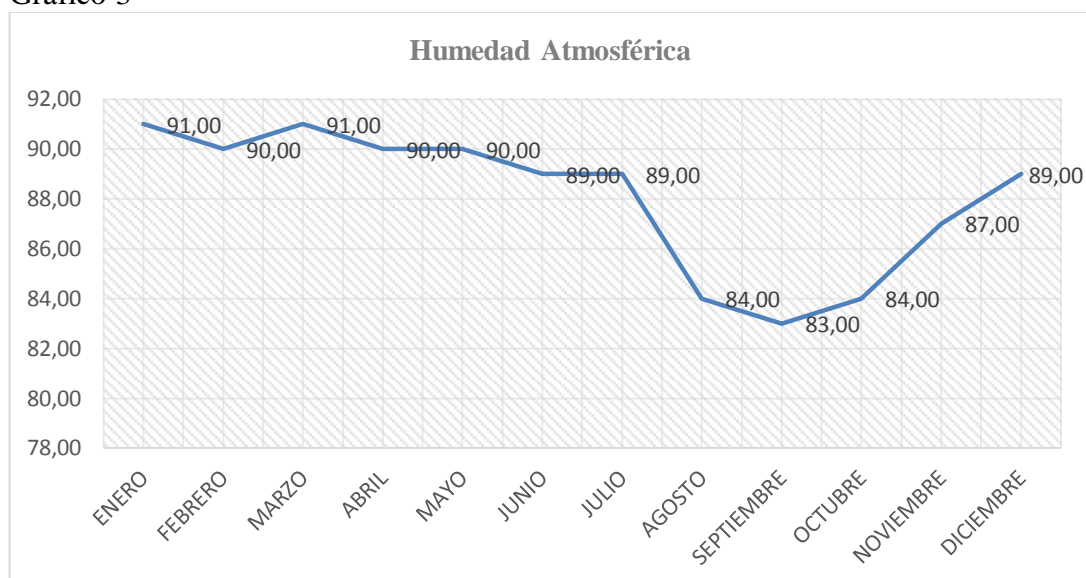
**Tabla 4** Humedad Atmosférica

MESES	UNIDAD (%)
ENERO	91,00
FEBRERO	90,00
MARZO	91,00
ABRIL	90,00
MAYO	90,00
JUNIO	89,00
JULIO	89,00
AGOSTO	84,00
SEPTIEMBRE	83,00
OCTUBRE	84,00
NOVIEMBRE	87,00
DICIEMBRE	89,00
<b>PROMEDIO</b>	<b>88,08</b>

Fuente: INAMHI (2015)

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 3**



Fuente: INAMHI (2015)

Elaborado por: El Autor

#### d. Heliofanía

En la estación meteorológica Puyo, el valor de la heliofanía está representada por la duración del brillo solar, el valor resultante por lo general se lo expresa en horas. La heliofanía promedio anual es de 84,98, valor relativamente alto, fue en el año 2010 con 103,9 disminuyendo ligeramente a 84,98 en el año 2015. (forosecuador, 2016)

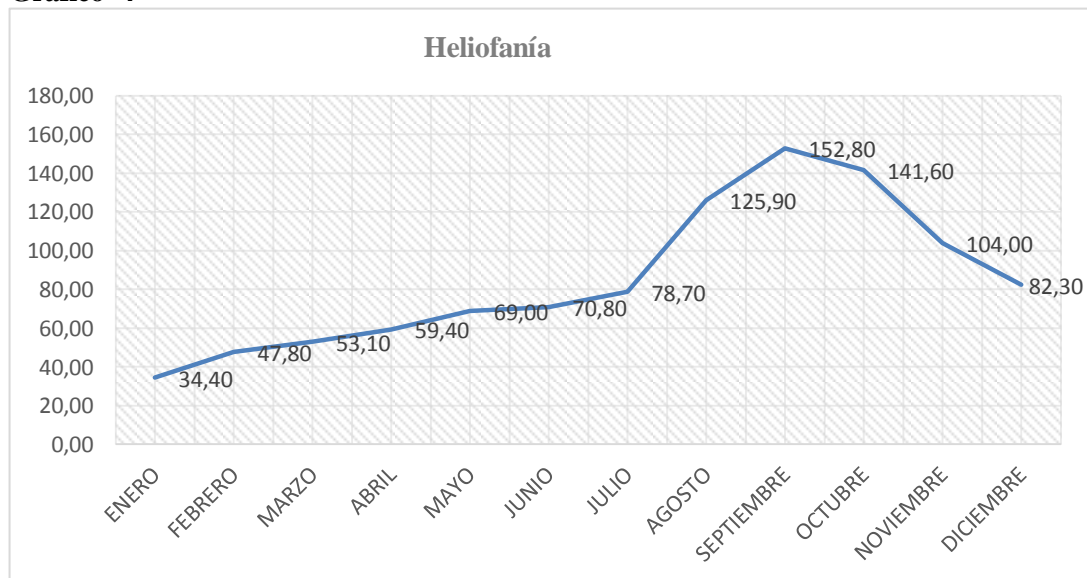
**Tabla 5** Heliofanía

MESES	UNIDAD (Horas)
ENERO	34,40
FEBRERO	47,80
MARZO	53,10
ABRIL	59,40
MAYO	69,00
JUNIO	70,80
JULIO	78,70
AGOSTO	125,90
SEPTIEMBRE	152,80
OCTUBRE	141,60
NOVIEMBRE	104,00
DICIEMBRE	82,30

Fuente: INAMHI (2015)

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 4**



Fuente: INAMHI (2015)

Elaborado por: El Autor

### **5.3.1 Tipo de investigación**

El trabajo se considera un diseño no experimental, ya que el investigador no puede manipular las variables del proceso, este se basa en la investigación de campo, investigación descriptiva y documental; la cual está realizada por la observación de campo, análisis físicos – químicos y microbiológico para determinar la calidad de agua del Río Churuyacu.

#### **b. Investigación descriptiva**

Mediante el método científico se observó el comportamiento del área de estudio sin influir sobre él de ninguna manera. Se utiliza el método de análisis. Combinados con ciertos criterios de clasificación para ordenar, agrupar los macroinvertebrados en el trabajo indagado.

#### **c. Investigación documental**

La investigación documental se basa en el desarrollo de las capacidades reflexivas y críticas a través del análisis, interpretación y técnicas a ser aplicado in situ, así como también implantar la propuesta de manejo ambiental de acuerdo a los estudios realizados.

#### **d. Investigación de campo**

El propósito bien sea detallar, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas que apoya en información que provienen de muestreos y observación, ya que la investigación se realizó en el Río Churuyacu nos permitió establecer límites permisibles de la calidad **del agua**.

## **5.5 Levantar una línea base de la calidad del agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.**

Para desarrollar este objetivo se tuvo que cumplir con los siguientes procedimientos.

### **5.5.1. Gestión institucional:**

Se realizó un oficio dirigido a la señora María de Chari presidenta del barrio San Rafael, solicitando la autorización para la realización de una encuesta y la colaboración necesaria para el levantamiento de información. Ver Anexo (1)

### **5.5.2. Ubicación de los sitios de muestreo:**

Los sitios donde se realizó el muestreo están georreferenciados cada 100m, con la ayuda de un GPS portátil marca Trimblejuno SB N°, con el cual se procedió a un reconocimiento aguas arriba por el Río Churuyacu.

### **5.5.3 Elaboración y aplicación de la encuesta:**

Se elaboró una encuesta basada en los problemas del sector consiguiendo así aplicarla a todo el barrio San Rafael con una población de 150 familias (población finita)

- Análisis del ámbito social
- Análisis del ámbito ambiental

#### **a. Análisis del ámbito social**

Cuando se habla del ámbito social, se puede referir al impacto que este proceso tiene en la vida y el trabajo de las personas. Además, abarca los asuntos de seguridad, cultura e identidad, inclusión social, unión de familias, esta encuesta tiene como finalidad determinar si la población cuenta con los servicios básicos que garanticen una adecuada calidad de vida, considerando los siguientes indicadores:

- Servicios básicos
- Servicios públicos
- Análisis del aspecto ambiental

#### **b. Análisis del ámbito ambiental**

Identificar aspectos problemáticos y problemas ambientales, se aplicaron los siguientes indicadores:

- Tipos de problemas ambientales
- Permisos
- Problemas con el medio ambiente
- Instituciones que dan protección al medio ambiente
- Deterioro ambiental

#### **5.5.4 El trabajo de campo**

Se realizó la encuesta a los moradores de las ciento cincuenta viviendas existentes en el sector, se procedió a encuestar al jefe del hogar, proporcionándole las indicaciones respectivas para facilitar el llenado de la encuesta. Ver anexo 2 (Encuesta).



### **5.5.5 Obtener los resultados**

Luego de recolectar los datos necesarios, se procedió a la tabulación de los datos, para lo cual fue necesaria la ejecución de las siguientes actividades:

Tabulación de la información fue recolectada en el trabajo de campo la cual se agrupo permitiendo la explicación de cada uno de indicadores.

Los resultados fueron trabajados en el programa Microsoft Excel el cual nos permitió exportar los resultados a gráficos, tablas, cuadros, entre otros haciendo que la información sea más comprensible.

Considerando que las encuestas realizadas constaban de un total de 14 preguntas específicas y concretas, se aplicaron a los jefes de hogar, obteniendo un total de 150 resultados, de los cuales se realizó una ponderación a las opciones de respuestas dándoles un valor según el criterio del encuestador que permitió aplicar y comprobar el resultado obtenido.

### **5.6 Determinar la calidad de agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael de la ciudad de Puyo, mediante la identificación de macro invertebrados acuáticos, análisis físico-químico y microbiológico**

A diferencia de los rutinarios y costosos análisis físico-químicos y microbiológicos, que sólo proporcionan información puntual e indirecta, la evaluación de las comunidades de macroinvertebrados en los hábitats acuáticos, proporciona una excelente alternativa en el diagnóstico de la calidad del agua para determinar su calidad se utilizó los índices BMWP (grupo de trabajo de monitoreo biológico) y ETP (Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), mismos que se los realizo en base a los resultados obtenidos del análisis biológico ejecutado en el Río Churuyacu. Para garantizar la determinación del estado actual del agua del Río, para eso se utilizó las tablas de BMWP y ETP.

### 5.6.1 Identificación del punto de muestreo.

Para seleccionar el área de estudio se realizó un recorrido por los alrededores del Río Churuyacu en el que se consideró las actividades antrópicas, zonas de contaminación y accesibilidad al área, con la ayuda del sistema de geo posicionamiento satelital (GPS) marca Trimble se estableció tres puntos de muestreo.

**Tabla 6** Localización de los puntos de muestreo

<b>Punto de Muestreo N° 1</b>	
<b>Ciudad:</b>	Puyo
<b>Barrio:</b>	San Rafael
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	
<b>Altitud:</b>	890
<b>Latitud:</b>	9837272.00
<b>Longitud:</b>	835267.00
<b>Punto de Muestreo N° 2</b>	
<b>Ciudad:</b>	Puyo
<b>Barrio:</b>	San Rafael
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	
<b>Altitud:</b>	885
<b>Latitud:</b>	9837297.00
<b>Longitud:</b>	835154.00
<b>Punto de Muestreo N° 3</b>	
<b>Ciudad:</b>	Puyo
<b>Barrio:</b>	San Rafael
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	
<b>Altitud:</b>	870
<b>Latitud:</b>	9837380.00
<b>Longitud:</b>	835057.00

Elaborado por: el Autor

### 5.6.2. Recolección de las muestras de agua para el análisis Físico- Químico y Microbiológico

Se recolectó cuidadosamente tres muestras de agua tomadas a lo largo del Río Churuyacu con la ayuda de envases de vidrio de un litro, con el fin de cumplir con todos los requerimientos para el análisis en el laboratorio.

#### a. Selección del envase

Se utilizaron tres envases de vidrio color café claro con capacidad de un litro cada uno.


#### 5.6.3 Procedimiento de la toma de las muestras

Para la toma de las muestras en el Río Churuyacu se buscaron áreas con poca turbulencia, se tomó en consideración la profundidad, la velocidad de la corriente, y la distancia entre las orillas se procedió al llenado de los envases a su totalidad a tal forma que no exista aire dentro de la muestra para evitar así la agitación durante el transporte.

#### a. Etiquetado de la muestra

Se procedió a llenar la etiqueta que contenía información de la muestra.

**Imagen 4:** Etiqueta para análisis físico-químicos de aguas.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	MUESTRAS DE AGUA
N° de muestra:	
Operador:	
Fecha de recoleccion:	
Hora de recoleccion:	
Observaciones:	

Elaborado por: El Autor

## **b. Transporte de la muestra**

Los envases con las muestras fueron colocados en un cooler, a una temperatura entre 4 – 5° C, para una adecuada conservación y en la oscuridad para evitar la descomposición orgánica de la muestra, se envió inmediatamente en el menor tiempo posible al laboratorio de la Escuela Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), para su respectivo análisis.

## **c. Parámetros analizados en laboratorio**

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua se establecieron en función de la Tabla 1(TULSMA) Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, en los laboratorios se realizaron los análisis de cada una de las muestras tomadas. Los parámetros analizados en el laboratorio fueron: color, pH, conductividad, turbidez, cloruros, dureza, calcio, alcalinidad, DQO, DBO, Nitratos, Nitritos, Hierro, Sólidos Totales, Coliformes Totales, cada uno de los parámetros se detallan a continuación con sus límites permisibles en la tabla 7.

**Tabla 7** Parámetros físico – químicos y microbiológicos.

Análisis	Determinaciones	Unidades	Método	Límites
FÍSICOS	<b>Color</b>	Und Co/Rt		< 15
	<b>Ph</b>	Und.	4500-B	6.5-9
	<b>Conductividad</b>	μSiems/cm	2510-B	< 1250
	<b>Turbidez</b>	UNT	2130-B	5
	<b>Cloruros</b>	mg/l	4500-CI-B	250
	<b>Dureza</b>	mg/l	2340-C	200
	<b>Calcio</b>	mg/l	2340-C	70
QUÍMICOS	<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	mg/l	5220-C	
	<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	mg/l	5210-C	
	<b>Amonios</b>	mg/l	4500-NH4-C	< 0.50
	<b>Nitratos</b>	mg/l	4500-NO3-C	< 40
	<b>Nitritos</b>	mg/l	4500-NO2-B	0.01
	<b>Hierro</b>	mg/l	3500-Fe-D	0.30
	<b>Sólidos Totales Disueltos</b>	mg/l	2540-C	500
	<b>Sólidos Totales Disueltos</b>	mg/l	2540-B	1000
MICROBIOLÓGICOS	<b>Coliformes Totales</b>	UFC/100 ml	Filtración por membrana	---
	<b>Coliformes Fecales</b>	UFC/100 ml	Filtración por membrana	< 1

Fuente: Laboratorio de la ESPOCH, 2016

Elaborado por: El Autor

#### **5.6.4 Muestreo de Macroinvertebrados**

El muestreo de los Macroinvertebrados se realizó en base al manual de monitoreo Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua planteada por Carrera, C. y Fierro, K. 2011.

Según (Carlos Palma Gonzales), el muestreo consiste en recolectar la mayor diversidad posible de macroinvertebrados. Para ello deben explorarse cuidadosamente cada uno de los hábitats posibles en cada lugar de muestreo, esto incluye el sustrato de fondo (piedra, arena, lodo, restos de vegetación), macrofitas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas), raíces sumergidas de árboles y sustratos artificiales (restos de basura que puedan estar presentes, diques, etc.). Para obtener resultados comparables, el esfuerzo de muestreo debe cubrir un área entre 100 m y hacerse durante 20 o 30 minutos.

##### **a. Recolección de la muestra**

El muestreo se lo realizó utilizando una red pantalla de 20 x 30 cm de área de superficie y 0,5 mm de abertura de malla; según (Carrera y Fierro, 2011).

El arco se lo coloca al fondo en contra de la corriente con la ayuda de la mano se removi6 el material que se encontraba en el fondo durante un minuto, a continuación se procedió a pasar la red para que ingrese todo el sedimento revuelto. Una vez recogidas las muestras fueron colocadas en una bandeja de color blanco para una mayor visibilidad de los macroinvertebrados, pudiendo así separar los sedimentos y otras partículas que no sean material de estudio

##### **b. Limpieza de los macroinvertebrados**

Las muestras que fueron colectadas se ubicaron en una bandeja blanca facilitando así su visibilidad, con la ayuda de pinzas se procede a la separación de

los organismos de los sedimentos que se van removiendo cuidadosamente, hasta asegurarse de que no quede nada de sedimento en la bandeja.

**c. Preservación de la muestra**

Para la conservación de las muestras se las colocó en recipientes plásticos con alcohol etílico al 70% la cantidad de alcohol utilizado fue el suficiente para cubrir la muestra. Seguido de eso se las procedió a etiquetar cada muestra con su respectivo punto de muestreo.

**d. Identificación de macroinvertebrados**

Para la identificación de los macroinvertebrados se utilizó un microscopio digital logrando así idéntica las familias de macroinvertebrados se utilizó el cálculo del índice EPT que se describe a la presencia o ausencia de los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera en una comunidad biológica, este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecóptera o moscas de piedra y Trichoptera. (Carrera & F., 2011).

**5.7 Proponer un plan de manejo ambiental para el Barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.**

Para plantear soluciones vasados en los posibles problemas ambientales que se puede encontrar en el Río Churuyacu, es necesario elaborar una Plan de Manejo Ambiental, con el objetivo de controlar los posibles impactos generados por las diferentes actividades humanas. Se considera lo siguiente:

- a. Introducción
- b. Objetivo
- c. Alcance
- d. Propuesta del Plan de Manejo Ambiental.
  - Programa de relaciones comunitarias.
  - Programa de Educación y Capacitación Ambiental
  - Programa para el manejo de desechos.
  - Programa para rehabilitación de áreas afectadas.
  - Programa para Monitoreo Ambiental.

**a. Introducción**

El contenido de este ítem es en base a la problemática y objetivos desarrollados en la presente investigación por el cual se elabora el PMA.

**b. Objetivo**

- Proponer medidas que permitan prevenir y mitigar los impactos Ambientales.
- Establecer las acciones tendientes a minimizar los impactos sobre el ecosistema.



**c. Alcance**

El Plan de Manejo Ambiental se limita a todas las áreas directa e indirecta al mismo tiempo concientiza a la importancia del cuidado del recurso agua.

**d. Propuesta de Plan de Manejo Ambiental**

Se detalla cómo está diseñado el Plan de Manejo Ambiental con sus respectivos programas para su propuesta de elaboración, con el fin de recuperar la calidad del agua del Río Churuyacu.

- **Programa de relaciones comunitarias:**

Este programa se orienta a establecer relaciones con los habitantes del barrio San Rafael para poder implantar el Programa de Relaciones Comunitarias que tiene como objetivo principal, establecer vínculos de confianza con los moradores para poder integrar aspectos de responsabilidad social sobre el contenido de los programas que se quiere realizar en el barrio San Rafael.

- **Programa de Educación y Capacitación Ambiental**

Este programa contribuirá a la educación y capacitación y participación responsable de cada uno de los habitantes del sector.

- **Programa para el Manejo de Desechos:**

Se establece criterios para identificar, categorizar, reciclar, rehusar, controlar y disponer los desechos peligrosos y no peligrosos, industriales y domésticos a generarse, en conformidad con las regulaciones y normas ambientales.

- **Programa para la Rehabilitación Ambiental:**

Involucra la recuperación en el tiempo de la morfología y la cobertura vegetal de las áreas impactadas.

- **Programa para Monitoreo:**

Enfocado a la obtención de información analítica para: Realizar el seguimiento relacionado con la restauración de las áreas intervenidas y/o afectadas.

- **Programa de presupuesto para el Plan de Manejo Ambiental:**

Donde se desglosa el costo de cada uno de los programas para ser ejecutados.

## **F. RESULTADOS**

### **6.1 Levantar una línea base de la calidad del agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.**

#### **6.1.1 Gestión institucional**

Para la realización de la gestión institucional se realizó un oficio dirigido a la presidenta del barrio San Rafael, solicitando la autorización para realizar la encuesta y la colaboración necesaria para el levantamiento de información, se obtuvo una respuesta verbal a dicha solicitud dándonos total autorización para poder realizar el levantamiento de la línea base

#### **6.1.2 Ubicación del sitio de muestreo**

Los sitios donde se realizó el muestreo están georreferenciados cada 100m procediendo a tomar los puntos de cada uno.

A continuación en la Figura 3 se presenta la Ubicación Geografía de los puntos de muestreo en el Río Churuyacu.

Figura 3. Mapa Ubicación del sitio de muestreo



Elaborado por: El Autor

### **6.1.3. Elaboración y aplicación de la encuesta**

El levantamiento de información se realizó tomando en cuenta el problema que es conocer la calidad de agua del barrio San Rafael, la encuesta está enfocada en dos análisis que se considera que son importantes ámbito social, ámbito ambiental, los cuales contienen preguntas directas. Ver Anexo (2)

### **6.1.4 Trabajo de campo**

El trabajo de campo se realizó en las 150 viviendas que existe en el barrio San Rafael, una vez determinada la población o universo a estudiar (población final), se empleó las herramientas de investigación para poder encuestar con preguntas cerradas siendo aquellas que solo le dan al encuestado determinadas alternativas como respuesta.

El cuestionario contiene preguntas cerradas considerando características generales y específicas, estimando que el encuestado no se demore más de 30 minutos.

### **6.1.5 Obtención de resultados**

Se procesó los datos para obtener los porcentajes de cada uno de los indicadores y/o subindicadores investigados, se agrupó los datos que permitieron la explicación de cada uno de los indicadores y/o subindicadores de las variables, está representado todos los datos empíricos en tablas y gráficos, para facilitar la comprensión e interpretación de la información.

## Resultados de las encuestas

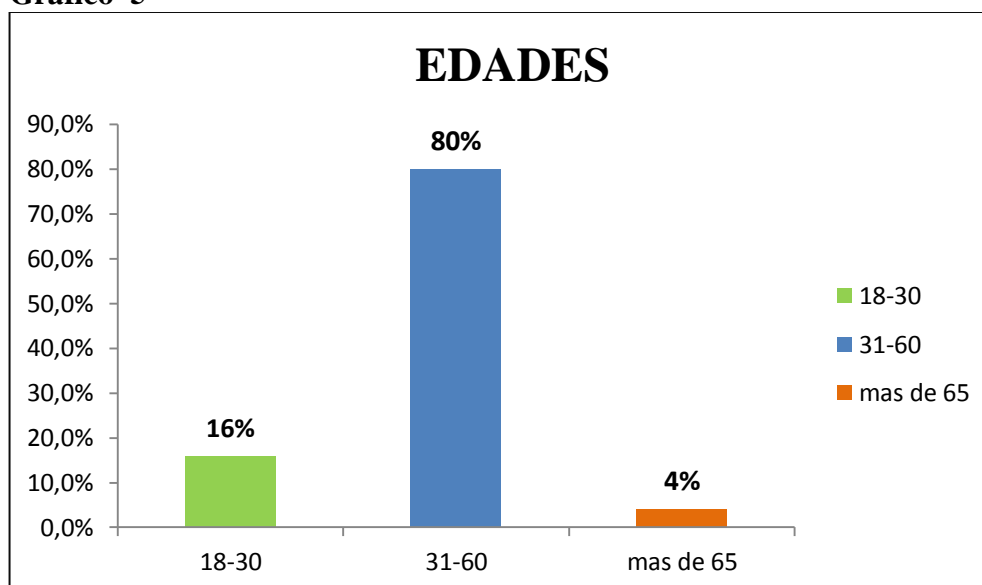
### Pregunta 1. ¿Edad del encuestado?

**Tabla 8** Edad del encuestado

Edades	Resultados	Porcentajes
18-30	24	16,0%
31-60	120	80,0%
más de 65	6	4,0%
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100,0%</b>

Elaborado Por: El Autor

**Gráfico 5**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** Para obtener los datos fidedignos de la Tabla 8 y Gráfico 5, se realizó un encuesta a 150 personas, comprendidas entre 18 a más de 65 años de edad, siendo un porcentaje dominante los de edad intermedia, que son en su mayoría personas con responsabilidad familiar, quienes gustosos aceptaron colaborar con la encuesta.

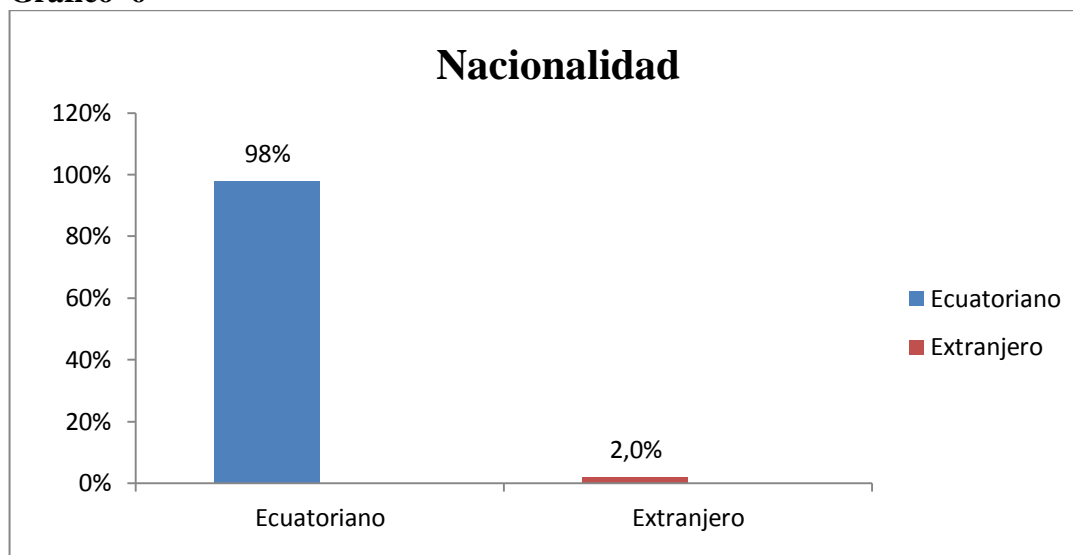
**Pregunta 2.** ¿Nacionalidad del encuestado?

**Tabla 9** Nacionalidad

	<b>Ecuatoriano</b>	<b>Extranjero</b>	<b>Porcentajes</b>
<b>Nacionalidad</b>	147	0	98%
	0	3	2,0%
<b>Total</b>	147	3	100%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 6**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 9 y Gráfico 6, su porcentaje mayoritariamente está conformado por ciudadanos ecuatorianos y un porcentaje mínimo de extranjeros que quizás todos motivados por el espacio de terreno y la tranquilidad optaron por radicarse en este sector.

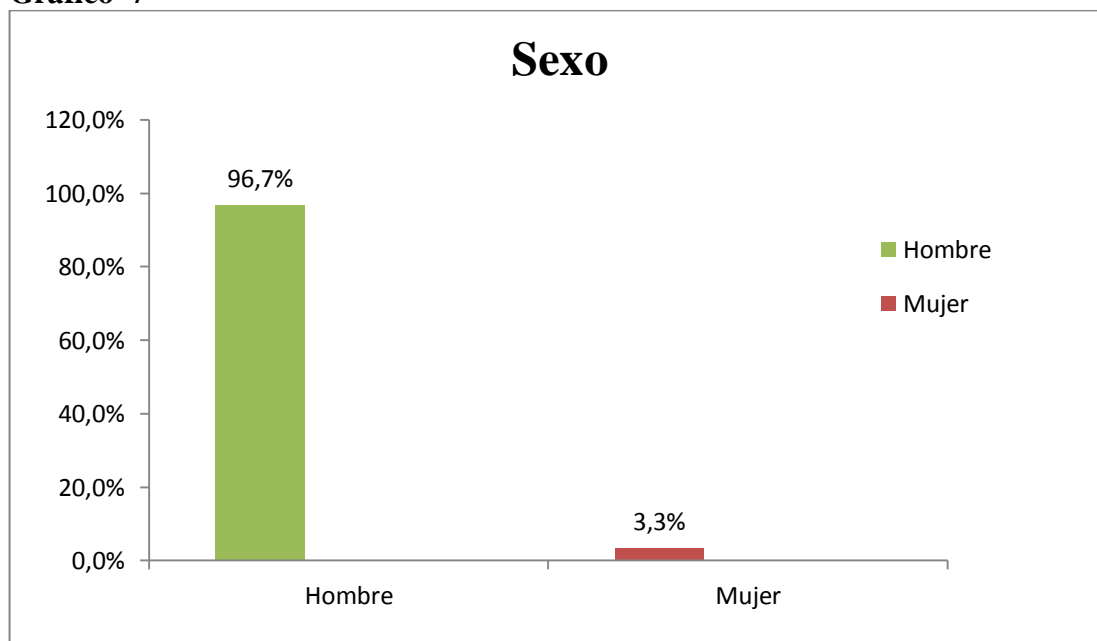
**Pregunta 3.** ¿Sexo del encuestado?

**Tabla 10** Sexo

Sexo	Resultado	Porcentaje
Hombre	145	96,7%
Mujer	5	3,3%
<b>Total</b>	150	100,0%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 7**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 10 y Gráfico 7, en referencia al sexo de los encuestados se ha dirigido básicamente a personas que son parte del sustento familiar, razón por la que tenemos un 96,7% de varones y un 3,3% de personas de sexo femenino, tomándose a las últimas como cabeza de familia.



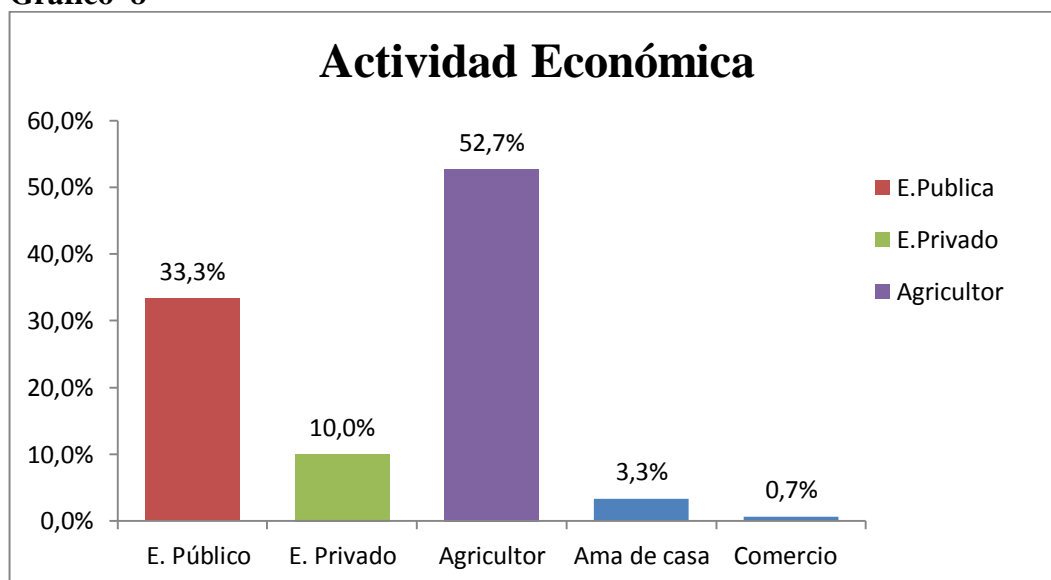
**Pregunta 4.** ¿Cuál es su actividad económica?

**Tabla 11**Cuál es su actividad económica

Actividad Económica	Resultados	Porcentajes
E. Público	50	33,3%
E. Privado	15	10,0%
Agricultor	79	52,7%
Ama de casa	5	3,3%
Comercio	1	0,7%
<b>Total</b>	150	100,0%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 8**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 11 y Gráfico 8, está compuesto por una amalgama de personas, muchas de ellas llegadas de otros sectores o de diferentes partes del País con ocupaciones que son parte del sector público, sector privado, amas de casa, comerciantes, pero básicamente está compuesto por agricultores, dueños de fincas y ganaderos, quienes ocupan un gran porcentaje del factor ocupacional.

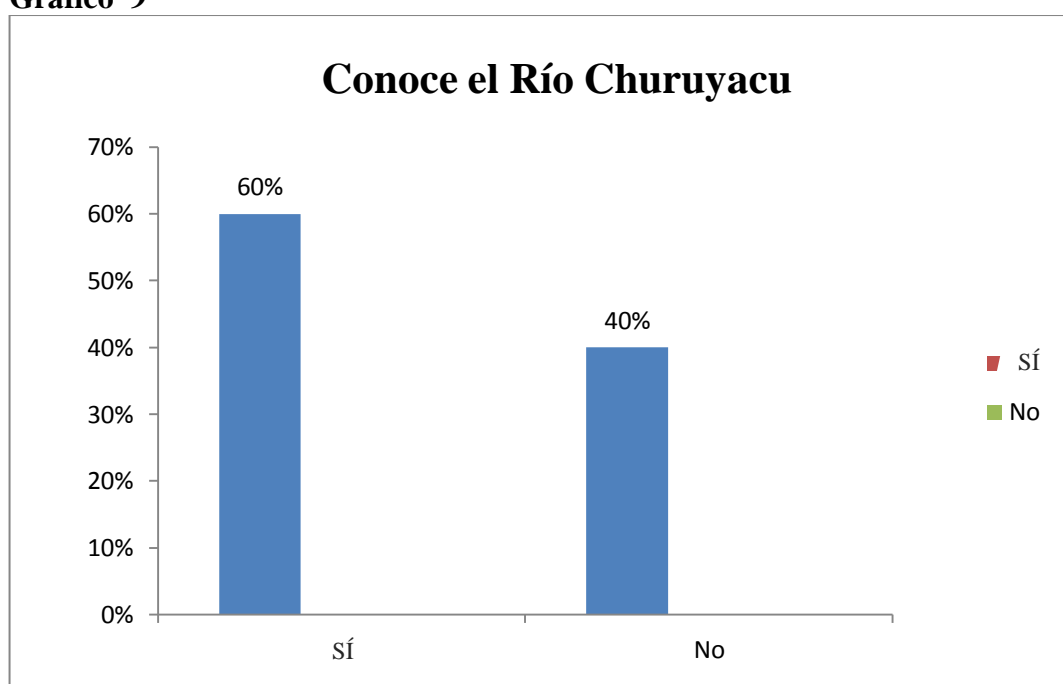
**Pregunta 5** ¿Conoce el Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

**Tabla 12** Conoce el Río Churuyacu

Conoce el Río Churuyacu	Resultados	Porcentajes
SÍ	90	60%
NO	60	40%
<b>Total</b>	150	100%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 9**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 12 y Gráfico 9, se aprecia que la mayoría de habitantes conoce el Río Churuyacu, no así el 40% de habitantes del barrio San Rafael quienes no conocen el Río Churuyacu.

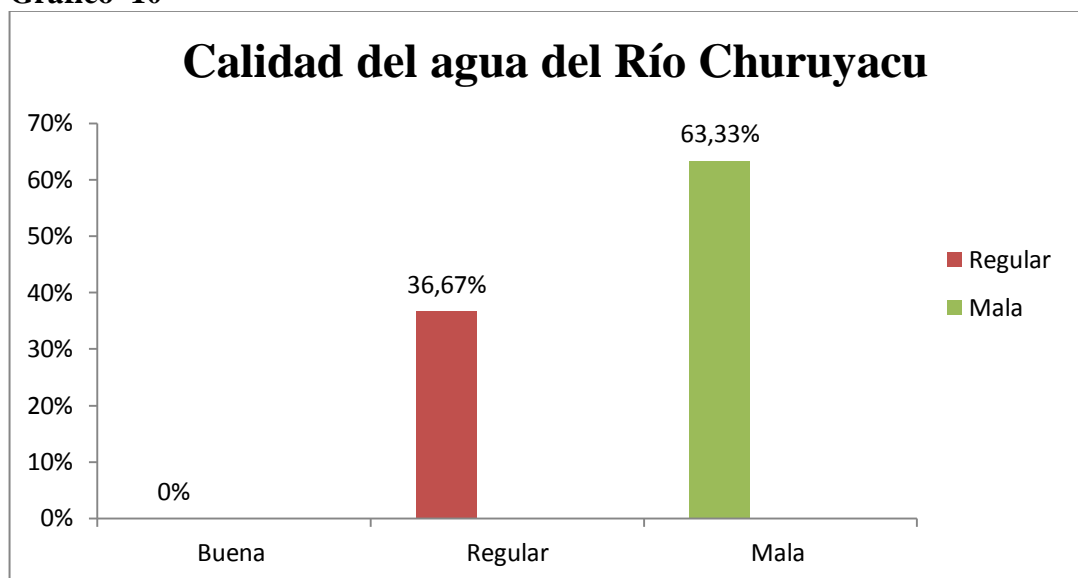
**Pregunta 6** ¿Cómo calificaría la calidad del agua en el Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

**Tabla 13** Calidad del agua en el Río Churuyacu

Calidad del agua en el Río Churuyacu	Resultados	Porcentajes
Buena	0	0%
Regular	55	36,67%
Mala	95	63,33%
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 10**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 13 y Gráfico 10, de 150 de los habitantes encuestados 95 responden que el agua de este cauce es mala, el resto contesta que es regular, por lo tanto ninguno considera que la calidad del agua es buena.

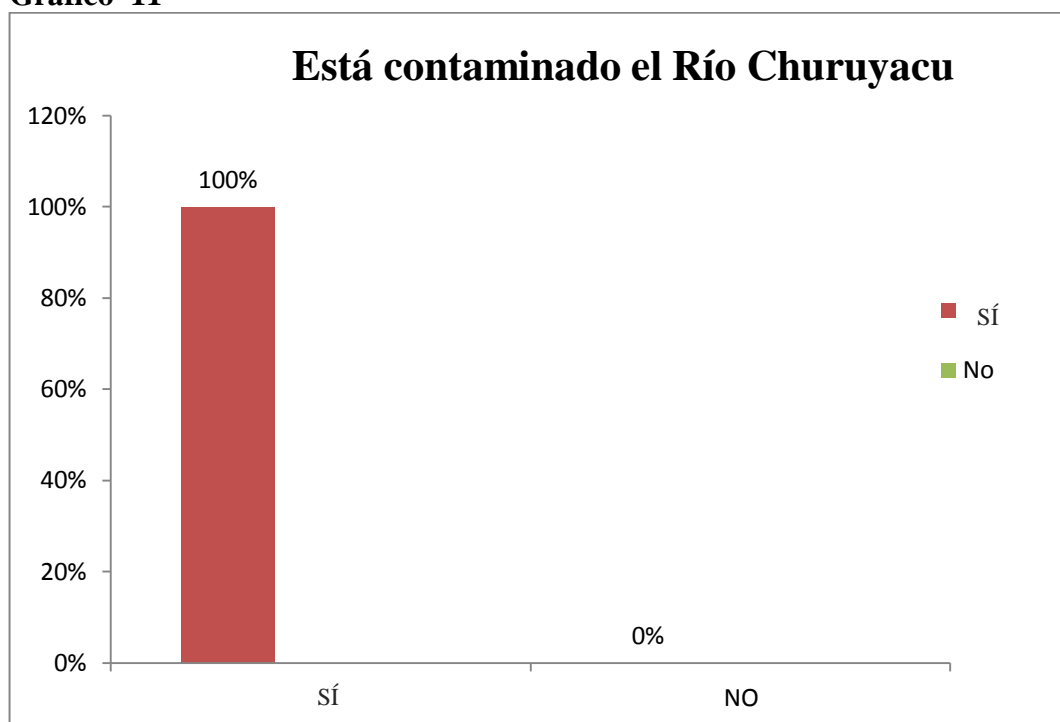
**Pregunta 7** ¿Considera que el Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo está contaminado?

**Tabla 14** Está contaminado el Río Churuyacu

Está contaminado el Río Churuyacu	resultado	Porcentajes
SÍ	150	100%
NO	0	0%
<b>Total</b>	150	100%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 11**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** De la Tabla 14 y Gráfico 11, se desprende que la totalidad de encuestados manifiestan que el río se encuentra contaminado.

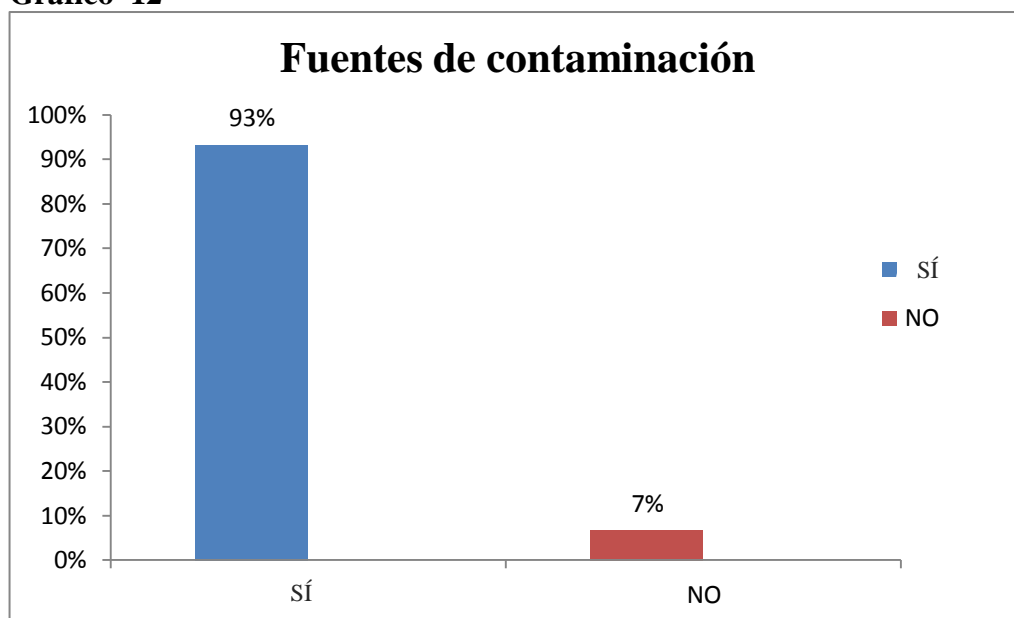
**Pregunta 8** ¿Ha observado fuentes de contaminación en el trayecto Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

**Tabla 15** Observado fuentes de contaminación

Observado fuentes de contaminación	Resultado	Porcentajes
SÍ	140	93%
NO	10	7%
<b>Total</b>	150	100%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 12**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 15 y Gráfico 12, la gran mayoría de personas 140 para ser exactos han observado las descargas de las casas situadas a las orillas del Río, apenas 10 de los encuestados no han observado fuentes de contaminación.

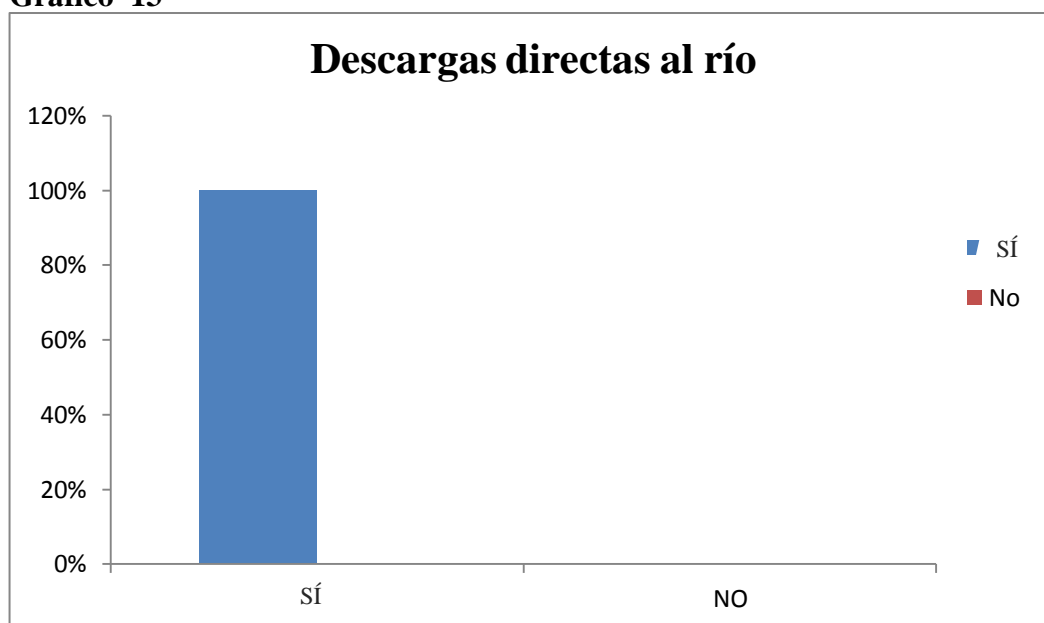
**Pregunta 9** ¿Cree usted que existen descargas directas al Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

**Tabla 16** Descargas directas al Río Churuyacu

Descargas directas al Río Churuyacu	resultado	Porcentajes
SÍ	150	100%
NO	0	0%
<b>Total</b>	150	100%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 13**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 16 y Gráfico 13, el cien por ciento de los encuestados manifiestan creer que existen descargas directas que contaminan el cauce del Río Churuyacu.

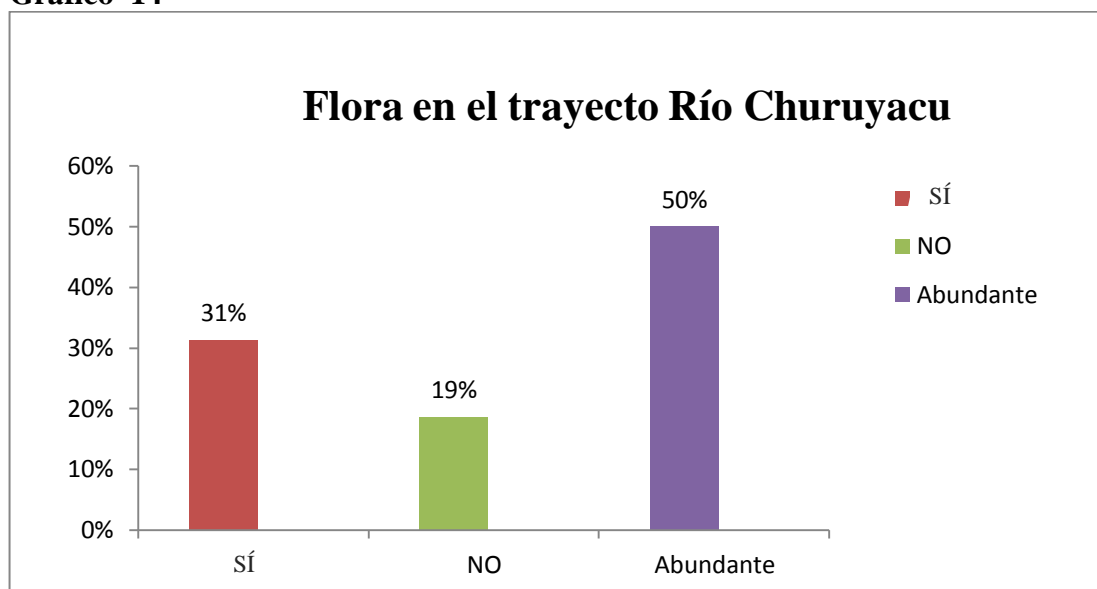
**Pregunta 10** ¿Ha observado Flora (plantas importantes) en el trayecto Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

**Tabla 17** Flora en el trayecto Río Churuyacu

Flora en el trayecto Río Churuyacu	Resultado	Porcentajes
SÍ	47	31%
No	28	19%
Abundante	75	50%
<b>Total</b>	150	100%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 14**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** De la Tabla 17 y Gráfico 14, se desprende que el 19% de la muestra manifiesta no haber observado flora en el sector, el 31% sí ha observado flora en el trayecto del río y un 50% ha observado abundante vegetación en el espacio investigado.

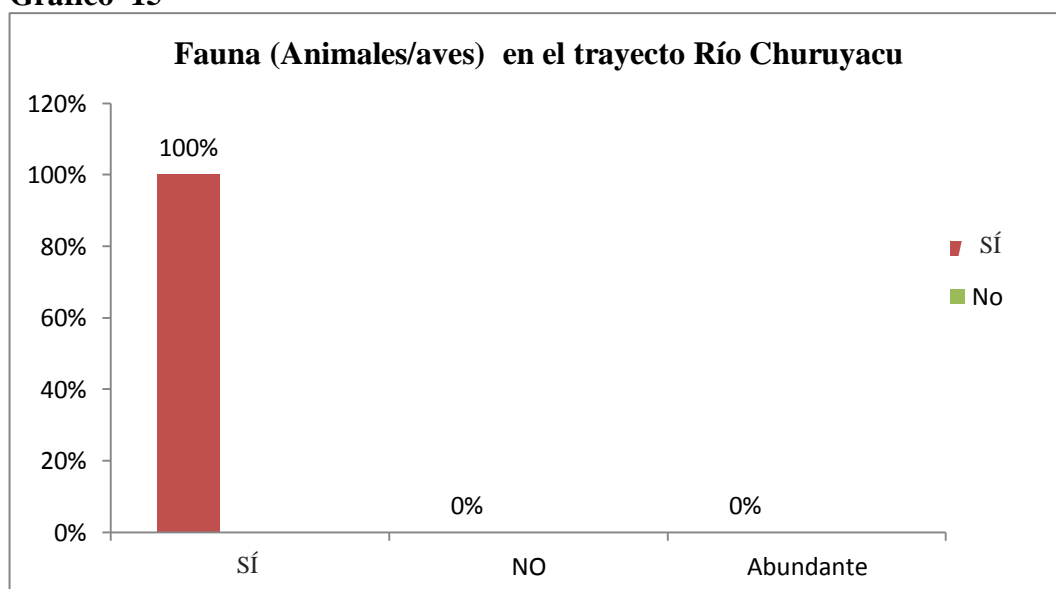
**Pregunta 11** ¿Ha observado Fauna (Animales/aves) en el trayecto Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

**Tabla 18** Fauna en el trayecto Río Churuyacu

Fauna en el trayecto Río Churuyacu	Resultado	Porcentajes
SÍ	150	100%
No	0	0%
Abundante	0	0%
<b>Total</b>	150	100%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 15**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 18 y Gráfico 15, la totalidad de los encuestados ha podido observar aves y animales en el trayecto del Río Churuyacu.



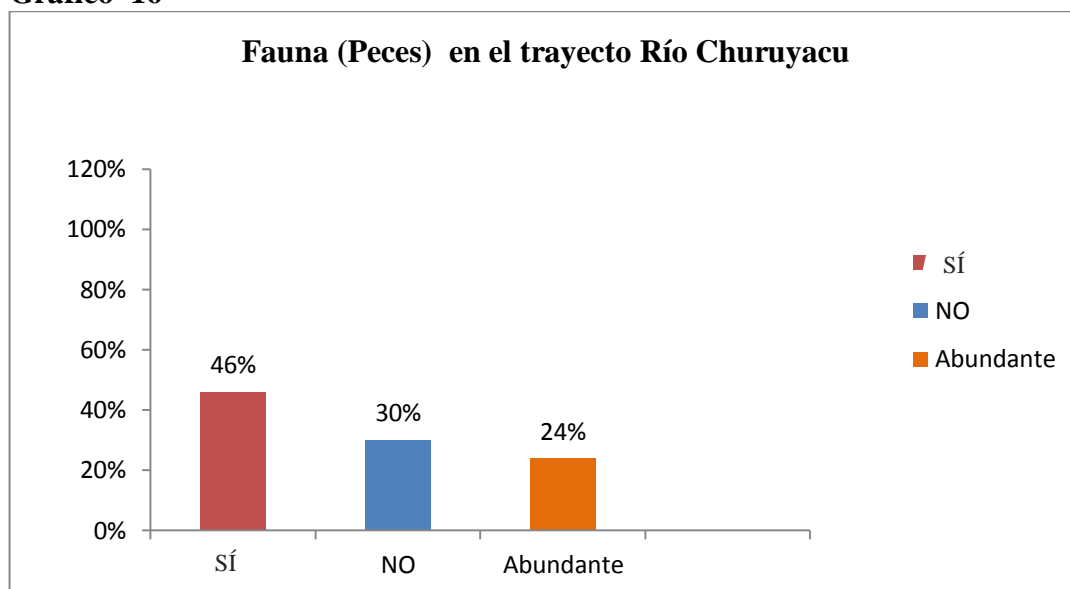
**Pregunta 12** ¿Ha observado Fauna (Peces) en el trayecto Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

**Tabla 19** Fauna en el trayecto Río Churuyacu

Fauna en el trayecto Río Churuyacu	Resultado	Porcentajes
SÍ	69	46%
No	45	30%
Abundante	36	24%
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 16**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 19 y Gráfico 16, conforme los resultados obtenidos, el 46% de los investigados manifiestan haber observado peces en el lugar; 30% no ha observado peces; y, el 24% dicen que han observado abundante fauna (peces) en el trayecto del río.

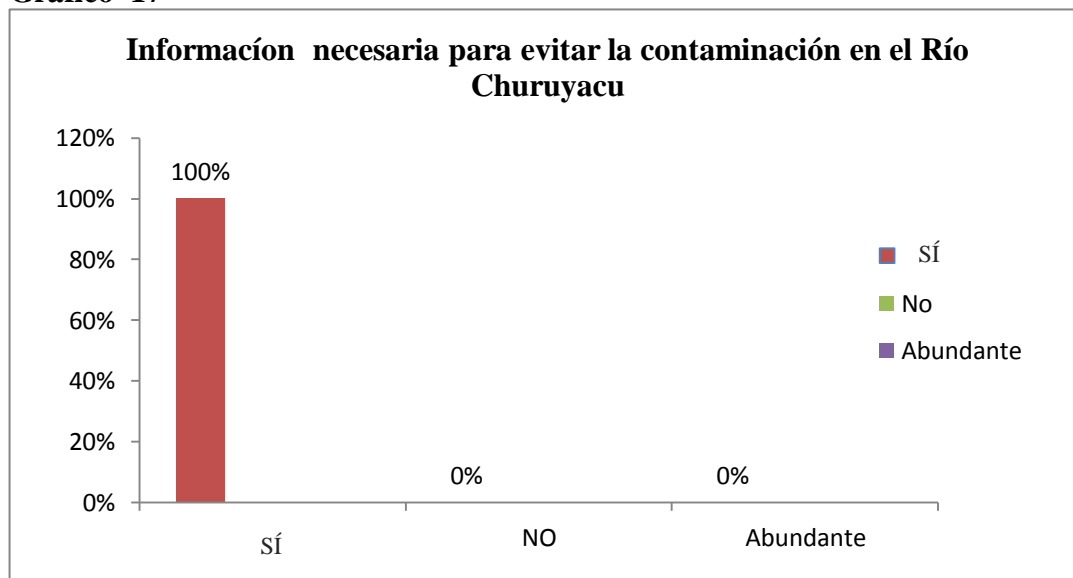
**Pregunta 13** ¿Considera que es necesaria más información para evitar contaminar los ríos, en especial en el Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

**Tabla 20** Información necesaria para evitar la contaminación

Información necesaria para evitar la contaminación	Resultado	Porcentajes
SÍ	150	100%
No	0	0%
Abundante	0	0%
<b>Total</b>	150	100%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 17**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 20 y Gráfico 17, se observa que todos los habitantes encuestados se van interesando por los factores contaminantes que se arrojan al río, es por esto que manifiestan que es necesaria más información que contribuya a evitar la contaminación del Río Churuyacu.

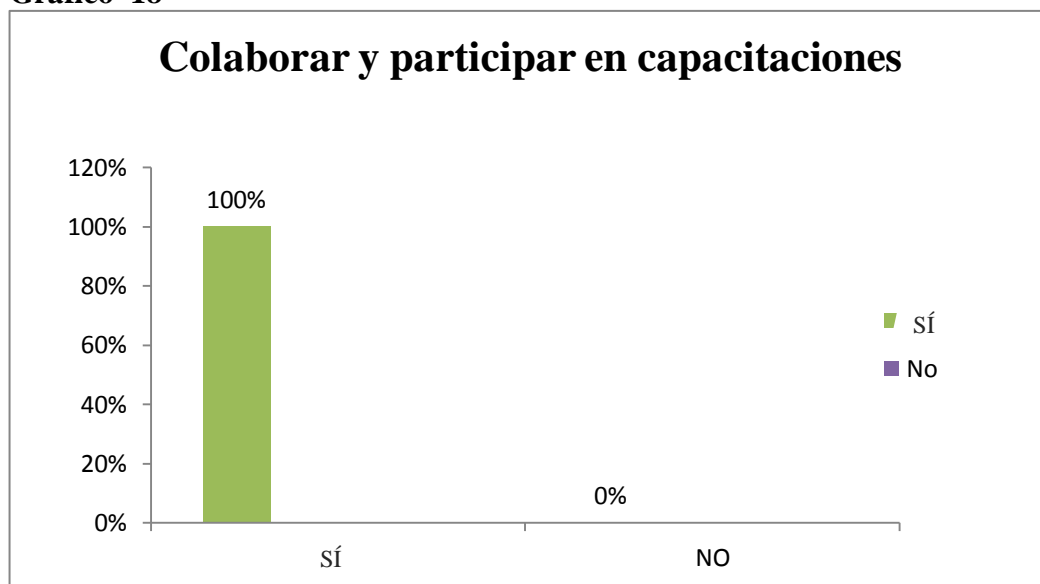
**Pregunta 14** ¿Usted estaría dispuesto a colaborar y participar en capacitaciones sobre el medio ambiente y su conservación y así mejorar el Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

**Tabla 21** Colaborar y participar en capacitaciones

Colaborar y participar en capacitaciones	Resultado	Porcentajes
SÍ	150	100%
NO	0	0%
<b>Total</b>	150	100%

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 18**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 21 y Gráfico 18, todos los encuestados responden que están dispuestos a colaborar y participar en capacitaciones sobre el medio ambiente y su conservación para mejorar la calidad del agua del Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo.

## **6.2 Determinar la calidad de agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael de la ciudad de Puyo, mediante la identificación de macro invertebrados acuáticos, análisis físico-químico y microbiológico**

### **6.2.1 Identificación del punto de muestreo**

Se pudo obtener la autorización respectiva para el ingreso a la toma de los tres puntos de GPS que están localizados en el barrio San Rafael. Los sitios donde se realizó el muestreo están georreferenciados cada 100m procediendo a tomar los puntos de cada uno.

Con el fin de obtener muestras de calidad y una buena recolección de agua se consideró los puntos más homogéneos para la toma de muestras.

### **6.2.2 Recolección de las muestras de agua para el análisis Físico- Químico y Microbiológico**

#### **a. Selección de envase**

Se utilizó tres envases de vidrio de color café para recolectar cada muestra. Ver anexo 13 fotografía (3)

### **6.2.3 Procedimiento de la toma de las muestras**

Para realizar un correcto muestreo, libre de contaminación y confusiones, se tomó en cuenta las siguientes precauciones:


- Se utilizó envases esterilizados para no contaminar los parámetros a analizar;

- Se limpió los envases por lo menos 2 a 4 veces con el agua del lugar a ser recolectada.
- Se identificó clara e inmediatamente la muestra.

**a. Etiquetado de la muestra**

Para evitar todo tipo de confusiones, se elaboró una etiqueta en la cual tiene información detallada para una correcta interpretación de los resultados, el mismo que se utilizó en el trabajo de campo, de una manera clara, que en el laboratorio permita su identificación.

**Imagen 5** Etiqueta para análisis físicos-químicos de agua

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>	<b>MUESTRAS DE AGUA</b>
N° de muestra:		
Operador:		
Fecha de recoleccion:		
Hora de recoleccion:		
Observaciones:		

Elaborado por: El Autor

**b. Transporte de la muestra**

Los envases con las muestras fueron preservados en un cooler y sellados de manera que no se pierda durante el transporte, las muestras fueron llevadas a una temperatura de 4 - 5 °C, para una adecuada conservación se envió inmediatamente al laboratorio de la Escuela Politécnica del Chimborazo (ESPOCH).

**c. Parámetros analizados en el laboratorio**

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua se establecieron en función de la Tabla 1(TULSMA), en los laboratorios se realizaron los análisis de cada una de las muestras tomadas.

Los parámetros analizados en el laboratorio fueron: color, pH, conductividad, turbidez, cloruros, dureza, calcio, alcalinidad, DQO, DBO, Nitratos, Nitritos, Hierro, Sólidos Totales, Coliformes Totales, cada uno de los parámetros se detallan a continuación con sus límites permisibles en la tabla 22

**Tabla 22** Análisis de aguas de los tres puntos. Ver anexos (4, 5,6)

Determinaciones	Unidades	Método	Límites Tulsma	Resultados de los tres puntos			Cumplimiento
				Punto 1	Punto 2	Punto 3	
Color	Und Co/Rt	2120C	100	12,0	14,0	13,0	SÍ
pH	Und.	4500-B	6-9	5,43	6,24	5,28	SÍ
Conductividad	μSiems/c m	2510-B		25,3	46,3	29,1	SÍ
Turbidez	UNT	2130-B	100	1,8	2,03	4,3	SÍ
Cloruros	mg/l	4500-CI-B	250	1,4	1,6	1,4	SÍ
Dureza	mg/l	2340-C	500	24,0	24,0	20,0	SÍ
Calcio	mg/l	2340-C		9,6	8,0	8,0	-
Alcalinidad	mg/l	2320-C		40,0	40,0	30,0	TULAS
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	5220-C	200	33,0	35,0	28,0	SÍ
DBO	mg/l	5210-B	2	25,0	28,0	17,0	NO
Hierro		3500-Fe-D	1	0,4	0,29	0,27	SÍ
Amonios	mg/l	4500-NH4-C	1	0,02	0,01	0,03	SÍ
Nitritos	mg/l	4500-NO2-B	1	0,01	0,006	0,006	SÍ
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	2540-C	1000	14,0	24,6	16,0	SÍ
Sólidos Totales	mg/l	2540-A	1600	130	180	210,0	SÍ
Coliformes Totales	UFC/100 ml	Microfiltración	3000	2200 0	2000 0	3500 0	NO
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	Microfiltración	600	800	100	300	NO

Fuente: Laboratorio de la ESPOCH, 2016

Elaborado por: El Autor

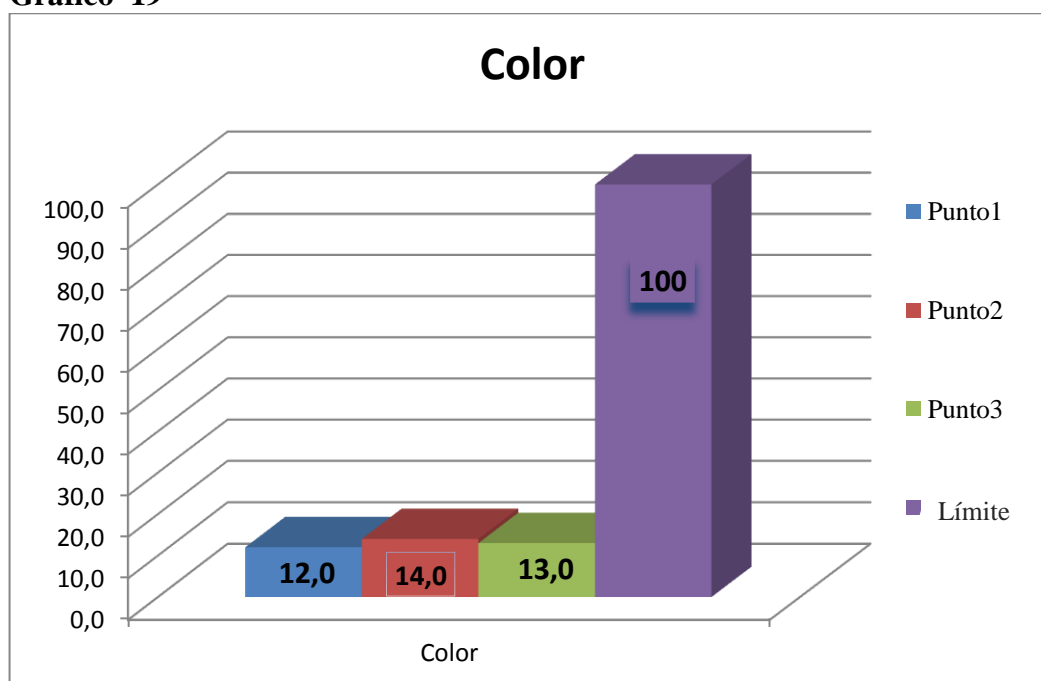
## Resultados de los análisis Físico- Químico y Microbiológico

**Tabla 23** Color promedio del agua de los tres puntos del Río Churuyacu

Color	Resultados
Punto1	12,0
Punto2	14,0
Punto3	13,0
<b>Límite</b>	100,0

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 19**



Elaborado por: El Autor

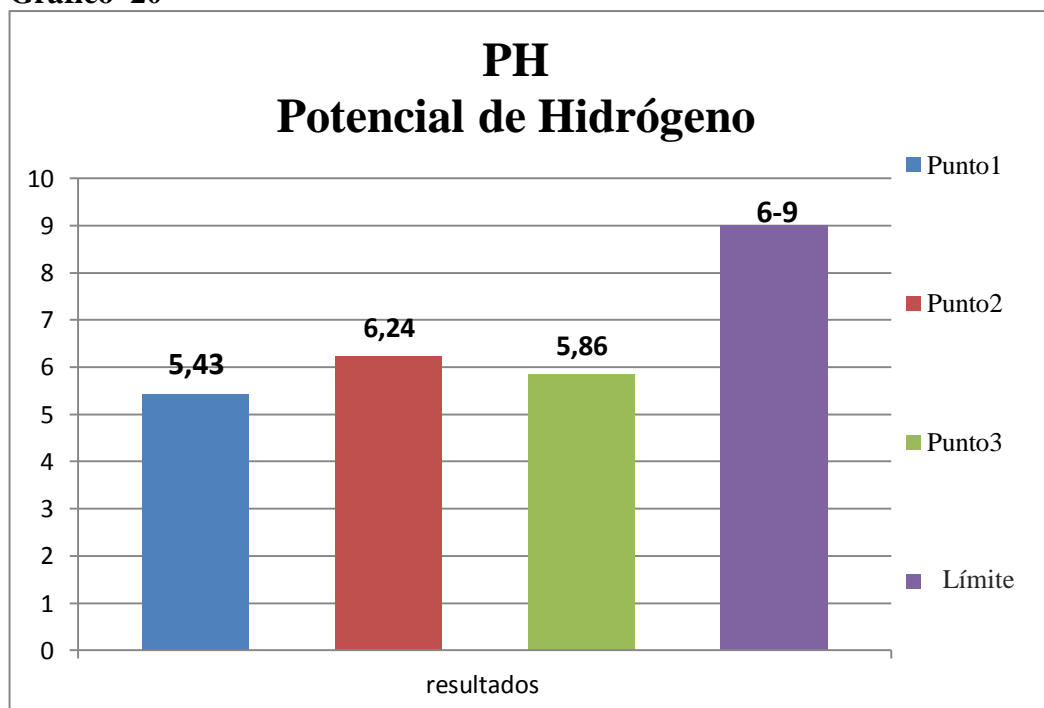
**Interpretación:** En la Tabla 23 y Gráfico 19, se señala el límite máximo permisible del color que es de 100 Und Co/Pt, comparándolos con los resultados obtenidos en el laboratorio se observó que el color está dentro de los límites y comparando con los resultados, corresponde al valor más alto es del punto 2 con 14,0 Und Co/Pt.

**Tabla 24** Promedio de pH de los tres puntos del Río Churuyacu

Potencial de hidrógeno	Resultados
Punto1	5,43
Punto2	6,24
Punto3	5,86
<b>Límite</b>	6-9

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 20**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 24 y Gráfico 20, muestra los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de los parámetros de potencial de hidrógeno de los tres puntos dándonos como resultado que se encuentran dentro del límite de la tabla 1 límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS), encontrando que el punto dos del muestreo tiene mayor alcalinidad.

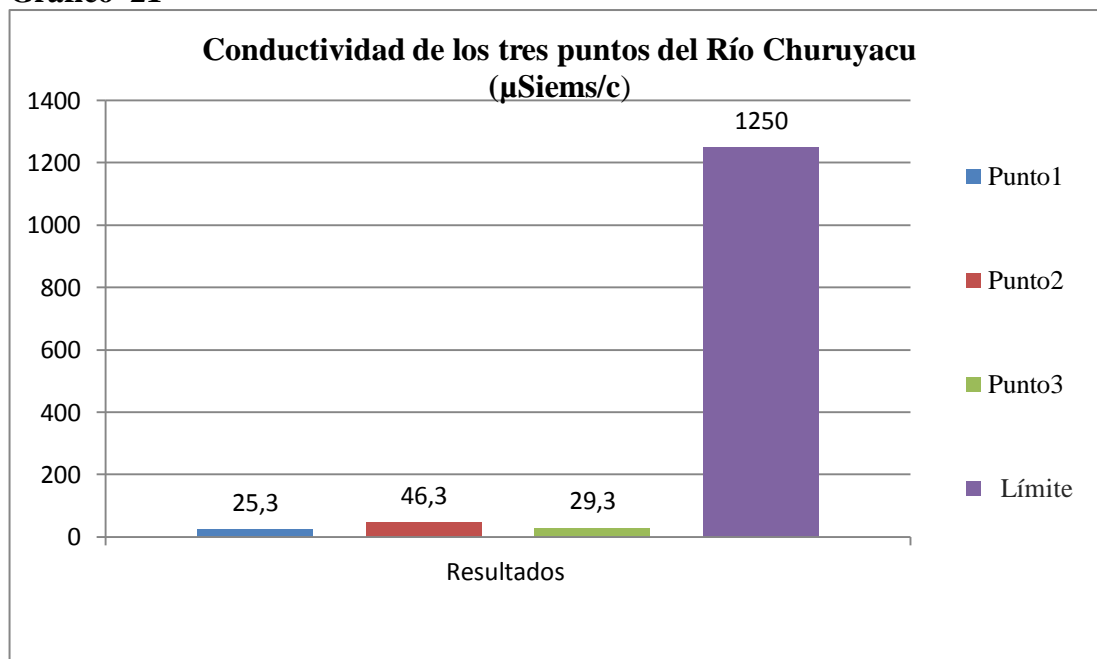


**Tabla 25** Límites permisibles de conductividad

Conductividad	Resultados
Punto1	25,3
Punto2	46,3
Punto3	29,3
<b>Límite</b>	1250

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 21**



Elaborado por: El Autor

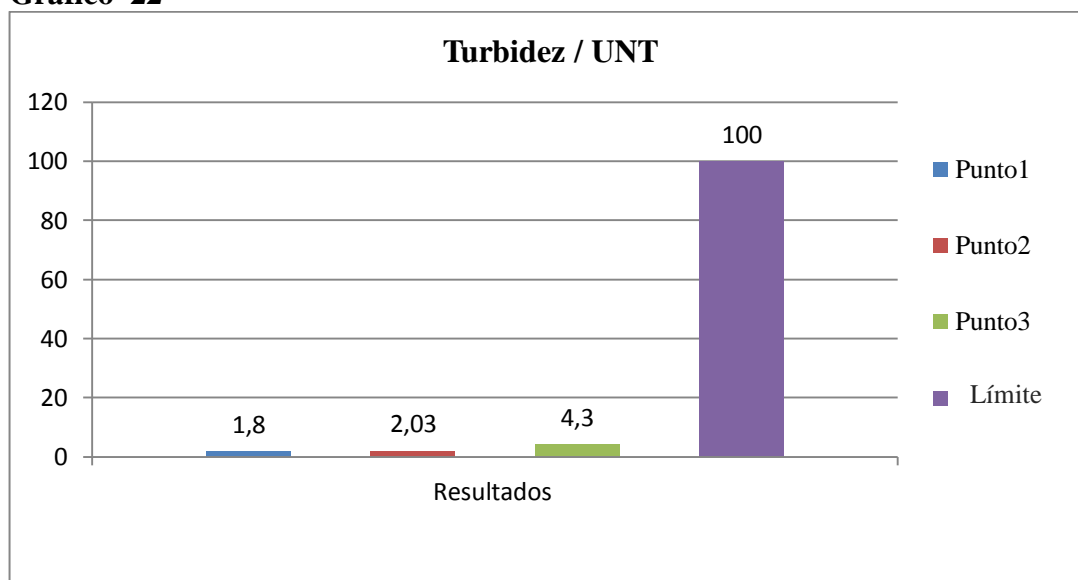
**Interpretación:** En la Tabla 25 y Gráfico 21, muestra los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de la conductividad los tres puntos dándonos como resultado que se encuentran dentro del límite de la tabla 1 límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS), encontrando que el punto dos del muestreo tiene mayor alcalinidad con un 46,4  $\mu\text{Siems/cm}$ .

**Tabla 26** Turbidez de los tres puntos

Turbidez	Resultados
Punto1	1,8
Punto2	2,03
Punto3	4,3
<b>Límite</b>	100

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 22**



Elaborado por: El Autor

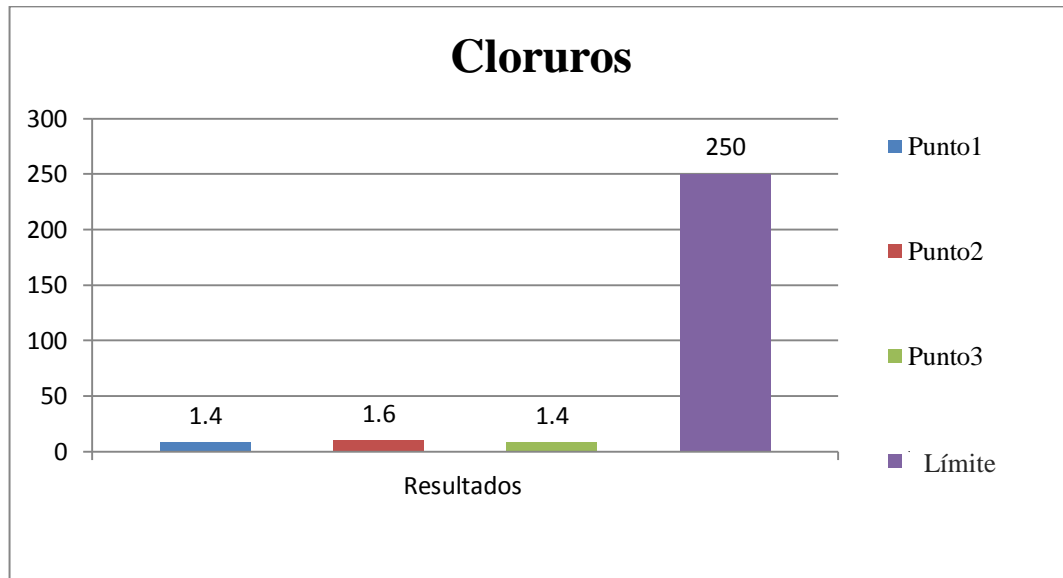
**Interpretación:** En la Tabla 26 y Gráfico 22, muestra los resultados de los análisis realizados en los tres puntos dándonos como resultado que se encuentran dentro del límite de turbidez permitido en la tabla 1 (TULAS), encontrando que el punto tres del muestreo tiene mayor turbidez con un 4,3 unidades nefelométricas de turbidez.

**Tabla 27** Cloruros de los tres puntos del Río Churuyacu

Cloruros	Resultados
Punto1	1.4
Punto2	1.6
Punto3	1.4
<b>Límite</b>	250

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 23**



Elaborado por: El Autor

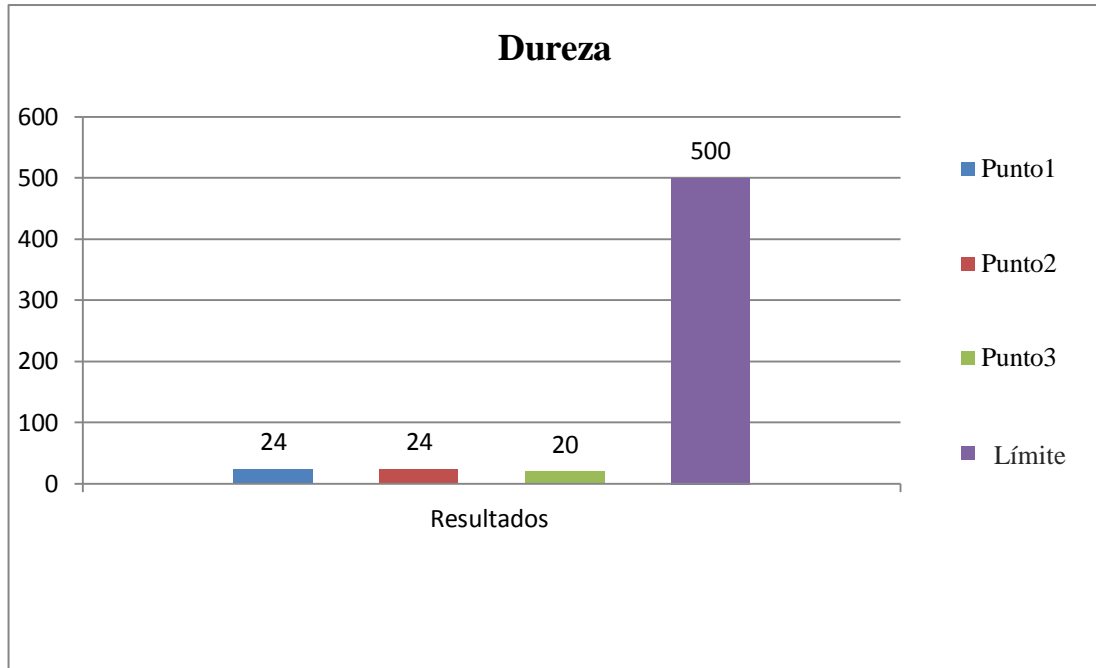
**Interpretación:** En la Tabla 27 y Gráfico 23, muestra los resultados de los análisis realizados en los tres puntos aportando como resultado que se encuentran dentro del límite de cloruros permitido en la tabla 1 (TULAS).

**Tabla 28** Dureza de los tres puntos de Río Churuyacu

Dureza	Resultados
Punto1	24
Punto2	24
Punto3	20
<b>Límite</b>	500

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 24**



Elaborado por: El Autor

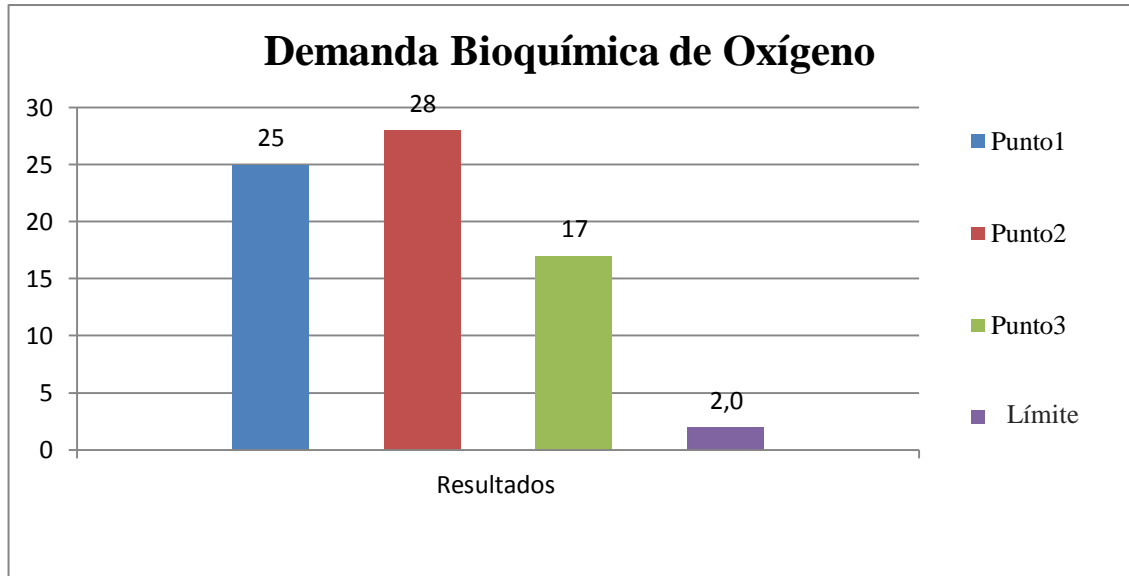
**Interpretación:** En la Tabla 28 y Gráfico 24, muestra los resultados de los análisis realizados en los tres puntos dándonos como resultado que se encuentran dentro del rango permitido en la tabla 1 (TULAS), encontrando que los puntos uno y dos del muestreo tienen mayor dureza con 24 mg/l, esto quiere decir que son aguas dotadas de poca dureza y conductividad.

**Tabla 29** Demanda bioquímica de oxígeno

DBO	Resultados
Punto 1	25
Punto 2	28
Punto 3	17
<b>Límite</b>	2.0

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 25**



Elaborado por: El Autor

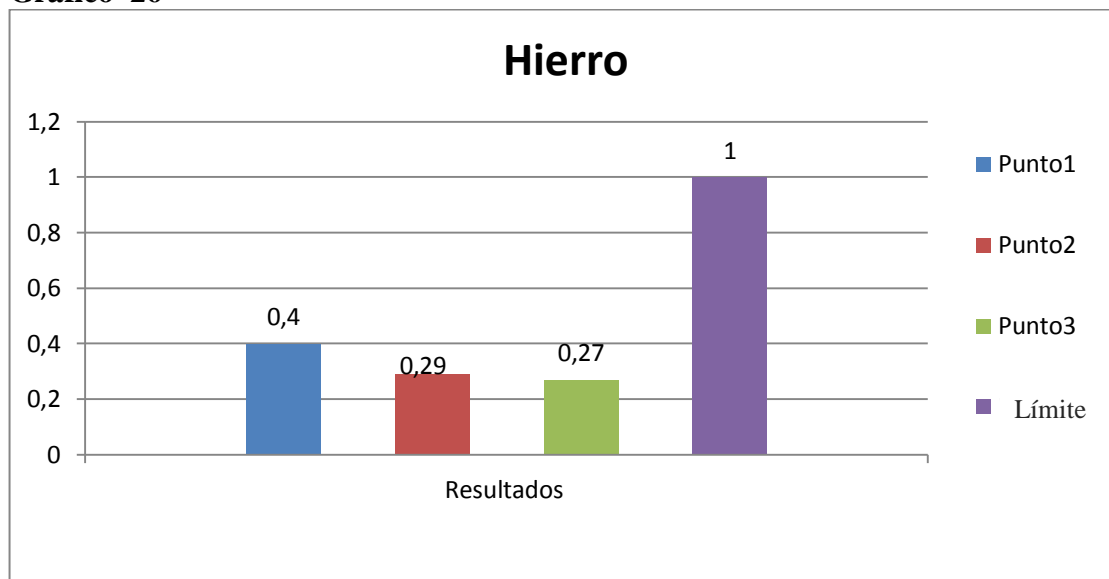
**Interpretación:** En la Tabla 29 y Gráfico 25, muestra los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de la demanda bioquímica de oxígeno dándonos como resultado que sus niveles de DBO son excesivamente elevados en los tres puntos del muestreo siendo el límite máximo permisible 2,0 mg/l según la tabla 1 límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS), se puede concluir que el DBO no es el adecuado para el consumo humano y uso doméstico.

**Tabla 30** Promedio permisible de hierro

Hierro	Resultados
Punto1	0,4
Punto2	0,29
Punto3	0,27
<b>Límite</b>	1

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 26**



Elaborado por: El Autor

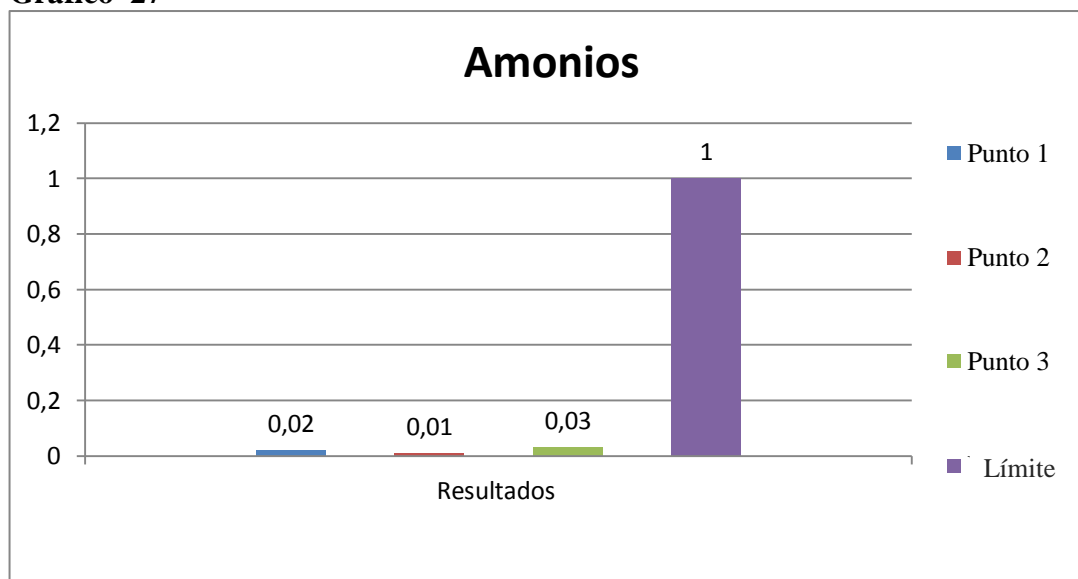
**Interpretación:** En la Tabla 30 y Gráfico 26, muestra los resultados del laboratorio, se observó la cantidad de hierro que contienen los tres puntos, como resultado que se encuentran dentro del límite de la tabla 1 límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS), encontrando que el punto uno del muestreo tiene mayor cantidad de hierro con un 0,4 mg/l.

**Tabla 31** Promedio permisible de amonio

Amonios	Resultados
Punto 1	0,02
Punto 2	0,01
Punto 3	0,03
<b>Límite</b>	<b>1</b>

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 27**



Elaborado por: El Autor

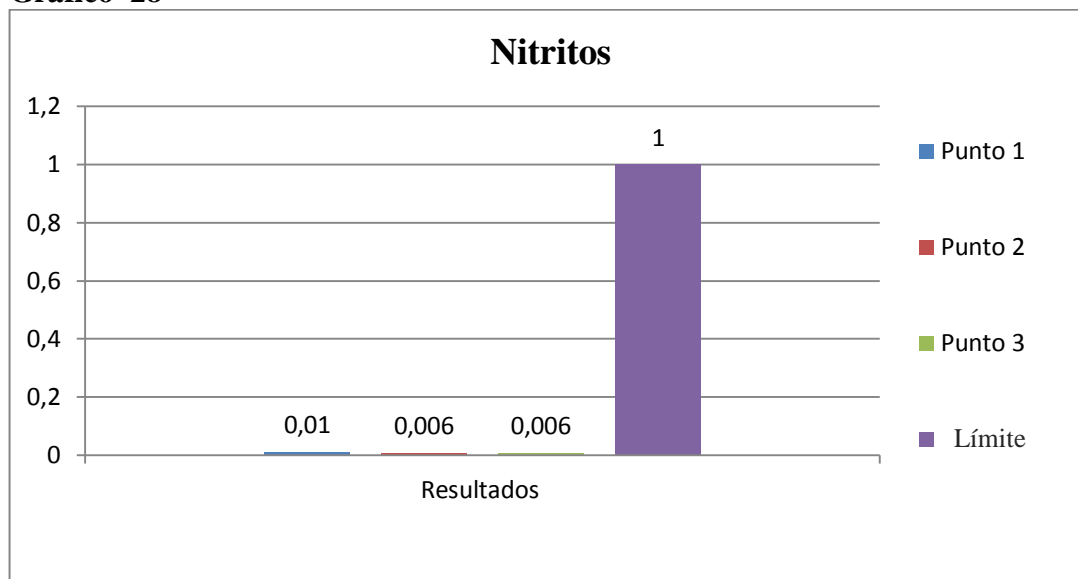
**Interpretación:** En la Tabla 31 y Gráfico 27, muestra los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de la cantidad de amonio que contiene los tres puntos dándonos como resultado que se encuentran dentro del límite de la tabla 1 límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS), encontrando que el punto tres del muestreo tiene mayor cantidad de hierro con un 0,03 mg/l.

**Tabla 32** Porcentaje de nitritos

Nitritos	Resultados
Punto 1	0,01
Punto 2	0,006
Punto 3	0,006
<b>Límite</b>	<b>1</b>

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 28**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 32 y Gráfico 28, muestra los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de la cantidad de nitritos que contiene los tres puntos dándonos como resultado que se encuentran dentro del límite de la tabla 1 límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS), encontrando que el punto uno del muestreo tiene mayor cantidad de hierro con un 0,01 mg/l.

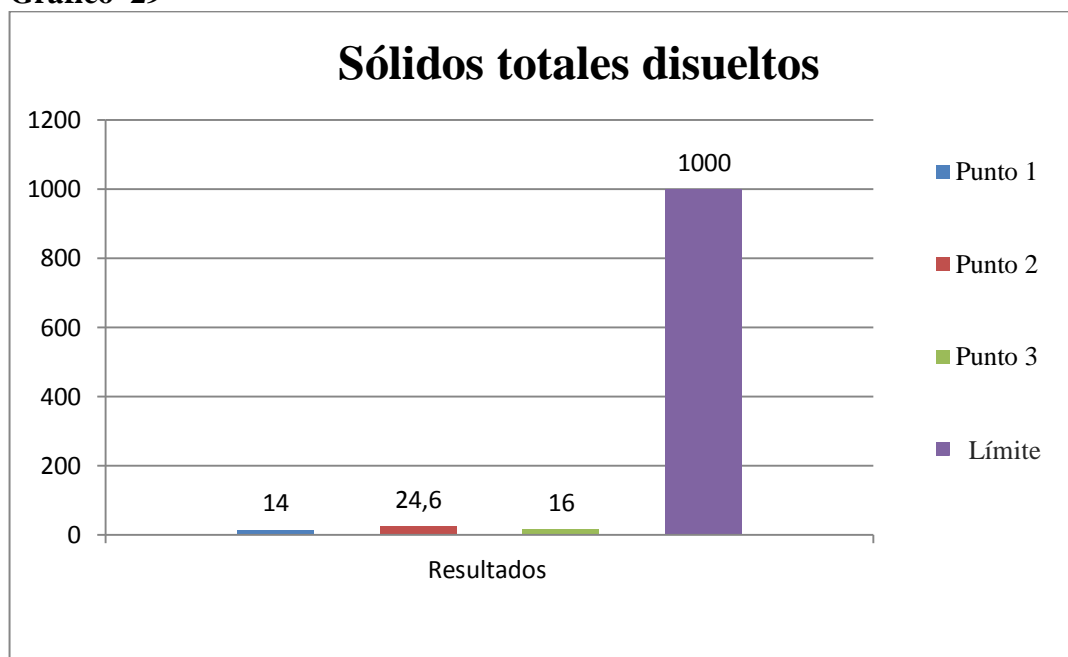


**Tabla 33** Sólidos totales disueltos

Sólidos totales disueltos	Resultados
Punto 1	14
Punto 2	24,6
Punto 3	16
<b>Límite</b>	1000

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 29**



Elaborado por: El Autor

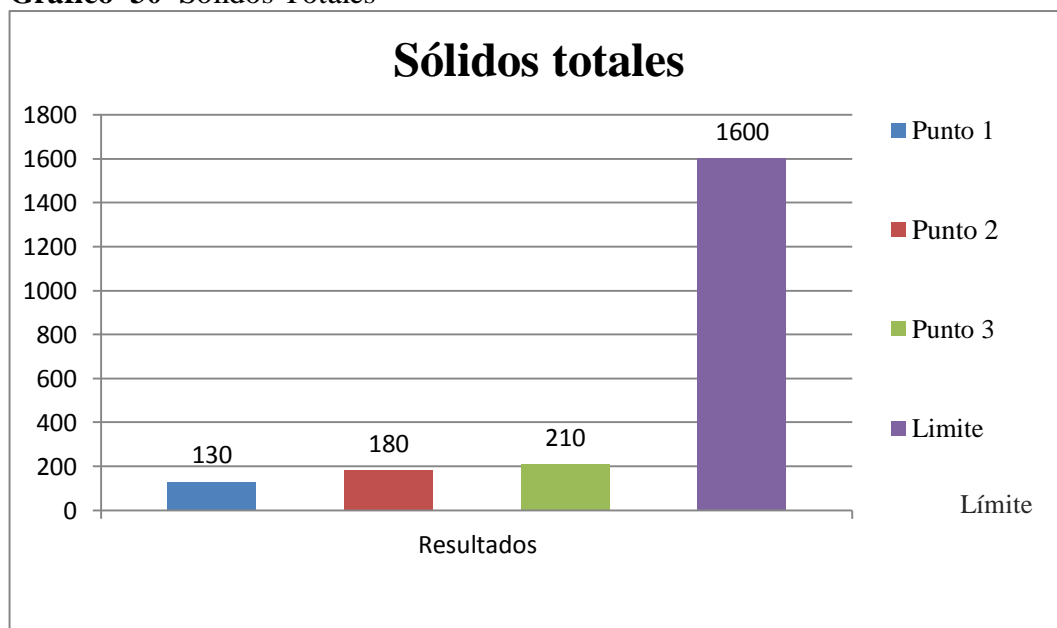
**Interpretación:** En la Tabla 33 y Gráfico 29, muestra los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de la cantidad de sólidos totales disueltos que contiene los tres puntos dándonos como resultado que no exceden el límite de la tabla 1 límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS), encontrando que el punto dos del muestreo tiene mayor cantidad de Sólidos totales disueltos con un 24,6 mg/l sienta su límite 1000 mg/l.

**Tabla 34** Sólidos Totales

Sólidos totales	Resultados
Punto 1	130
Punto 2	180
Punto 3	210
<b>Límite</b>	1600

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 30** Sólidos Totales



Elaborado por: El Autor

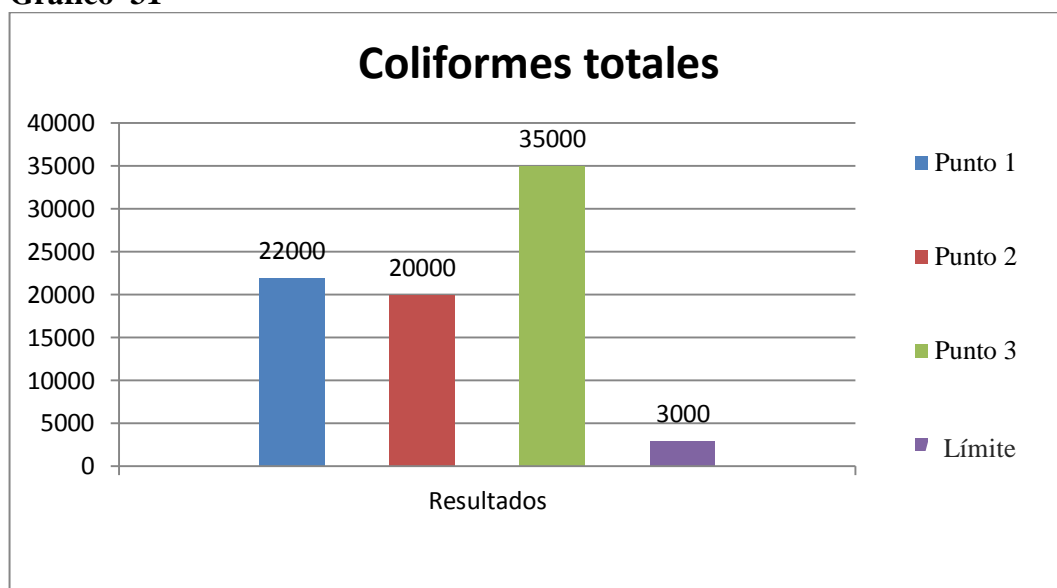
**Interpretación:** En la Tabla 34 y Gráfico 30, muestra los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de la cantidad de sólidos totales que contiene los tres puntos dándonos como resultado que se encuentran dentro del límite de la tabla 1 límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS), encontrando que el punto tres del muestreo tiene mayor cantidad de Sólidos totales con un 210 mg/l.

**Tabla 35** Coliformes totales

Coliformes totales	Resultados
Punto 1	22000
Punto 2	20000
Punto 3	35000
<b>Límite</b>	3000

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 31**



Elaborado por: El Autor

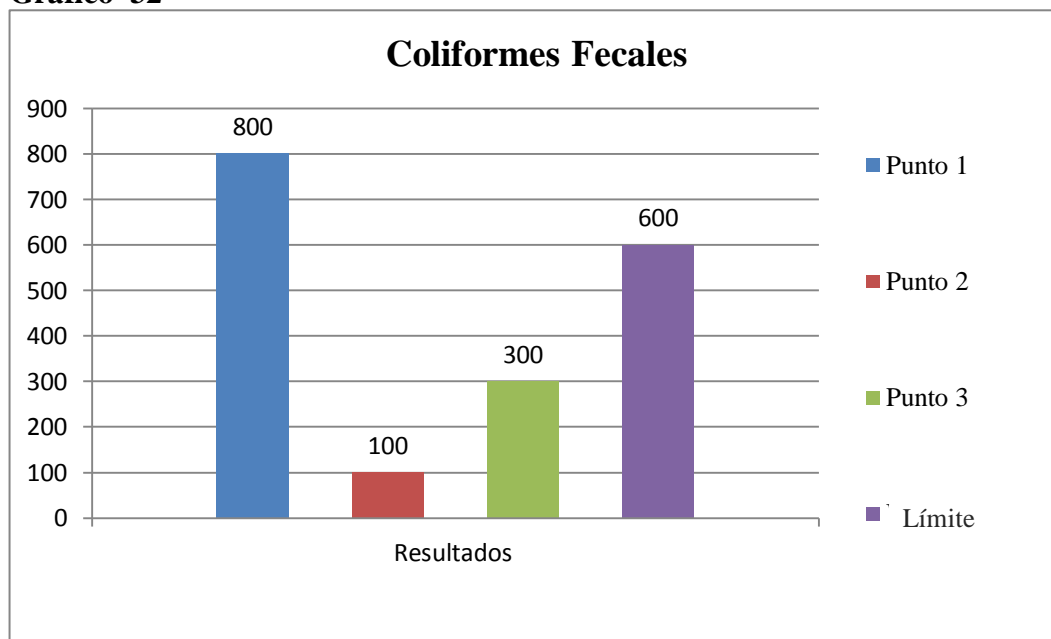
**Interpretación:** En la Tabla 35 y Gráfico 31, muestra los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de la cantidad de coliformes totales que contiene los tres puntos dándonos como resultado que se encuentran fuera del límite de la tabla 1 límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS), encontrando que el punto tres del muestreo tiene una mayor cantidad coliformes totales con 35000 UFC/100mL.

**Tabla 36** Coliformes Fecales

Coliformes Fecales	Resultados
Punto 1	800
Punto 2	100
Punto 3	300
<b>Límite</b>	600

Elaborado por: El Autor

**Gráfico 32**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En la Tabla 36 y Gráfico 32, muestra los resultados del laboratorio dándonos la cantidad de coliformes fecales que contiene los tres puntos, como resultado el punto 1 con un valor de 800 UFC/100mL se encuentra fuera del límite de la tabla 1 límites máximos, no así en punto 2 con un valor de 100 UFC/100mL y el punto 3 con un valor de 300 UFC/100mL se encuentran en el rango máximo permisible de 600 UFC/100mL.

#### **6.2.4 Muestreo de Macroinvertebrados**

Recolectar la mayor diversidad de macroinvertebrados de sus habitats en cada punto de muestreo.

##### **a. Recolección de la muestra**

Para la recolección se utilizó una red de 20x30 cm de área de superficie y 0,5mm de abertura se la coloco al fondo en contra de la corriente con la ayuda de la manos se removió el fondo durante un minuto para poder recoger las muestras de macroinvertebrados

##### **b. Limpieza de los macroinvertebrados**

Se retiró con las manos restos orgánicos e inorgánicos (piedras, ramas, lodo, entre otros), con un poco de agua se retiró las muestras de la red para impedir que estas se destruyan, fueron depositadas en placas Petri, para realizar una identificación rápida misma que consistió en determinar el tamaño, orden y morfología.

##### **c. Preservación de la muestra**

Para conservar las muestras, estas fueron separadas en envases plásticos con una cantidad de entre 5 a 10 individuos según el orden. Estos envases contenían alcohol etílico al 70%

#### d. Identificación de macroinvertebrados

Se utilizó un microscopio digital marca Rohs logrando identificar cada orden y familia, con su puntuación de los índices BMWP y ETP. Ver anexo (7, 10)

#### Resultados del índice MBWP

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

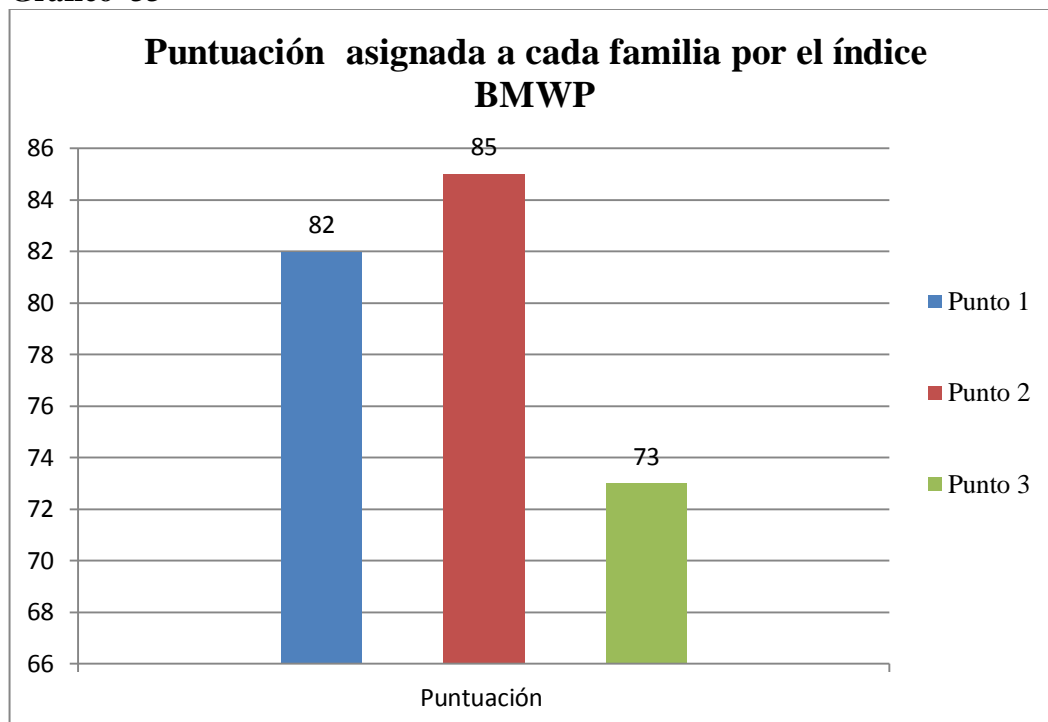
Para los resultados de los tres puntos de muestreo se utilizó la tabla de puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del B.M.W.P, las familias y el número de muestras recolectadas por cada punto de muestreo dando como resultado 883 macroinvertebrados recolectados los cuales se dividen en 15 familias en los tres puntos de estudio. Ver anexos (7, 8,9)

**Tabla 37** Puntuación asignada a cada familia por el índice BMWP

Orden	Familia	Puntuación asignada a cada familia por el índice BMWP		
		Punto 1	Punto 2	Punto 3
Coleóptera	Hydrophilidae		3	3
	Elmidae	5	5	5
	Psephenidae	10	10	10
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8	8	8
	Baetidae	4	4	4
Trichoptera	Leptoceridae	10	10	10
	Hidropsychidae	8	8	
Díptera	Tabanidae	4	4	
	Chironomidae		2	2
Plecóptera	Perlidae	10	10	10
Tricladida	Dugesidae	5	5	5
Hemíptera	Naucoridae	3	3	3
Odonata	Polythoridae		7	7
	Coenagrionidae	6	6	6
Megalóptera	Corydalidae			
Lepidóptera	Pyralidae	9		
<b>Total</b>		<b>82</b>	<b>85</b>	<b>73</b>

Elaborar por: El Autor

**Gráfico 33**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En el Gráfico 33, La calidad del agua de los tres puntos de muestreo según los valores del B.M.W.P, establece valores con su respectiva clase y color dándole así a los tres puntos un valor de 61-100 perteneciente a la clase II que su significado dice ser evidentes algunos efectos de contaminación otorgándoles los siguientes resultados al punto uno 82, al punto dos 85 y finalmente al punto tres 73 estos valores tienen relación con las viviendas que están ubicadas al margen del río ya que descargan sus efluentes domésticos y echan basura directamente al Río Churuyacu.

## Resultados del índice ETP

### ETP (Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera ).

Las familias y el número de muestras recolectadas por cada punto de muestreo fueron 548 macroinvertebrados y 5 familias del índice ETP recolectados en los tres puntos de estudio. Ver anexo (10, 11,12)

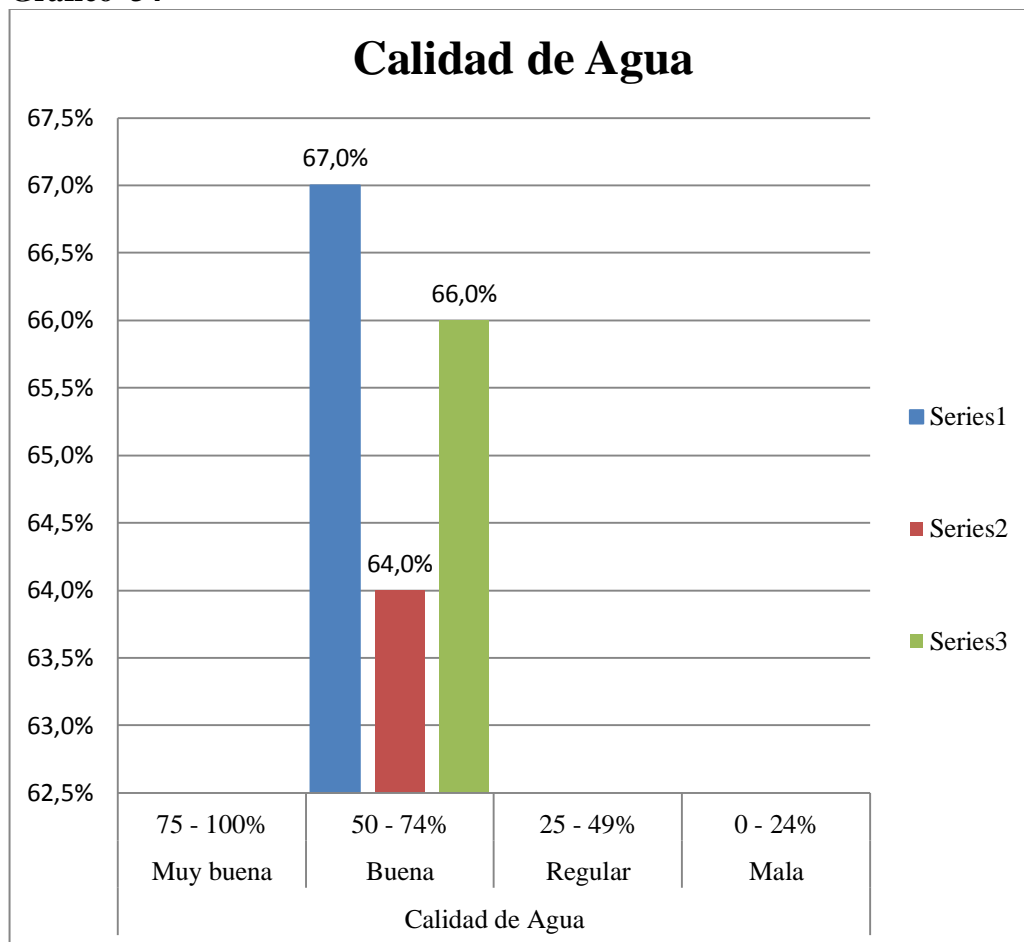
**Tabla 38** Resultado de los tres puntos de muestreo con el índice ETP

Orden	Familia	Muestras					
		Punto 1	EPT Presentes	Punto 2	EPT Presentes	Punto 3	EPT Presentes
Coleóptera	Hydrophilidae			3		2	
	Elmidae	30		20		18	
	Psephenidae	20		40		55	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	30	<b>30</b>	10	<b>10</b>	19	<b>19</b>
	Baetidae	40	<b>40</b>	50	<b>50</b>	70	<b>70</b>
Trichoptera	Leptoceridae	50	<b>50</b>	70	<b>70</b>	70	<b>70</b>
	Hidropsychidae	10	<b>10</b>	8	<b>8</b>		
Díptera	Tabanidae	2		1			
	Chironomidae			4		8	
Plecóptera	Perlidae	20	<b>20</b>	49	<b>49</b>	52	<b>52</b>
Tricladida	Dugesiiidae	6		6		6	
Hemíptera	Naucoridae	1		4			
Odonata	Polythoridae			5		7	
	Coenagrionidae	10		21		12	
Megalóptera	Corydalidae						
Lepidóptera	Pyralidae	4					
<b>Total de punto</b>		223		290		319	
<b>ETP presente</b>			<b>150</b>		<b>187</b>		<b>211</b>
<b>ETP presente ÷ total de punto = resultado x 100 = Total (%)</b>		0,67		0,64		0,66	
<b>TOTAL (%)</b>		67%		64%		66%	

Elaborado por: El Autor



**Gráfico 34**



Elaborado por: El Autor

**Interpretación:** En el Gráfico 34, del índice ETP, se divide en cuatro categorías que son, calidad de agua muy buena, buena, regular y mala, los resultados obtenidos en este análisis de macroinvertebrados está dentro del rango de 50-74% queriendo decir que el agua del Río Churuyacu tiene una buena calidad de agua estado dentro de los márgenes permitidos en el índice ETP, estos valores tienen relación con las viviendas que están ubicadas al margen del río ya que descargan sus efluentes domésticos y echan basura directamente al río.

### **6.3 Proponer un plan de manejo ambiental para el Barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.**

#### **a. Introducción.**

El Plan de Manejo Ambiental plantea soluciones basadas en los problemas ambientales que se pudo encontrar en el Río Churuyacu, permitiéndonos así aplicar medidas para prevenir, corregir y sobre todo compensar los problemas encontrados en dicha investigación ya que son generados por las actividades agrícolas, ganaderas, y domesticas que realizan a diario los habitantes que viven en las orillas del Río Churuyacu.

#### **b. Objetivo.**

Proponer medidas que permitan prevenir y mitigar los impactos encontrados en la investigación a los moradores del barrio San Rafael, para lo cual los programas propuestos para el manejo ambiental deben ser socializados y aplicado al barrio por técnicos e instituciones competentes

#### **c. Alcance.**

El plan de manejo ambiental muestra una serie de medidas para poder recuperar el recurso agua del río Churuyacu provocado por las actividades realizadas por los habitantes del barrio San Rafael, se aspira llegar a concientizar a los moradores sobre la importancia del cuidado que se debe dar a este recurso por parte de los habitantes y autoridades competentes, el Plan de Manejo Ambiental se limita a todas las áreas directa e indirecta

#### d. Propuesta de Plan de Manejo Ambiental

Se detalla cómo está diseñado el Plan de Manejo Ambiental con sus respectivos programas, con el fin de recuperar la calidad del agua del Río Churuyacu.

##### Programa 1 Programa de relaciones comunitarias

Nombre la medida Relacionarse con los habitantes del barrio San Rafael para poder sociabilizar		Tipo de Medida Comunicación		
		Número de Medida <b>01</b>		
Impactos a controlar Sociabilizar y escuchar los reclamos de los habitantes por falta de información sobre la contaminación del Río Churuyacu				
Objetivo Establecer un conjunto de actividades que permita una eficaz comunicación con los habitantes del sector				
Acciones: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Personal a cargo del Plan de Relaciones Comunitarias realizará una primera reunión de socialización con los representantes de las instituciones responsables y habitantes del sector para dar a conocer los contenidos del Plan de Manejo Ambiental.</li> <li>2. Realizar algunas reuniones con representantes del barrio y representantes de la institución encargadas.</li> <li>3. La duración de los eventos será de 40 minutos, dejando un tiempo adicional de 20 a 30 minutos para canalizar sus quejas y recomendaciones ambientales.</li> <li>4. Socializar los diferentes Programas de Acción propuestas por las instituciones competentes a la población.</li> <li>5. Análisis del Plan de Manejo Ambiental.</li> <li>6. Cabe recalcar que los capacitadores tendrán 3 meses para sociabilizar con los pobladores del barrio</li> </ol>				
Indicadores de Cumplimiento Participación de representantes de grupos sociales		Medios de Verificación Registro de reuniones Fotografías		
Responsable de ejecución, control y monitoreo <b>Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza</b>				
Costos para reuniones para información durante tres meses				
Detalle	Equipos y materiales	Unidad	Valor Unitario USD	V. Total USD
Información	Capacitador	2	600,00	3.600,00
	Infocus	1	1.000,00	1.000,00
	Computadora	1	1.500,00	1.500,00
	Cámara de filmadora	1	500,00	500,00
Sub total				<b>6.600,00</b>
Imprevistos 5%				330,00
<b>Total</b>				<b>6.930,00</b>





Elaborado por: El Autor

**Programa 2:** Programa de Educación y Capacitación Ambiental

Nombre la medida Programa de Educación y Capacitación Ambiental		Tipo de Medida Comunicación		
		Número de Medida <b>02</b>		
Impactos a controlar Orientar a los habitantes del barrio San Rafael en la toma de conciencia y el desarrollo de valores, hacia el cuidado del medio ambiente				
Objetivo Diseñar e implementar un programa de sensibilización ambiental que procure la apropiación y protección del ecosistema.				
Acciones: Talleres de Educación Ambiental, dirigidas a los habitantes del barrio San Rafael 1. El agua y la preservación de las fuentes de agua. 2. Problemas e impactos Ambientales 3. Reforestación en las microcuencas 4. Elaboración de abonos con material orgánico producido por las viviendas 5. Desechos sólidos				
Indicadores de Cumplimiento Participación de todo el barrio San Rafael		Medios de Verificación Registro de asistencia a los talleres Fotografías		
Responsable de ejecución, control y monitoreo <b>Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza</b>				
Costos para capacitaciones durante 3 meses				
Detalle	Equipos y materiales	Unidad	Valor Unitario USD	V. Total USD
Capacitación y Talleres	Técnicos	2	600,00	3.600,00
	Impresora	1	250,00	250,00
	Suministros de Oficina	-	300,00	300,00
Sub total				<b>4.150,00</b>
Imprevistos 5%				207,50
<b>Total</b>				<b>4.357,50</b>

Elaborado por: El Autor

**Programa 3:** Programa para el manejo de desechos

Nombre la medida Clasificar los residuos y almacenar según la NTE INEN 2841:2014		Tipo de Medida Prevención			
		Número de Medida <b>03</b>			
Impactos a controlar Contaminación de las aguas del Río Churuyacu por arrojar desechos					
Objetivo Clasificar los residuos y almacenar en los tachos de color sugeridos de acuerdo a la norma NTE INEN 2841:2014					
Procedimiento Etapas establecidas para el manejo de los residuos sólidos					
<b>Tipo</b>	<b>Características</b>	<b>Descripción de residuos</b>		<b>Recipiente a utilizar</b>	
<b>Residuos Orgánicos</b>	Desechos orgánicos susceptibles de compostaje o degradación biológica.	Resto de comida, verduras, pasto, entre otros residuos orgánicos		 De metal o plástico color <b>VERDE</b>	
<b>Residuos Inorgánicos</b>	Desechos no inertes, no contaminados y susceptibles de reciclaje o Reutilización.	Plásticos, Cartón y papel. Vidrio, Madera, Metal, ferroso		 De metal plástico color <b>AZUL</b>	
<b>Residuos peligrosos</b>	Materiales de uso peligros por su alto contenido de contaminantes de origen químico.	Sanitarios, papel carbón, desechos con aceite, entre otros		 De metal o plástico color <b>NEGRO</b>	
<b>Desechos Especiales</b>	Residuos generados en el dispensario médico, etc.	Antibióticos, Jeringuillas. Medicamentos		 De metal o plástico color <b>ROJO</b>	
Indicadores de Cumplimiento Cantidad de residuos orgánicos, inorgánicos y especiales			Medios de Verificación Acta de entrega y recepción Registro fotográfico, a cargo de las autoridades de turno		
Responsable de ejecución, control y monitoreo <b>Gobierno Municipal del Cantón de Puyo y representantes del barrio San Rafael</b>					
<b>Equipos</b>	<b>Detalle de requerimiento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario USD</b>	<b>V. Total USD</b>
Tachos	Verde	Equipo	152	70,00	10.640,00
	Negro	Equipo	152	10,00	10.640,00
	Azul	Equipo	152	70,00	10.640,00
	Rojo	Equipo	152	70,00	10.640,00
Sub total					42.560,00
Imprevistos 5%					2.128,00
<b>Total USD</b>					<b>44.688,00</b>

Elaborado por: El Autor.

Programa 4 Rehabilitaciones de áreas afectadas

Nombre la medida Mitigar las áreas degradadas con la plantación de especies de la zona		Tipo de Medida Prevención y control		
		Número de Medida <b>04</b>		
Impactos a controlar Áreas degradadas al margen del río Churuyacu				
Objetivo Producción de plantas de diferentes especies para la revegetación de las áreas intervenidas. El proceso de revegetación se aplicará en todas las áreas descubiertas, dando especial énfasis al margen del río Churuyacu				
Estacas vivas: Estacas obtenidas de árboles o arbustos que se siembran por hoyado a distancias mayores que 50 cm.  Para la propagación y acopio de especies forestales se tendrá viveros, cuyo tamaño depende de la capacidad de plantas a producirse. Se recomienda viveros con nivel de producción anual de 10.000 plantas al año. El transporte de plantas desde viveros debe realizarse en cajas no amontonadas. Las plantas deben ser movidas sosteniéndolas desde la base, se prohíbe agarrarlas por el tallo. La altura óptima de las plantas en fundas plásticas es de 30 cm y en platabanda es de 80 cm. El tallo debe estar fuerte (lignificado), recto y verificar que tengan yema apical, abundantes raicillas, sin deformaciones.				
Indicadores de Cumplimiento		Medios de Verificación		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplirla legislación.</li> <li>• Conocer métodos de siembra.</li> <li>• Mantener un sistema de registro de datos que permitan realizarla toma de decisiones oportunas.</li> </ul>		Los responsables de la ejecución de esta medida será el Gobierno Municipal del Cantón de Puyo, a través de su departamento de Gestión Ambiental.		
Responsable de ejecución, control y monitoreo <b>Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza</b>				
<b>Actividad</b>	<b>Detalle de requerimiento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Unitario USD</b>	<b>V. Total USD</b>
Plantación de especies de la zona	Azadón-pico	30	15,00	450,00
	Transporte	Equipo	300,00	900,00
	Guantes	100	5,00	500,00
	Palas de desfunde	40	20,00	800,00
	Fundas plásticas	40.000	0.75	30.000
	Plantas de la zona	10.000	1,00	10.000
	Técnico	1	600,00	1.200,00
Sub total				43,650.00
Imprevistos 5%				2.182.50
<b>Total USD</b>				<b>45,832.50</b>

Elaborado por: El Autor.

Programa 5: Monitoreo ambiental

Nombre la medida Programa monitoreo		Tipo de Medida Prevención y control			
		Número de Medida <b>05</b>			
Impactos a controlar Contaminación al medio ambiente y riesgos					
Objetivo Determinar si las actividades del proyecto son implementadas de acuerdo a lo planificado					
El cumplimiento del plan de monitoreo dependerá del liderazgo de las autoridades y de los representantes del barrio San Rafael					
Mantener registros de todas las actividades contempladas en el Plan de Manejo Ambiental <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de relaciones comunitarias</li> <li>• Programa de Educación y Capacitación Ambiental</li> <li>• Programa de manejo de desechos</li> <li>• Programa para la rehabilitación de áreas afectadas</li> <li>• Programa de monitoreo Ambiental</li> </ul>					
Indicadores de Cumplimiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir la legislación.</li> <li>• Conocer el manejo de residuos.</li> <li>• Mantener un sistema de registro de datos que permitan realizarla toma de decisiones oportunas.</li> </ul>			Medios de Verificación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe del Monitoreo</li> <li>• Presentación de los reportes mensuales.</li> <li>• Folder de registros.</li> <li>• Registro fotográfico</li> </ul>		
Responsable de ejecución, control y monitoreo Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza					
<b>Costos para doce meses de monitoreo ambiental</b>					
Actividad	Detalle de requerimiento	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	V. Total USD
Control y Monitoreo	Técnico	1	1	600,00	7.200,00
	Transporte	Equipo	1	70,00	840,00
	Cámara fotográfica	Equipo	1	1.200,00	1.200,00
	Suministros de oficina	-	-	500,00	500,00
Sub total			9.740,00		
Imprevistos 5%			487,00		
<b>Total USD</b>			<b>10.227,00</b>		

Elaborado por: El Autor

### Desglose de presupuesto para el Plan de Manejo Ambiental

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Presupuesto. USD</b>
1	Programa de relaciones comunitarias	6.930,00
2	Programa de Educación y capacitación ambiental	4.357,50
3	Programa para el manejo de desechos	44.688,00
4	Programa de rehabilitación de áreas afectadas	45,832.50
5	Programa para Monitoreo Ambiental	10.227,00
<b>TOTAL USD</b>		<b>112,035.00</b>

Elaborado por: El Autor



## **G. DISCUSIÓN**

### **7.1 Levantar una línea base de la calidad del agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.**

Para ejecutar un proyecto lo primero que se debe realizar es el levantamiento de la línea base siendo el principal control de todas las variables ambientales observados en el diseño de un proyecto, por ende, la línea base se la debe ejecutar cuando éste se inicia de lo contrario, no se detallará los datos que permitan establecer comparaciones posteriores e indagar por los cambios que puedan ocurrir en el transcurso del proyecto se realizó la línea base a la población del barrio San Rafael mediante encuestas dirigidas a una población de 150 personas, encuestas con 14 preguntas cerradas que facilitaron la comprensión de la problemática existente en relación a la calidad del agua del Río Churuyacu.

Cabe recalcar que para la encuesta se trabajó con dos segmentos que son ámbito social y ambiental

### **7.2 Determinar la calidad de agua del Río Churuyacu en el barrio San Rafael de la ciudad de Puyo, mediante la identificación de macro invertebrados acuáticos, análisis físico-químico y microbiológico**

Según (Bustos F, 2010), la calidad de agua debe estar libre de microorganismos patógenos, de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos. Debe ser estéticamente aceptable y, por lo tanto, debe estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable. Puede ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos en cualquier cantidad, sin temor por efectos adversos sobre la salud, para saber si la calidad de agua está dentro de los límites permisibles se realizó pruebas de laboratorio lo cual se determinó el color, ph, conductividad, turbidez, cloruros, dureza, calcio, alcalinidad, DQO, hierro, amonios, nitritos, Sólidos totales disueltos, Sólidos

totales estando todos estos dentro del límite permisible no así DBO su límite es 2mg/l, coliformes totales 3000UFC/100ml, coliformes fecales 600 UFC/100ml.

Los resultados correspondientes a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), indican que en los tres puntos de muestreo presentan valores entre 17,0 a 28,0 mg/L los mismos que se encuentran excesivamente elevados en los tres puntos del muestreo, límites máximos permisibles de 2 mg/L, conforme lo establece el Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS).

Con respecto a los Coliformes Totales presentes en las aguas del Río Churuyacu se determina que los tres puntos de muestro fluctúan dentro de un rango de 22000 a 35000 UFC/100 ml, por tal cognición se establece que los Coliformes Totales no se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles de 3000 UFC/100 ml que establece el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

Se determinó que los Coliformes Fecales en el punto 1 con un valor de 800 UFC/100, indica que se sobrepasa los límites máximos permisibles siendo preocupante dado la valoración del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULAS), no así el punto 2 con un valor 100 UFC/100 ml y punto 3 con un valor 300 UFC/100 ml valores que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles de 600 UFC/100ml, Cabe señalar que los coliformes son indicadores de contaminación fecal.

Carrera, C. y Fierro, K. (2011), manifiestan que los macroinvertebrados proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y al usarlos en el monitoreo, puede entenderse claramente el estado en que ésta se encuentra el río de estudio, se trabajó con el índice BMWP y ETP para tener un resultado más preciso de la contaminación del Río Churuyacu encontrándose en los tres puntos de estudio un total de 883 especímenes recolectados los cuales se dividen en 10 órdenes y 15 familias estos son: Hydrophilidae, Elmidae, Psephenidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Leptoceridae, Hidropsychidae, Tabanidae, Chironomidae, Perlidae, Dugesidae, Naucoridae, Polythoridae, Coenagrionidae, Corydalidae, Pyralidae, todos son indicadores de la calidad de agua, para el índice

ETP son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera, cada uno con su respectivo resultado nos indica que la calidad de agua esta en buenas condiciones, pero evidencia una pequeña presencia de contaminación estos dos resultados comparándolos con los análisis físico-químicos y microbiológicos nos da un resultado final favorable ya que se encuentra dentro los límites máximos permisibles para el tratamiento convencional.

### **7.3 Proponer un plan de manejo ambiental para el Barrio San Rafael en la ciudad de Puyo.**

Con los resultados obtenidos en la recolección de macroinvertebrados y análisis físico-químico, microbiológico, se diseñó un plan de manejo con el fin de dar soluciones precisas con programas que ayuden a mejorar las condiciones ambientales y por ende la calidad de agua, el Plan de Manejo Ambiental planteado está encauzado a prevenir, mitigar y controlar todos los impactos negativos generados por actividad humana con programas como: Programa de relaciones comunitarias, Programa de Educación y Capacitación Ambiental, Programa para el manejo de desechos, Programa para rehabilitación de áreas afectadas y Programa para Monitoreo Ambiental.

## H. CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación de la encuesta se pudo obtener la información en la que los encuestados señalaron que la calidad del agua del Río Churuyacu se encuentra contaminado en un 100 %, encuesta que contenía aspectos y análisis en el ámbito social, ambiental para poder obtener la información.
- En los parámetros físico-químico y microbiológico se obtuvieron datos de contaminación en los tres puntos de muestreo presentando valores muy elevados de DBO, Coliformes fecales, Coliformes totales.
- De acuerdo al índice de BMWP (Biological Monitoring Working Party) los tres puntos de muestreo están en la clase II que expresa que hay algunos efectos de contaminación dado que no pasa del valor establecido en la tabla de BMWP que es de 61-100.
- El índice ETP (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), nos ayudó a establecer que el Río Churuyacu presenta valores bajos de contaminación ya que sus valores no pasan el rango de 50-74% presentado en la tabla ETP dándonos un resultado de calidad de agua buena.
- Los resultados de los índices MBWP y ETP determina que los tres puntos del Río Churuyacu presenta aguas ligeramente contaminadas.
- El Plan de Manejo Ambiental diseñado en la reciente investigación permitirá implementar medidas para proteger, recuperar y restaurar los entornos presentes en el área de influencia del Río Churuyacu, así a un futuro el Río Churuyacu pueda recuperar sus condiciones naturales, mejorando la calidad del agua.

## I. RECOMENDACIONES

- Proponer al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pastaza (GAPPz), aplicar buenas prácticas ambientales, con el objetivo de recuperar las áreas afectadas en este sector considerando la información levantada en la línea base.
- Promover el uso de estas metodologías BMWP, ETP, anualmente para conocer los valores de tolerancia y sensibilidad de los macroinvertebrados a diferentes niveles de contaminación.
- Socializar el Plan de Manejo Ambiental, conjuntamente con las autoridades pertinentes, actores locales, responsables directos de mantener la calidad del agua en condiciones naturales sin desequilibrar el ecosistema de estos sectores.
- Ejecutar los programas formulados en el Plan de Manejo Ambiental, por parte de las autoridades competentes.
- Motivar a los moradores del barrio, mediante charlas, capacitaciones, talleres que lleven un mayor cuidado en el uso de las aguas del Río Churuyacu y así se pueda en un futuro cercano recuperar las aguas, de este importante afluente.

## J. BIBLIOGRAFÍA

BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY (BMWP)  
<https://core.ac.uk/download/pdf/11052472.pdf>

Bonsai Menorca. (2 de mayo de 2011). Bonsai Menorca. Obtenido de Bonsai Menorca  
All rights reserved - Mobile View:  
<http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos->

Bankinter Miliarium Aureum, S.L. 2006  
<http://www.miliarium.com/prontuario/Indices/IndicesCalidadAgua.htm#Trent>

CAN. MAE. (2013). Manual de Procedimientos para Fichas Ambientales. Dirección Nacional de Prevención de la Contaminación.

Carlos Palma Gonzales, J. A. (2 de Diciembre de 2014). <http://www.minam.gob.pe/>.  
Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/>:

Carrera, & F. (2011). Eco ciencia. Obtenido de ecociencia:  
<http://www.ecociencia.org/inicio/index.php?sid=105&list=one&id=25>

Carrera, C. y. (2011). Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como.  
Obtenido de ecociencia:  
<http://www.ecociencia.org/inicio/index.php?sid=105&list=one&id=27>

CASTILLO, GUILLERMO; ZÚÑIGA, MARÍA DEL CARMEN

El orden Plecoptera departamento de Nariño,

Ecopreneur. (1 de junio de 2013). Ecopreneur. Obtenido de Ecopreneur:  
<http://www.ecopreneur.com.ar/es/contaminacion-del-agua.php>

Ecopreneur. (1 de junio de 2010). Ecopreneur. Contaminacion de Ecopreneur:  
<http://www.ecopreneur.com.ar/es/contaminacion-.php>

Foros Ecuador. (24 de febrero de 2016). (INAMHI, 2014). Obtenido de forosecuador:  
<http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/35393-inamhi-anuarios-metereol%C3%B3gicos-en-pdf>

Flores, R., Herrera, L., & Hernández, V. (2008). Ecología y medio ambiente (Segunda ed.). (C. L. America, Ed.)

García, C. (1 de Marzo de 2014). portalveterinaria.com. Obtenido de <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/12664/articulos-otros-temas/parametros-fisicoquimicos-del-agua.html>

Goyenola, G. (1 de Junio de 2007). Determinacion del pH. Obtenido de [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf)

Lenntech B.V. (20 de Marzo de 2009). lenntech. Obtenido de lenntech: <http://www.lenntch.es/faq-contaminantes-del-agua.htm>

Ministerio del Ambiente. (2014). Ministerio del ambiente. Obtenido de <http://insigma.com.ec/acuerdo-ministerial-028-libro-vi-tulsma/>

Mafla Herrera, M. (2005). Guía para las evaluaciones ecológicas rápidas con indicadores biológicos. Turrialba - Costa Rica.

MEDINA VALDIVIA, YASMY KARINA

[https://www.academia.edu/7278244/\\_MACROINVERTEBRADOS\\_BENT%C3%93NIC\\_INDICADORES\\_DE\\_CONTAMINACION\\_EN\\_EL\\_R\\_CHILI\\_ENTRE\\_JUNIO\\_A\\_AGOSTO\\_DEL\\_2011](https://www.academia.edu/7278244/_MACROINVERTEBRADOS_BENT%C3%93NIC_INDICADORES_DE_CONTAMINACION_EN_EL_R_CHILI_ENTRE_JUNIO_A_AGOSTO_DEL_2011)

Nelson, R. (2010). ¿Qué es el Agua? (Ilustrada ed.). (Lerner, Ed., & J. Cisneros, Trad.) Océano. (s.f.). Enciclopedia "El Mundo de la Ecología". Habitat y Nicho Ecológico. Barcelona, España:

ONG Christian Aid. (9 de febrero de 2009). Inspiración. Obtenido de inspiración: <https://www.inspiration.org/cambio-climatico/contaminacion/contaminacion-del-agua>

Perera Merino, R. (2011). EL AGUA alimento vital para sus células. (Palibrio, Ed.) Estados Unidos de América.

Roldán & Ramírez, (2008). Macroinvertebrados Acuáticos De Los Cuerpos Lenticos

Sierra , R. (2005). La vegetación de los Andes del Ecuador. Quito, Pichincha , Ecuador.

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. (1 de Noviembre de 2012). Libro VI Anexo 1. Recuperado el 19 de Julio de 2014, de Libro VI Anexo 1:

Tirira , D. (208). Nombres de los mamíferos del Ecuador (Vol. V). (M. Blanco, Ed.)

Varó, P., & Segura, M. (2009). Curso de manipulador de agua de consumo humano. (U. d. Alicante, Ed.)

tecnicos/parametros-de calidad-de-las-aguas-de-riego/#pH

Venemedia. (25 de julio de 2015). concepto definición. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/agua/>



## K. ANEXOS

### **Anexo 1.** Oficio dirigido al presidente del barrio San Rafael

Puyo, 1 Julio del 2016

Señora  
María de Chari  
PRESIDENTA DEL BARRIO SAN RAFAEL  
Ciudad.-

De mi consideración;

Por medio del presente me dirijo usted, augurándole éxitos en el desempeño de su acertada labor en beneficio de los moradores del barrio San Rafael.

Soy estudiante de la Universidad Nacional de Loja, y me encuentro en el proceso de titulación de la Carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente con el Tema: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CHURUYACU EN EL BARRIO SAN RAFAEL DE LA CIUDAD DE PUYO, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.** Solicitarle muy comedidamente su autorización para realizar unas encuestas a los habitantes del barrio y una toma de muestra de agua, con el fin realizar análisis de laboratorio y proceder con mi investigación universitaria.

**Por favorable atención y gestión que brinde al presente anticipo en agradecerle.**

Atentamente,

**Sr. Brian J. Poveda F.**  
Estudiante Tesista de la UNL

**Anexo 2.** Encuesta realizada a los habitantes del barrio San Rafael

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL  
MEDIO AMBIENTE



Objeto: **Recopilar información para desarrollar la siguiente investigación:**

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CHURUYACU EN EL BARRIO SAN RAFAEL DE LA CIUDAD DE PUYO, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.**

Solicito su colaboración / marque con una (x) la respuesta que crea necesaria.

**Fecha:** ..... **Parroquia:** **Puyo** **Cantón:**  
**Pastaza**

A.- DIAGNÓSTICO SOCIAL: *(Marque x)*

1. Edad del encuestado:

- 18 - 30 años ( )  
31 - 60 años ( )  
Más de 65 años ( )

2. Nacionalidad: **Ecuatoriana** ( ) **Extranjera** ( )

3. Sexo del encuestado : **Hombre** ( ) **Mujer** ( )

4. Cuál es su actividad económica

- E. Público** ( )  
**E. Privado** ( )  
**Agricultor** ( )  
**Ama de casa** ( )  
**Comercio** ( )

B. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL *(Marque x)*

5. **¿Conoce el Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?**

Sí ( ) No ( )

6. ¿Cómo calificaría la calidad del agua en el Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

Regular ( ) Buena ( ) Mala ( )

7. ¿Considera que el Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo está contaminado?

Sí ( ) No ( )

8. ¿Ha observado fuentes de contaminación en el trayecto Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

Sí ( ) No ( )

9. ¿Cree usted que existen descargar directas al Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

Sí ( ) No ( )

10. ¿Ha observado Flora (Plantas importantes) en el trayecto Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

Nada ( ) Poco ( ) Abundante ( )

11. ¿Ha observado Fauna (Animales/aves) en el trayecto Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

Nada ( ) Poco ( ) Abundante ( )

12. ¿Ha observado Fauna (Peces) en el trayecto Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

Nada ( ) Poco ( ) Abundante ( )

13. ¿Considera que es necesario más información para evitar contaminar los ríos, en especial en el Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

Nada ( ) Poco ( ) Abundante ( )

14. ¿Usted estaría dispuesto a colaborar y participar en capacitaciones sobre el medio ambiente y su conservación y así mejorar Río Churuyacu en el Barrio San Rafael de la ciudad de Puyo?

Sí ( ) No ( )

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

**Anexo 3.** Registros climáticos históricos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

PARAMETROS	UNIDADES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE
PRECIPITACION	mm	517,8	300,2	471,2	739,2	471,1	338,2	495,1	358,3	215,7	362,7	410,4	438,0
HELIOFANIA	Horas	34,4	47,8	53,1	59,4	69	70,8	78,7	125,9	152,8	141,6	104,0	82,3
HUMEDAD RELATIVA	%	91	90	91	90	90	89	89	84	83	84	87	89
TEMPERATURA	oC	20,8	21,5	21,1	21,3	21,0	21,0	20,8	21,6	22,3	22,6	22,2	21,5

**Fuente:** (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INAMHI) . Estación Meteorológica Puyo, 2015).

**Elaborado por:** El Autor.

#### Anexo 4. Resultados de los análisis Físico, Químico y Microbiológico



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

#### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Brian Poveda

Fecha de Análisis: 4 de mayo del 2016

Fecha de Entrega de Resultados: 10 de mayo del 2016

Tipo de muestras: Agua superficial Río Churuyacu Muestra Punto 1

Localidad: Río Churuyacu Km 2 ½ via al Tena

#### TRABAJO DE TESIS

Código LAT/018-16

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Color	Und. Co/Pt	2120-C	100	12.0
pH	Und.	4500-B	6-9	5.43
Conductividad	µSiems/cm	2510-B		25.3
Turbiedad	UNT	2130-B	100	1.8
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	250	1.4
Dureza	mg/L	2340-C	500	24.0
Calcio	mg/L	2340-C		9.6
Alcalinidad	mg/L	2320-C		40.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	200	33.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	2	25.0
Hierro		3500-Fe-D		0.4
Amonios	mg/L	4500-NH4-C	1	0.02
Nitritos	mg/L	4500-NO2-B	1	0.01
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2540-C	1000	14.0
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	130
Coliformes Totales	UFC/100 mL	microfiltración	3000	22000
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	microfiltración	600	800

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

\*\*TULSMA TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran de tratamiento convencional

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

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

## Anexo 5. Resultados de los análisis Físico, Químico y Microbiológico



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

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Brian Poveda

Fecha de Análisis: 4 de mayo del 2016

Fecha de Entrega de Resultados: 10 de mayo del 2016

Tipo de muestras: Agua superficial Río Churuyacu Muestra Punto 2

Localidad: Río Churuyacu Km 2 ½ vía al Tena

### TRABAJO DE TESIS

Código LAT/019-16

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Color	Und. Co/Pt	2120-C	100	14.0
pH	Und.	4500-B	6-9	6.24
Conductividad	µSiems/cm	2510-B		46.3
Turbiedad	UNT	2130-B	100	2.03
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	250	1.6
Dureza	mg/L	2340-C	500	24.0
Calcio	mg/L	2340-C		8.0
Alcalinidad	mg/L	2320-C		40.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	0	35.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	2	28.0
Hierro		3500-Fe-D	1	0.29
Amonios	mg/L	4500-NH4-C	1	0.01
Nitritos	mg/L	4500-NO2-B	1	0.006
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2540-C	1000	24.6
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	180
Coliformes Totales	UFC/100 mL	microfiltración	3000	20000
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	microfiltración	600	100

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

\*\*TULSMA TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran de tratamiento convencional

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

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

Anexo 6. Resultados de los análisis Físico, Químico y Microbiológico



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

**INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS**

Análisis solicitado por: Sr. Brian Poveda

Fecha de Análisis: 4 de mayo del 2016

Fecha de Entrega de Resultados: 10 de mayo del 2016

Tipo de muestras: Agua superficial Rio Churuyacu Muestra Punto 3

Localidad: Rio Churuyacu Km 2 ½ via al Tena

**TRABAJO DE TESIS**

Código LAT/020-16

Determinaciones	Unidades	*Método	**Limites	Resultados
Color	Und. Co/Pt	2120-C	100	13.0
pH	Und.	4500-B	6-9	5.28
Conductividad	µSiems/cm	2510-B		29.1
Turbiedad	UNT	2130-B	100	4.3
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	250	1.4
Dureza	mg/L	2340-C	500	20.0
Calcio	mg/L	2340-C		8.0
Alcalinidad	mg/L	2320-C		30.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C		28.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	2	17.0
Hierro		3500-Fe-D	1	0.27
Amonios	mg/L	4500-NH4-C	1	0.03
Nitritos	mg/L	4500-NO2-B	1	0.006
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2540-C	1000	16.0
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	210.0
Coliformes Totales	UFC/100 mL	microfiltración	3000	35000
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	microfiltración	600	300

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

\*\*TULSMA TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran de tratamiento convencional

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

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

**Anexo 7.** Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del B.M.W.P.

Familias	Puntuación
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophebiidae Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Athericidae, Blephariceridae,	10
Ampullariidae, Dystiscidae, Ephemeridae, Euthplociidae, ,Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopatomiidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae,	8
Ephemerellidae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Hydroptilidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae, Platycnemididae, Coenagriidae	6
Oligoneuriidae, Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sialidae, Piscicolidae, Hidracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dysticidae, Gyrinidae, Valvatidae,, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Sphaeridae, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae	2
Oligochaeta (todas las clases)	1

Fuente: (Carrera & Fierro, 2011)

Elaborado por: El Autor



**Anexo 8.** Resultados de la suma de macroinvertebrados de los tres puntos

Orden	Familia	Muestras					
		Punto 1	Puntuación	Punto 2	Puntuación	Punto 3	Puntuación
Coleoptera	Hydrophilidae			3	<b>3</b>	2	<b>3</b>
	Elmidae	30	<b>5</b>	20	<b>5</b>	18	<b>5</b>
	Psephenidae	20	<b>10</b>	40	<b>10</b>	55	<b>10</b>
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	30	<b>8</b>	10	<b>8</b>	19	<b>8</b>
	Baetidae	40	<b>4</b>	50	<b>4</b>	70	<b>4</b>
Trichoptera	Leptoceridae	50	<b>10</b>	70	<b>10</b>	70	<b>10</b>
	Hidropsychidae	10	<b>8</b>	8	<b>8</b>		
Diptera	Tabanidae	2	<b>4</b>	1	<b>4</b>		
	Chironomidae			4	<b>2</b>	8	<b>2</b>
Plecoptera	Perlidae	20	<b>10</b>	49	<b>10</b>	52	<b>10</b>
Tricladida	Dugesidae	6	<b>5</b>	6	<b>5</b>	6	<b>5</b>
Hemiptera	Naucoridae	1	<b>3</b>	4	<b>3</b>		<b>3</b>
Odonata	Polythoridae			5	<b>7</b>	7	<b>7</b>
	Coenagrionidae	10	<b>6</b>	21	<b>6</b>	12	<b>6</b>
Megaloptera	Corydalidae						
Lepidoptera	Pyralidae	4	<b>9</b>				
<b>Total</b>		223	<b>82</b>	291	<b>85</b>	319	<b>73</b>

Elaborado por: El Autor

**Anexo 9.** Tabla de valoración del índice BMWP

<b>Clase</b>	<b>Valor (B.M.W.P)</b>	<b>Significado</b>	<b>Color</b>
I	> 150	Aguas muy limpias	Azul
	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	
II	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
III	36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

**Fuente:** (Carrera & Fierro, 2011)

**Elaborado por:** El Autor

**Anexo 10.** Hoja de campo para el índice ETP

Índice ETP		
<b>Sitio de Colección:</b>		
<b>Nombre del río:</b>		
<b>Fecha de colección:</b>		
<b>Personas que colectaron:</b>		
<b>Clasificación</b>	<b>Abundancia ( Número de individuos)</b>	<b>ETP Presentes</b>
Anisoptera		
Bivalva		
Baetidae		
Ceratopogonidae		
Chironomidae		
Corydalidae		
Elmidae		
Euthyplociidae		
Gastropoda		
Glossosomatidae		
Gordioidea		
Hirudinea		
Hydrachnidae		
Hydrobiosidae		
Hydropsichidae		
Leptoceridae		
Leptohiphidae		
Leptophlebiidae		
Naucoridae		
Oligochaeta		
Oligoneuridae		
Perlidae		
Philopotamidae		
Psephenidae		
Ptilodactylidae		
Pyalidae		
Simuliidae		
Tipulidae		
Turbelaria		
Veliidae		
Zygoptera		
Otros grupos		
TOTAL		
ETP TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA TOTAL	TOTAL DE ETP PRESENTES ÷ ABUNDANCIA TOTAL = (EL RESULTADO SE MULTIPLICA POR 100 Y SE OBTIENEN EL PORCENTAJE

**Fuente:** (Carrera & Fierro, 2011)

**Elaborado por:** El Autor

**Anexo 11.** Resultados de los tres puntos de muestreo con el índice ETP

Orden	Familia	Muestras					
		Punto 1	EPT Presentes	Punto 2	EPT Presentes	Punto 3	EPT Presentes
Coleoptera	Hydrophilidae			3		2	
	Elmidae	30		20		18	
	Psephenidae	20		40		55	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	30	<b>30</b>	10	<b>10</b>	19	<b>19</b>
	Baetidae	40	<b>40</b>	50	<b>50</b>	70	<b>70</b>
Trichoptera	Leptoceridae	50	<b>50</b>	70	<b>70</b>	70	<b>70</b>
	Hidropsychidae	10	<b>10</b>	8	<b>8</b>		
Diptera	Tabanidae	2		1			
	Chironomidae			4		8	
Plecoptera	Perlidae	20	<b>20</b>	49	<b>49</b>	52	<b>52</b>
Tricladida	Dugesiiidae	6		6		6	
Hemiptera	Naucoridae	1		4			
Odonata	Polythoridae			5		7	
	Coenagrionidae	10		21		12	
Megaloptera	Corydalidae						
Lepidoptera	Pyralidae	4					
<b>Total</b>		223		290		319	
<b>Total de EPT presentes</b>			150		187		211

Elaborado por: El Autor

**Anexo 12.** Tabla de valoración del índice ETP

<b>Calidad de Agua</b>			
Muy buena	Buena	Regular	Mala
75 - 100%	50 - 74%	25 - 49%	0 - 24%

**Fuente:** (Carrera & Fierro, 2011)

**Elaborado por:** El Autor

## Anexo 13. Fotografías

**Foto 1.**



Encuestas a los habitantes del sector

**Foto 2.**



Encuestas a los habitantes del sector

**Foto 3.**



Envases utilizados

**Foto 4.**



Primer punto de recolección de la muestra

**Foto 5.**



Segundo punto de recolección de la muestra

**Foto 6.**



Tercer punto de recolección de la muestra



**Foto 7.**



Recolección de las muestras de agua

**Foto 8.**



Basura en el Río Churuyacu

**Foto 9.**



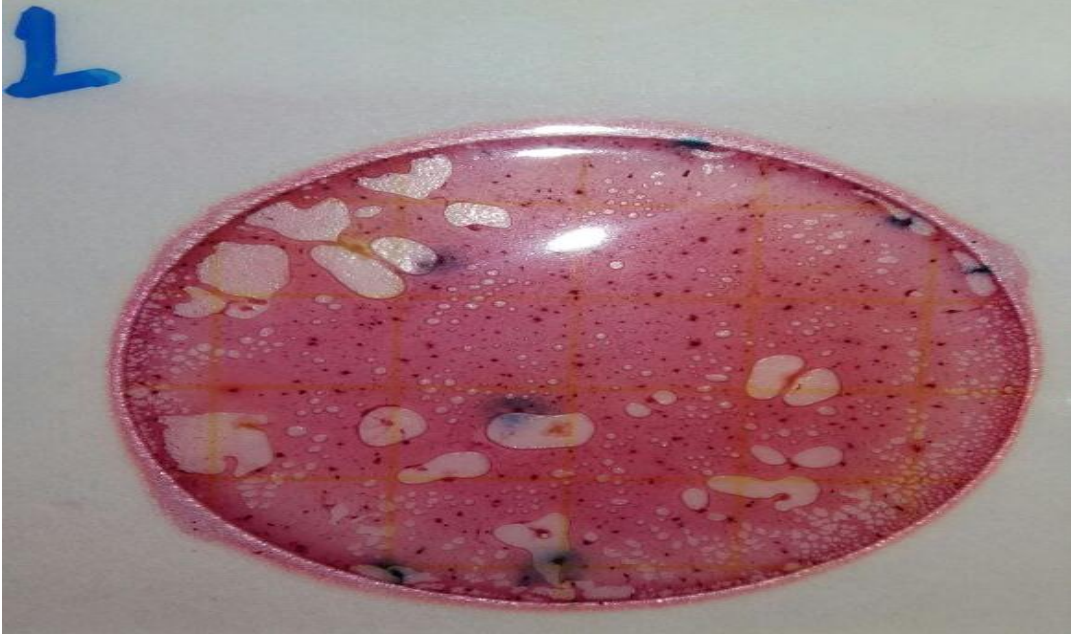
Análisis de las muestras de agua para saber si poseen hierro

**Foto 10.**



Análisis de DBO

**Foto 11.**



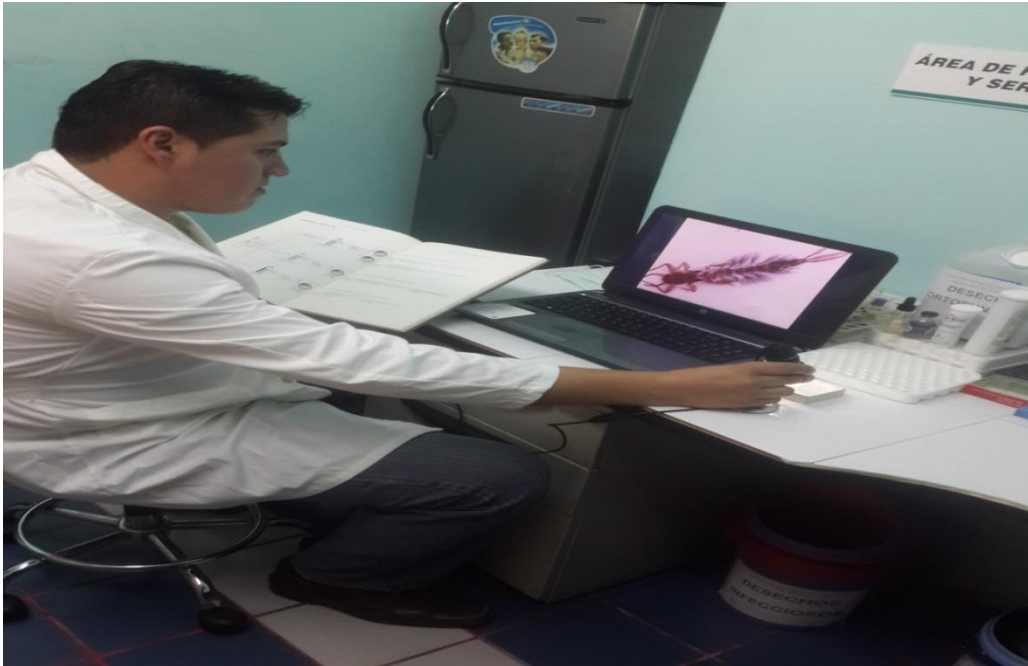
Coliformes fecales

**Foto 12.**



Parte de los macroinvertebrados recolectados en los puntos de muestreo

**Foto 13.**



**Identificación de macroinvertebrados**

**Foto 14.**



**Familia Baetidae del Orden Ephemeroptera.**

**Foto 15**



Familia Leptoceridae del Orden Trichoptera.

**Foto 16.**



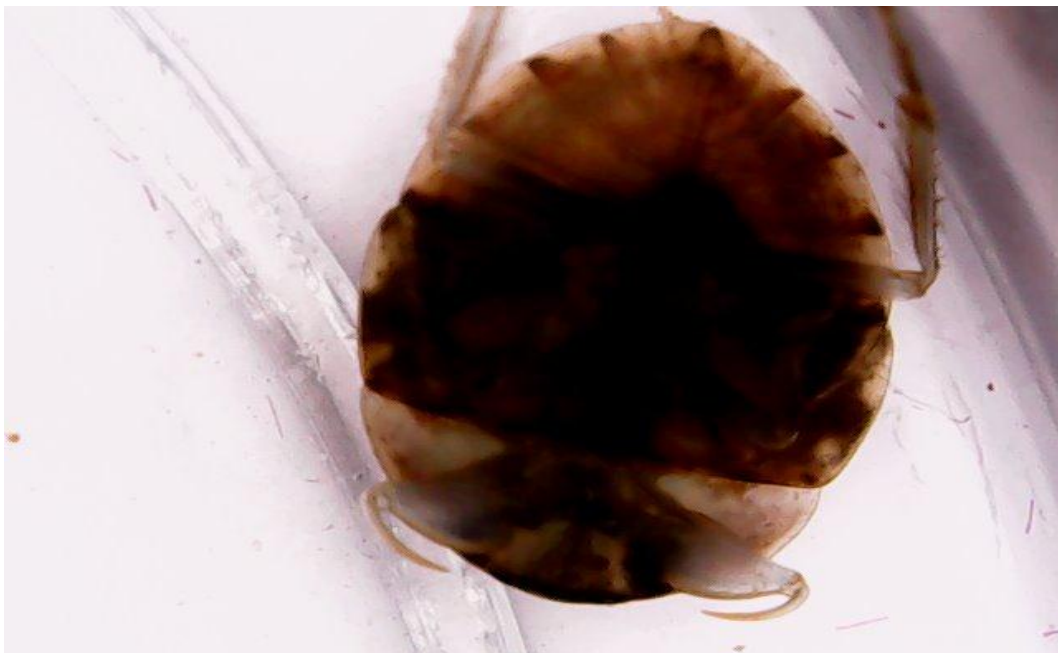
Familia Gomphidae del orden Odonata.

**Foto 17.**



Familia Corydalidae del orden Megaloptera.

**Foto 18.**



Familia Psephenidae del Orden Coleoptera.