



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales**

**Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables**

**“CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ, UBICADO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA”.**

**Trabajo de grado previa a la obtención de Título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables**

**Autor: Rubén Darío Imbago Lanchimba**

**Director: Ing. Jorge Granja**

Ibarra Marzo, 2015



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172397455-4		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Imbago Lanchimba Rubén Darío		
DIRECCIÓN:	Parroquia Cangahua-Comunidad Carrera		
E-MAIL:	Ruben_dario_imbago@live.com		
TELÉFONO FIJO:	*****	TELÉFONO MÓVIL	0992011956

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
TÍTULO:	“CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN, Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ. UBICADO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA”.
AUTOR:	Imbago Lanchimba Rubén Darío
FECHA:	Ibarra a 5 de marzo de 2015
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
PROGRAMA	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES.
DIRECTOR:	Ing. Jorge Granja Rúales.

## **2. AUTORIZACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, **Rubén Darío Imbago Lanchimba**, con cédula de ciudadanía Nro. **172397455-4** ; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

## **3. CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra a 5 de marzo de 2015

**AUTOR:**

**ACEPTACIÓN**

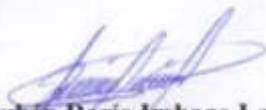


Rubén Darío Imbago Lanchimba  
**172397455-4**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **Rubén Darío Imbago Lanchimba**, con cédula de ciudadanía Nro. **172397455-4**; manifesté la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada **“CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN, Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ. UBICADO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA”**, que ha sido desarrollado para optar por el Título de **Ingeniero en Recursos Naturales Renovables** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

  
**Rubén Darío Imbago Lanchimba**  
**172397455-4**

Ibarra, a 5 de marzo de 2015

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA UTN

Fecha. 05 de marzo de 2015

**Rubén Darío Imbago** “CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN, Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ. UBICADO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA”, TRABAJO DE GRADO. Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables Ibarra.

**DIRECTOR:** Ing. Jorge Granja Rúales.

**RESUMEN:** La “CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN, Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ. UBICADO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA”; tiene por objeto la recuperación del río Puluví y mantener el equilibrio de los recursos naturales, con las actividades que desarrollan los pobladores; trabajando de una manera planificada con la población en los programas y proyectos acordes a la necesidad y realidad actual del río Puluví.

Fecha: Ibarra, a 5 de marzo de 2015

f) Ing. Jorge Granja Rúales

f) Rubén Darío Imbago



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**“CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE  
CONTAMINACIÓN, Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA  
RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ UBICADO EN LA PROVINCIA DE  
PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA”**

Tesis de Grado revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**APROBADA**

**TRIBUNAL DE GRADO**

Ing. Jorge Granja  
**DIRECTOR TRABAJO DE GRADO**

Ing. Tania Oña  
**MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO**

M.Sc. Galo Pabón  
**MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO**

M.Sc. Oscar Rosales  
**MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO**

**FIRMA**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE  
CONTAMINACIÓN, Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA  
RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ. UBICADO EN LA PROVINCIA DE  
PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA”**

### APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de Director de la Tesis presentado por el señor, IMBAGO LANCHIMBA RUBÉN DARÍO, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluado por parte del tribunal Calificador, siendo responsable de la dirección del trabajo de investigación contenido en el presente documento.

En la ciudad de Ibarra, a 5 de marzo de 2015

Ing. Jorge Granja Rúales  
**DIRECTOR DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE  
CONTAMINACIÓN, Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA  
RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ, UBICADO EN LA PROVINCIA DE  
PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA”**

### **APROBACIÓN DEL BIOMETRISTA**

En calidad de Biometrista de la Tesis presentado por el señor IMBAGO LANCHIMBA RUBÉN DARÍO, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluado por parte del tribunal Calificador.

En la ciudad de Ibarra, a 5 de marzo del 2015

M.Sc. Galo Pabón

**BIOMETRISTA**

## **PRESENTACIÓN**

Yo, RUBÉN DARÍO IMBAGO LANCHIMBA como autor de la tesis titulada **“CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN, Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ. UBICADO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA”** me hago responsable de los resultados, discusión, conclusiones y demás partes de esta investigación, queda permitida la reproducción parcial si se cita la fuente.

Rubén Darío Imbago L.

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por darme vida salud y fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, brindándome coraje, valor y humildad para luchar constantemente.*

*A mis padres, porque me han enseñado sobre salir ante la adversidad. Por su lucha inigualable sobre cualquier circunstancias de la vida que han hecho de ellos un ejemplo a seguir.*

*A mi hermana por acompañarme siempre en los buenos y malos momentos, por su apoyo, ánimo, y cariño incondicional para llegar a mi meta.*

Rubén Darío Imbago L.



# TABLA DE CONTENIDO

<b>REGISTRO BIBLIOGRÁFICO .....</b>	<b>IV</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XVII</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
1.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.3. PREGUNTAS Y DIRECTRICES.....	3
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>4</b>
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN EL ECUADOR.....	4
2.1.1. EFECTO DE LOS CONTAMINANTES DEL AGUA RESIDUAL EN EL CUERPO RECEPTOR FRENTE A LA AUTODEPURACION.....	5
2.2. FACTORES QUE AFECTAN EN LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA DE UNA MICROCUENCA .....	6
2.2.1. USO DE LA TIERRA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA .....	7
2.2.2. LA ACTIVIDAD GANADERA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA.....	7
2.2.3. LA AGRICULTURA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA .....	8
2.2.4. AGUAS RESIDUALES Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS MICROCUENCAS.....	9
2.2.4.1. FUENTES PUNTUALES DE CONTAMINACIÓN POR AGUAS RESIDUALES.....	9
2.2.4.2. FUENTES NO PUNTUALES DE CONTAMINACIÓN .....	9
2.2.5. ARRASTRES DE LLUVIA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA .....	10
2.2.6. LA URBANIZACIÓN Y LA PRESIÓN SOBRE EL RECURSO HÍDRICO .....	10
2.3. PRINCIPALES INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE CALIDAD DE AGUA ....	10
2.3.1. INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD DEL AGUA .....	11
2.4. MONITOREO DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	11
2.4.1. MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES EN OTROS PAÍSES.....	11
2.5. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE PROYECTOS PARA LA RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS RÍOS.....	12
2.5.1. DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO COMUNITARIO.....	12
2.5.2. ZONIFICACIÓN DE ALTITUDINAL DE LAS MICROCUENCAS .....	13
2.6. PROPUESTA DE MITIGACIÓN DE RÍOS CONTAMINADOS .....	14
2.6.1. PROGRAMA DE CONTROL Y MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES.....	15
2.7. MARCO LEGAL .....	15

2.7.1. CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR.....	15
2.7.2. PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR .....	16
2.7.3. NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA TULASMA.....	16
2.7.3.1. LIBRO VI ANEXO I TULASMA .....	16
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>18</b>
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
3.1. MATERIALES .....	18
3.2. UBICACIÓN POLÍTICA DE ÁREA DE ESTUDIO .....	19
3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	19
3.3. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN.....	21
3.3.1. TALLER PARTICIPATIVO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS ..	21
3.3.2. METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREOS .....	22
3.3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO .....	22
3.3.2.2. MEDICIÓN DE CAUDAL Y FRECUENCIA DE MUESTREO .....	24
3.3.2.3. TIPO DE MUESTRA Y CONDICIONES DE MUESTREO. ....	26
3.3.2.4 MANEJO, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS .....	28
3.3.2.5. PARÁMETROS EN ANALIZARSE.....	30
3.3.3. ZONIFICACIÓN ALTITUDINAL .....	33
3.4. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA .....	33
3.4.2. DIAGNÓSTICO COMUNITARIO PARTICIPATIVO (DCP).....	34
3.4.3. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA .....	35
3.4.5. DIFUSIÓN PARTICIPATIVA DE LA PROPUESTA .....	36
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>37</b>
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
4.1. ANÁLISIS DEL ESTADO FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO PULUVÍ.....	37
4.1.1. TEMPERATURA .....	38
4.1.2. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH) .....	39
4.1.3. CONDUCTIVIDAD .....	40
4.1.4. SÓLIDOS TOTALES .....	41
4.1.5. SÓLIDOS FIJOS .....	42
4.1.6. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) .....	43
4.1.7. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO).....	44
4.1.8. FOSFATOS .....	45
4.1.9. NITRITOS Y NITRATOS .....	46
4.1.10 AMONIO .....	47
4.1.11. COLIFORMES FECALES Y E-COLI .....	48
4.1.12. MEDICIÓN DE CAUDALES DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	49

4.2. ZONIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS DENTRO DE LA MICROCUENCA .....	50
4.2.1. ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA .....	51
4.2.2. ZONA MEDIA DE LA MICROCUENCA .....	52
4.2.3 ZONA BAJA DE LA MICROCUENCA .....	52
4.3. PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ	56
4.3.1. PROGRAMA DE DESARROLLO Y CAPACITACIÓN COMUNITARIA .....	57
4.3.1.1 PROYECTO DE FORTALECIMIENTO ORGANIZACIONAL .....	57
4.3.1.2. PROYECTO DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL A DIFERENTES SEGMENTOS DE LA POBLACIÓN .....	58
4.3.2. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA MICROCUENCA .....	64
4.3.2.1. PROYECTO DE REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS EN LA PARTE ALTA DE LA MICROCUENCA .....	64
4.3.2.2. PROYECTO DE REFORESTACIÓN A LAS RIBERAS DEL RÍO PULUVÍ .....	66
4.3.2.3. PROYECTO DE MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS .....	69
4.3.3 PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	72
4.3.3.1. PROYECTO DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS AL RIO PULUVÍ .....	72
4.3.3.2. PROYECTO CONTROL Y MONITOREO DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES ..	75
4.3.4. PROGRAMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PROPUESTA .....	79
4.3.4.1 MATRIZ DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS .....	79
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>82</b>
6.1. CONCLUSIONES.....	82
6.2. RECOMENDACIONES .....	84
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 2. 1 COMPOSICIÓN TÍPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS .....	5
CUADRO 3. 1 MATERIALES Y RECURSOS HUMANOS .....	18
CUADRO 3. 2. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO .....	23
CUADRO 3. 3 FECHAS Y HORAS DE MUESTREO DE LAS DESCARGAS .....	25
CUADRO 3. 4 MODELO DE PRESERVACIÓN DE MUESTRAS.....	28
CUADRO 3. 5 PARÁMETROS, UNIDADES Y MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	30
CUADRO 3. 6 LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE.....	31
CUADRO 4. 1 CONTROL DE LÍMITES TEMPERATURAS.....	38
CUADRO 4. 2 CONTROL Y CONCENTRACIÓN DEL LÍMITE DEL PH .....	39
CUADRO 4. 3 VALORES DE CONDUCTIVIDAD .....	40
CUADRO 4. 4 CONTROL Y CONCENTRACIÓN DEL LÍMITE DE SÓLIDOS TOTALES .....	41
CUADRO 4. 5 CONTROL Y CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS FIJOS .....	42
CUADRO 4. 6 CONTROL Y CONCENTRACIÓN DEL LÍMITE DE LA DQO .....	43
CUADRO 4. 7 CONTROL Y CONCENTRACIÓN DEL LÍMITE DE LA DBO <sub>5</sub> .....	44
CUADRO 4. 8 CONTROL Y CONCENTRACIÓN DEL LÍMITE DE FOSFATOS .....	45
CUADRO 4. 9 CONTROL DE LOS LÍMITES DE NITRITOS Y NITRATOS .....	46
CUADRO 4. 10 CONTROL DE LOS LÍMITES DE AMONIACO.....	47
CUADRO 4. 11 CONTROL DE LOS LÍMITES DE COLIFORMES TOTALES Y E- COLI .....	48
CUADRO 4. 12 CONTROL Y VERIFICACIÓN DE CAUDALES .....	49
CUADRO 4. 13 CAUDALES DE LAS DESCARGAS.....	50
CUADRO 4. 14 CONTAMINACIÓN DE LA MICROCUENCA EN LA ZONIFICACIÓN .....	54
CUADRO 4. 15. HOJA DE RUTA DEL PROGRAMA DE DESARROLLO Y CAPACITACIÓN COMUNITARIA .....	63
CUADRO 4. 16 HOJA DE RUTA PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE FUENTES HÍDRICAS .....	71
CUADRO 4. 17 PARÁMETROS SUGERIDOS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LAS DESCARGADAS.....	77
CUADRO 4. 18 HOJA DE RUTA PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE CALIDAD DEL AGUA .....	78
CUADRO 4. 19 MATRIZ DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PROYECTOS .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	6
FIGURA 2. 2 ACTIVIDADES QUE INFLUYEN EN LA CONTAMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA .....	7
FIGURA 3. 1 UBICACIÓN POLÍTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	19
FIGURA 3. 2 MAPA BASE DE LA MICROCUENCA .....	20
FIGURA 3. 3 REUNIÓN CON LOS REPRESENTANTES DE LA JUNTA PARROQUIAL Y OTROS .....	21
FIGURA 3. 4 TALLER PARTICIPATIVO E IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS DENTRO DE LA MICROCUENCA.....	22
FIGURA 3. 5 RECORRIDO DE LA MICROCUENCA CON REPRESENTANTES DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL SAN JOSÉ DE AYORA .....	23
FIGURA 3. 6 UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREOS .....	24

FIGURA 3. 7 MEDICIÓN DE CAUDAL DE LAS DESCARGAS .....	26
FIGURA 3. 8 TOMA DE MUESTRA EN LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	26
FIGURA 3. 9 SECUENCIA DE TRABAJO TOMA DE MUESTRAS, MEDICIÓN DE PARÁMETROS IN-SITU .....	27
FIGURA 3. 10 TOMA Y REGISTRO DE DATOS <i>IN-SITU</i> .....	27
FIGURA 3. 11 TRANSPORTE DE MUESTRAS RECOLECTADAS .....	29
FIGURA 3. 12 LLENADO DEL DOCUMENTO DE CADENA DE CUSTODIA .....	29
FIGURA 3. 13 ELABORACIÓN DE LOS MAPAS EN ARC GIS .....	33
FIGURA 3. 14 REGISTRO DE ASISTENCIA DE LOS PARTICIPANTES .....	34
FIGURA 3. 15 DIAGNÓSTICO COMUNITARIO PARTICIPATIVO (DCP) CON LOS DIRIGENTES, MIEMBROS DE LA JUNTA PARROQUIAL, JAAP AYORA, UNOPAC.....	35
FIGURA 3. 16 PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA (DCP).....	36
FIGURA 3. 17 SOCIALIZACIÓN DE LA PROPUESTA CON ESTUDIANTES DEL COLEGIO NELSON TORRES.....	36
FIGURA 4. 1 CONTROL DE LÍMITES DE TEMPERATURA .....	38
FIGURA 4. 2 CONTROL DE LÍMITES DE PH .....	39
FIGURA 4. 3 COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD .....	40
FIGURA 4. 4 CONTROL DE LÍMITES DE SÓLIDOS TOTALES .....	41
FIGURA 4. 5 CONTROL DE LÍMITES DE SÓLIDOS FIJOS .....	42
FIGURA 4. 6 CONTROL DE LÍMITES DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO .....	43
FIGURA 4. 7 CONTROL DE LÍMITES DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO .....	44
FIGURA 4. 8 CONTROL DE LOS LÍMITES DE FOSFATOS .....	45
FIGURA 4. 9 CONTROL DE LÍMITES DE NITRITOS, NITRATOS.....	46
FIGURA 4. 10 CONTROL Y CONCENTRACIÓN DE LOS LÍMITES DE AMONIACO .....	47
FIGURA 4. 11 PRESENCIA DE COLIFORMES FECALES .....	49
FIGURA 4. 12 ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PULUVÍ.....	51
FIGURA 4. 13 ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA.....	51
FIGURA 4. 14 ACTIVIDAD GANADERA EN EL SECTOR DE CASHAPAMBA .....	52
FIGURA 4. 15 ACTIVIDAD FLORÍCOLA EN LAS COMUNIDADES SANTO DOMINGO 1 Y 2 .....	53
FIGURA 4. 16 ÁREA URBANA DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA .....	55
FIGURA 4. 17 DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES SIN TRATAMIENTO .....	61
FIGURA 4. 18 ÁREAS PARA REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS, EN LA ZONA MEDIA Y ALTA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PULUVÍ.....	65
FIGURA 4. 19. ÁREAS PARA REFORESTACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO PULUVÍ, EN LA ZONA BAJA DE LA MICROCUENCA.....	67
FIGURA 4. 20 PRESENCIA DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL RÍO PULUVÍ .....	69
FIGURA 4. 21. ESTADO ACTUAL DE LA DESCARGA DE LA PLANTA DE OXIDACIÓN DE LA PARROQUIA AYORA .....	73
FIGURA 4. 22 ÁREA IDÓNEA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	74

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO I

TABLA 1. NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO
TABLA 2. NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES A UN CUERPO DE AGUA O RECEPTOR: AGUA DULCE Y AGUA MARINA
TABLA 3. COMPOSICIÓN TÍPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

## RESUMEN

El estudio se realizó en la microcuenca del río Puluví, ubicada en la sub cuenca del río Granobles, en el periodo de agosto 2013 a mayo del 2014, con el objetivo de analizar las actividades antrópicas que influyen en la contaminación del río Puluví, donde se realizó los respectivos análisis físico-químico y biológico de las aguas residuales encontradas en esta microcuenca y determinar su percepción local para la recuperación del río Puluví. Mediante el taller participativo, se obtuvo una recopilación de información de las actividades antrópicas realizadas por los pobladores en cada uno de los sectores llevando al conocimiento e identificación de los problemas ambientales causados por la actividad agrícola, ganadera, florícola y las descargas de aguas residuales vertidas, directamente al río Puluví.

La información de campo se obtuvo mediante recorridos con los funcionarios del GADP Ayora, y personas que conocían el área de estudio, donde se analizaron los diferentes procesos que se desarrollan dentro de la microcuenca y aporten en la contaminación del recurso hídrico. Luego se georeferenciaron las diferentes actividades predominantes en cada uno de los sectores, las descargas puntuales de aguas residuales domésticas evacuadas al río Puluví. La información obtenida en la fase de campo de la medición de caudales, el análisis físico-químico y biológico de las descargas de aguas residuales se utilizó los programas Microsoft Excel, Arc Gis 10.2.

En base a la información generada durante taller participativo sobre las actividades antrópicas, se genera la propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví, la cual contiene el programa de desarrollo y capacitación comunitaria encaminada a la concientización de la población, el programa de conservación de los recursos naturales encaminado a la conservación y protección de las fuentes de agua, el programa de protección y mejoramiento de la calidad del agua con el objeto de contar con el respectivo control y monitoreo de las descargas de aguas residuales que son vertidas al río. Socializada la propuesta se partió a la aprobación del propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví logrando una aceptación del mayor número de involucrados posibles y autoridades de la parroquia.

## SUMMARY

The study was conducted in the watershed of Puluví River, located in the sub basin Granobles River in the period August 2013 to May 2014, with the aim of analyzing human activities that affect pollution Puluví River where performed the respective physico-chemical and biological wastewater analysis found in this watershed and determine its local perception for the recovery of Puluví river. Through the participatory workshop, a collection of information of human activities undertaken by people in each of the sectors leading the understanding and identification of environmental problems caused by agricultural, livestock, floriculture activity and the discharge of waste water discharged was obtained directly to the River Puluví.

Field data was obtained by tours with officials GADPR Ayora, and people who knew the study area, where different processes taking place within the watershed and provide the pollution of water resources were analyzed. Different predominant in each of the sectors activities, point source discharges of domestic wastewater evacuated to Puluví River then georeferenced. The information obtained in the field phase flow measurement, physical-chemical and biological analyzes of wastewater discharges the Microsoft Excel; Arc Gis 10.2 software was used.

Based on the information generated during the participatory workshop on human activities, the proposed mitigation for the recovery of Puluví River is generated, which contains the program development and community training aimed at sensitizing the population, the conservation program natural resources aimed at the conservation and protection of water sources, the program of protection and improvement of water quality in order to have the necessary control and monitoring of wastewater discharges that are discharged into the river. Broke Socialized proposal for approval of proposed mitigation for the recovery of River Puluví achieving acceptance of the greatest possible number of authorities involved and the parish.

# CAPÍTULO I

## 1.- INTRODUCCIÓN

Los ríos a nivel global son los principales afectados, debido a las grandes presiones por el crecimiento poblacional y el incremento de las descargas de aguas residuales a los diferentes cuerpos de agua, convirtiéndose así en sumideros de los desechos municipales urbanos. Según Chiriboga (2010) “los ríos y sus volúmenes de agua en movimiento, permiten la capacidad de auto regenerarse neutralizando los efectos del agua residual que receptan a diario”, sin embargo las continuas descargas de agua residuales domésticas y no domésticas sin un tratamiento adecuado conlleva a la destrucción del ecosistema fluvial.

En el Ecuador la contaminación de los ríos es una de las problemáticas más antiguas en el tema ambiental, el problema se ha incrementado con el aumento de la población, con ello el incremento de los desperdicios orgánicos, desagües cloacales y químicos que son vertidos a los cuerpos de agua, como describe el diario (la Hora, 2015). Así mismo para Mejía (2005), la contaminación causada por efluentes domésticos e industriales reducen notablemente la disponibilidad del agua en diferentes microcuencas.

Según Mejía (2005), “las actividades humanas como: La deforestación, el avance de la frontera agrícola, la actividad ganadera, contribuyen a la degradación del ecosistema fluvial, afectando su calidad y cantidad al recurso hídrico”. El problema de la contaminación del agua de un río va en aumento, debido al incremento del servicio de alcantarillado público, donde sus efluentes son vertidos directamente a los cuerpos de agua. A partir de esta problemática de contaminación del recurso hídrico, surge este tema de investigación, encaminado en obtener datos reales del estado físico-químico y biológico de las descargas de aguas residuales vertidas al río Puluví, que a su vez son comparadas con los límites permisibles de descargas a un cuerpo de agua determinado en el libro Vi Anexo1, del Texto

Unificado de Legislación Ambiental (TULASMA), la tabla de composición típica de las descargas de aguas residuales de Gutiérrez, para posteriormente evidenciar su comportamiento.

Es importante mencionar que varios países en Sudamérica como: Perú, Colombia, Costa Rica, Salvador, México, Honduras, al presentar condiciones similares en sus ríos, realizan el control monitoreo de las distintas descargas de sus aguas residuales que son vertidas a los ríos, permitiéndoles obtener datos propios y desarrollar distintos programas encaminados a la recuperación de los ríos con sistemas de tratamiento sostenible, acorde a las situaciones socio económicas y culturales de la población, buscando el mejoramiento de la verdadera interacción del hombre con el ambiente y de esta manera mejorando la calidad de vida de la población (PROARCA, 2010).

El presente estudio se justifica con la magnitud que tiene el problema de la contaminación del recurso hídrico, las actividades antrópicas que interfieren en la contaminación del río, así como las consideraciones socioeconómicas, que interfieren en su conservación. También es importante referir que este estudio se enmarca en el propósito del Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT del cantón Cayambe 2012-2024); de obtener datos a partir de la identificación de contaminación causada por las descargas de aguas residuales domésticas, y ser un aporte en la generación de planes o programas de mejoramiento y protección del recurso hídrico para la Dirección de Ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Cayambe, y el Gobierno autónomo Descentralizado Parroquial Rural San José de Ayora , para el beneficio de los mismos habitantes de la microcuenca del río Puluví y la parroquia rural San José de Ayora principalmente.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Identificar las diferentes fuentes de contaminación que existen en la microcuenca del río Puluví.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el estado físico-químico de la calidad de agua del río Puluví.
- Analizar la influencia de las actividades antrópicas, que realizan las comunidades dentro de la microcuenca.
- Elaborar una propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví.

## **1.3. Preguntas y directrices**

- ¿Cuáles son las fuentes de contaminación del río Puluví?
- ¿Las descargas al río cumple con los límites permisibles del Libro VI Anexo 1 del TULASMA?

## **CAPÍTULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

Se determina las siguientes definiciones y temas referidos a la contaminación a un cuerpo de agua por distintos factores dentro de una microcuenca.

#### **2.1 Problemática de la contaminación del agua en el Ecuador**

Las actividades humanas provocan efectos adversos sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos debido a los desechos generados, producto de actividades agrícolas, industriales, y urbanas terminan tarde o temprano en los ríos. SENAGUA (2012), describe de la demanda creciente de productos forestales y tierras agrícolas, estimulada por el rápido crecimiento de la población y el desarrollo, hace peligrar los recursos ambientales e incide en el problema de la disponibilidad y contaminación del agua causadas por las actividades antropogénicas de la población cercana a los ríos. Según (El Universo, 2009), el Ecuador tiene una deuda muy alta en cuanto a los esfuerzos que realizan para mejorar la calidad del agua, especialmente del agua que se vierte luego de las actividades industriales, domésticas y agropecuarias. La contaminación del agua provoca que muchos ríos a pesar de tener agua corriendo por su cauce, estas aguas no se puedan utilizar para riego, ganadería o generación eléctrica. “Esto tiene consecuencias importantes en la gestión de los recursos hídricos ya que la falta de agua en las zonas bajas aumenta la presión sobre los páramos y ecosistemas de altura para suplir de agua de buena calidad a las poblaciones locales” (Agua Ecuador, 2012).

### 2.1.1. Efecto de los contaminantes del agua residual en el cuerpo receptor frente a la autodepuración

Para Delgadillo (2010), los diferentes efectos de los contaminantes del agua residual sobre los ecosistemas acuáticos están en función de la cantidad, naturaleza de los contaminantes introducidos y de las características del medio acuático (caudal, velocidad, pendiente, etc.). Por esto se menciona cuando introduce una gran cantidad de ese mismo compuesto contaminante o elementos biodegradables, puede causar una gran caída de la población de organismos y una disminución del oxígeno disuelto. Así pues, cuando los niveles de un contaminante biodegradable (carga orgánica) son altos, su velocidad de digestión también (Corbitt, 1999). La concentración del agua residual municipal o de una población depende principalmente del consumo de agua y la cantidad de residuos producidos a diario por habitante. La fortaleza contaminante de las aguas residuales domésticas es usualmente caracterizada por su composición en: fuerte, media o débil como se describe en el Cuadro 2.1.

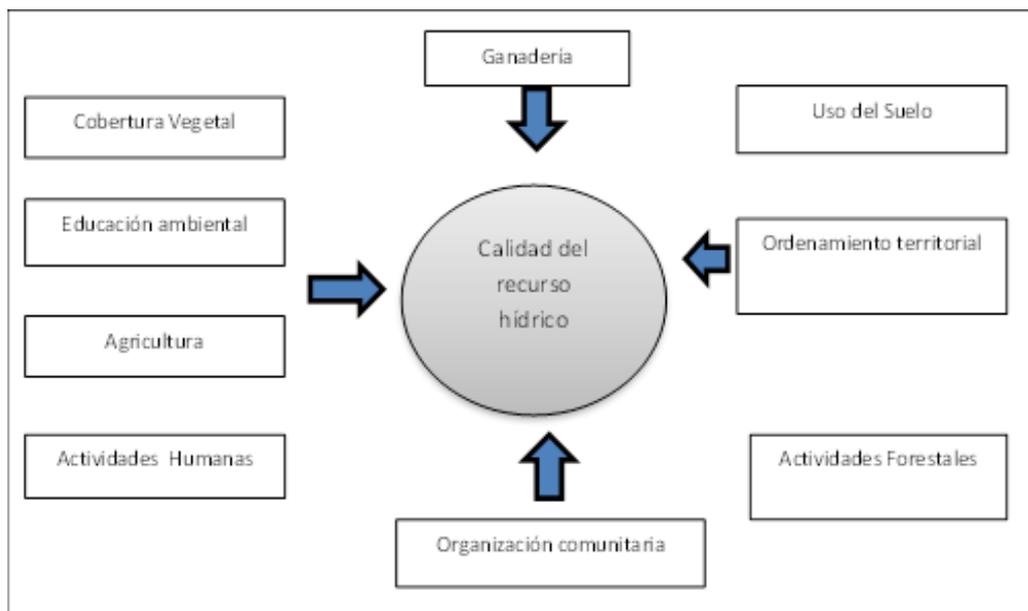
**Cuadro 2. 1 Composición típica de las aguas residuales domésticas**

CONSTITUYENTE	Unidad	CONCENTRACIÓN		
		Fuerte	Media	Débil
<b>Demanda Bioquímica de oxígeno, 5 días, 20 °C</b>	mg/l	350	200	100
<b>Demanda química de oxígeno</b>	mg/l	1000	500	250
<b>pH</b>	mg/l	7.5	7	6.5
<b>Sólidos totales</b>	mg/l	1.200	700	350
<b>Sólidos Disueltos</b>	mg/l	850	500	250
<b>Fijos</b>	mg/l	525	300	145
<b>Volátiles</b>	mg/l	325	200	105
<b>Totales suspendidos</b>	mg/l	350	200	100
<b>Fijos</b>	mg/l	75	50	30
<b>Volátiles</b>	mg/l	275	150	70
<b>Sólidos Sedimentales</b>	mg/l	20	10	5
<b>Carbono Orgánico Total(COT)</b>	mg/l	300	200	100
<b>Nitrógeno Total(como N)</b>	mg/l	60	40	20
<b>Orgánico</b>	mg/l	35	15	8
<b>Amoniaco Libre</b>	mg/l	50	25	12
<b>Nitritos</b>	mg/l	0	0	0
<b>Nitratos</b>	mg/l	0	0	0
<b>Fósforo Total</b>	mg/l	20	10	6
<b>Orgánico</b>	mg/l	15	7	4
<b>Inorgánico</b>	mg/l	150	50	30
<b>Cloruros</b>	mg/l	350	100	50
<b>Alcalinidad( CaCO<sub>3</sub>)</b>	mg/l	150	100	50
<b>Grasas</b>	mg/l	150	100	50

Fuente: Gutiérrez, citado por Chiriboga, 2010.

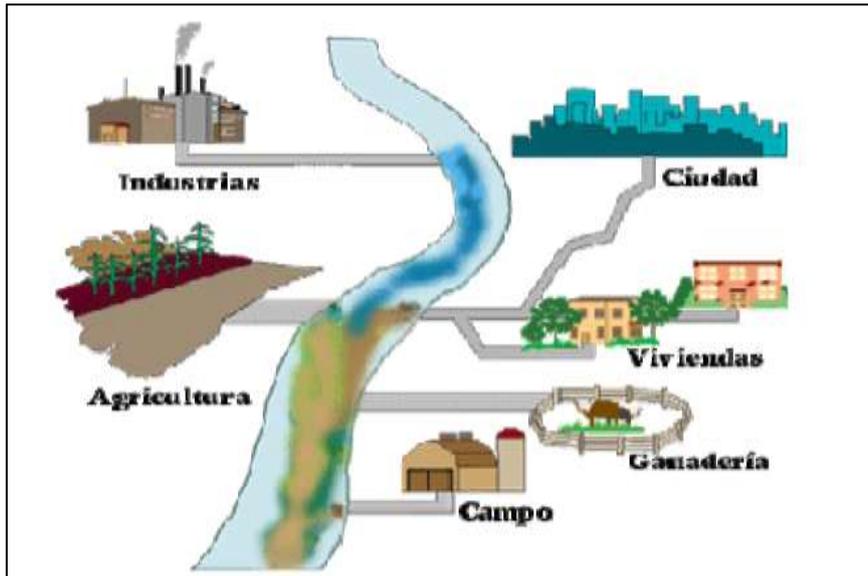
## 2.2. Factores que afectan en la calidad y cantidad del agua de una microcuenca

Los factores, que afectan principalmente a la calidad del agua de una microcuenca son las actividades, humanas e industriales así como los procesos y condiciones sociales; cuando existe una mayor presión hacia los recursos hídricos. Según GREENFACTS (2009), los recursos hídricos se enfrentan a una serie de graves amenazas, todas ellas originadas principalmente por las actividades antrópicas (actividad humana), algunas de estas amenazas son la sedimentación, la contaminación del recurso hídrico, la agricultura, la deforestación, el ordenamiento territorial, los cambios en el paisaje y el crecimiento urbano (pág.15) ver Figura 2.1. Los cambios en los usos de suelo en las zonas altas tienen un impacto específico, generalmente sobre los ecosistemas naturales, y directa o indirectamente sobre los recursos hídricos. Hermes & et (2013), mencionan que las actividades antrópicas afectan a la calidad de un cuerpo de agua; son las descargas de aguas residuales municipales, residuos de viviendas, agricultura.



**Figura 2. 1 Factores que influyen en la contaminación del agua**  
Fuente: GREENFACTS, 2009

Las diferentes actividades y factores que influyen de la contaminación de los ríos se observa en la Figura 2.2, ya sean por descargas de aguas residuales de las ciudades, industrias o viviendas y del campo en general.



**Figura 2. 2 Actividades que influyen en la contaminación de la calidad del agua**  
**Fuente:** Hermes, 2013

### **2.2.1. Uso de la tierra y su influencia en la calidad del agua**

Los cambios en el uso de la tierra sobre la calidad del agua han sido ampliamente comprobados. Mejía (2005), menciona que el uso de tierra, como las actividades antrópicas provocan alteraciones en los regímenes hídricos, cambios dramáticos en la calidad y cantidad del agua, especialmente al uso potable como las prácticas de uso y manejo de los recursos hídricos al no ser manejados adecuadamente, tienen impactos sobre los usuarios de este recurso en las partes bajas de cuenca, creando una incertidumbre en los valores económicos y ambientales.

### **2.2.2. La actividad ganadera y su influencia en la calidad del agua**

La tierra tiene una influencia muy fuerte en la calidad y cantidad del agua como: la actividad ganadera y su relación de la agricultura en la influencia de la calidad del agua (citado por Mejía, 2005), el 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas, ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua. Según CEPEIGE (2003), la incertidumbre existente, para la población con las siguientes relaciones, entre las actividades del uso de la tierra en la cuenca alta donde la actividad

ganadera es una de las prácticas más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. La actividad ganadera tiene un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico al existir un sobre pastoreo (Cuenca, 2010).

Quintero (2007), afirma que los contaminantes provenientes de estas áreas agrícola y ganadera son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua de esta manera el impacto más significativo hacia las fuentes hídricas, que estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos. CATIE (2005), describe que el pisoteo del ganado afecta en la infiltración del agua lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente, e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua. “Se ha estimado que en áreas de ganadería con 1% de pendiente basta con 8 toneladas de peso seco por hectárea de estiércol para que las aguas superficiales sean enriquecidas por nitrógeno y fósforo” (Mejía, 2005, pág. 13).

### **2.2.3. La agricultura y su influencia en la calidad del agua**

La agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales y su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química (LENNTECH, 2010). La agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos (FAO, 2005).

Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos afecta; la dimensión física de la capa arable del suelo, y la degradación de la tierra como consecuencia de la erosión laminar y cárcavas que provocan los altos niveles de turbidez (Bermeo, 2010). Asimismo para Hermes (2013), el nitrato es típicamente lixiviado desde los campos cultivados y se mueve a poca profundidad, subterráneamente, hacia las fuentes superficiales; esta

lixiviación se reduce hasta en un 15% cuando se dan prácticas de manejo de conservación de suelos y agua.

#### **2.2.4. Aguas residuales y su influencia en la calidad del agua de las microcuencas**

Otálora (2011), señala que las aguas residuales plantean el mayor problema con que se enfrentará la humanidad en los próximos años y en países con escasas disponibilidades de agua dulce, la situación se volverá más aguda. Las aguas residuales producen una serie de alteraciones en los cursos del agua debido a los diversos productos que contienen, las áreas receptoras son cada vez menos capaces de asimilar (ADITEC ,2011). La expansión urbana, rural y el aumento del consumo de agua consecuentemente producido por un crecimiento poblacional incide en el incremento de las descargas aguas residuales en los ríos (PROARCA, 2004). Según TECSISTECAIL (2011.), a nivel domiciliario, el 70% y 80 % de las aguas generadas en los hogares se transforman en aguas residuales, que son vertidas a las redes de alcantarillados, o a redes de saneamiento, para terminar en un cuerpo de agua principalmente a los ríos, cercanos a las ciudades o áreas urbanas.

##### **2.2.4.1. Fuentes puntuales de contaminación por aguas residuales**

Las fuentes puntuales de contaminación son aquellas que cuentan con un punto de descarga bien definido que pueden ser continuas y discontinuas. Otálora (2011), describe que una descarga determinada puede localizarse e identificarse por una tubería o grupo de tuberías. Los dos grupos principales de fuentes puntuales son los vertidos de aguas residuales domesticas municipales urbanas y los vertidos industriales y agroindustriales (Cordero, Franco, & Hernandez, 2005, pág. 38).

##### **2.2.4.2. Fuentes no puntuales de contaminación**

Cordero (2005), afirma que las fuentes no puntuales se caracterizan por el origen disperso de la descarga, quiere decir que no es posible relacionar la descarga con un lugar específico y definido. Además Mejía (2005), manifiesta que la fuente no puntual de contaminación puede ingresar al río por escorrentía, como es el resultado provenientes de la actividad agrícola,

vertidos domésticos de viviendas cercanas al río, lotes para el pastoreo de ganado, tierras urbanas, sub urbanas, y otros.

### **2.2.5. Arrastres de lluvia y su influencia en la calidad del agua**

PROARCA (2014), refiere que los procesos e influencias que tiene al caer la lluvia sobre ciudades o parroquias, es arrastrar las partículas y fluidos presentes en las superficies expuestas, es decir: Polvo de ladrillo y cemento esporas polvo orgánico e inorgánico de los tejados, partículas sólidas polvo, hidrocarburos de las vías públicas, restos de vegetales y animales y partículas sólidas (tierras). También “desde las partes agrícolas debido a la composición de su suelo, se también se produce infiltración de aguas hacia los acuíferos, con el consiguiente peligro de contaminación hacia las fuentes hídricas” (Chiriboga, 2010, pág. 13). El arrastre de lluvia de sustancias químicas tóxicas, pueden asfixiar a los huevos de los peces, como a los pequeños organismos que están dentro de la cadena eutrófica de alimentación, en muchos casos aumentan la temperatura del agua también reducen la cantidad de luz que penetra en el cuerpo de agua (GREENFACTS, 2009).

### **2.2.6. La urbanización y la presión sobre el recurso hídrico**

Los asentamientos humanos como poblados, ciudades pequeñas y medianas, por lo general se construyen y se configuran modificando o transformando la naturaleza. Guerrero (2011), describe que la actividad antrópica que el ser humano realiza principalmente sobre la naturaleza es la expansión de territorio y el resultado de esto son los pequeños pobladores, en la actualidad convirtiéndose en un ambiente urbano, la cual es una contaminación puntual de vertederos de residuos urbanos y fugas de tuberías de alcantarillado sanitario las cuales son enviados directamente hacia los diferentes cuerpos de agua o se infiltran en el terreno.

## **2.3. Principales indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad de agua**

Fattorelli (2011), muestra que los indicadores deberían ser explicados bajo el concepto de los parámetros de calidad de agua, y se diferencian según sus orígenes biológicos, químicos y físicos; por causas principalmente de carácter antropocéntricos como el caso del uso de la tierra. Por ello determinan que el pH, turbidez, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato,

temperatura, demanda bioquímica de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos totales, coliformes fecales, son los principales indicadores que permite una evaluación rápida de la calidad de agua que se descargan aun cuerpo de agua (Chiriboga, 2010).

### **2.3.1. Indicadores microbiológicos de calidad del agua**

Mejía (2005), describe que los indicadores microbiológicos son importantes conocer el tipo, número y desarrollo de las bacterias en el agua para prevenir o impedir enfermedades de origen hídrico. Es difícil detectar en una muestra organismos patógenos como bacterias protozoarios y virus debido a sus bajas concentraciones, utilizando el grupo de coliformes fecales, como indicador de la presencia de microorganismos (Pág.19). Asimismo Guerrero (2011), manifiesta que los indicadores microbiológicos en agua de consumo humano tienen naturales que tienen importancia para la determinación y control de la calidad del agua, en aguas residuales las concentraciones aumentan ya sean estas tratadas o sin tratar.

## **2.4. Monitoreo de las aguas residuales**

Según Fattorelli (2011), el plan de monitoreo de los efluentes de aguas residuales permiten conocer el estado de calidad que tienen dichos efluentes que son descargadas continuamente a un cuerpo de agua. Asimismo para Chiriboga (2010), el monitoreo de efluentes permite identificar los puntos más susceptibles a la contaminación en los ríos, sobre todo de contaminaciones peligrosas y obtener información para su posterior interpretación sobre la calidad del agua de un río.

### **2.4.1. Muestreo de aguas residuales en otros países**

Según Bermeo & Santín (1995), citado por Chiriboga (2010), señala que el muestreo es el proceso de seleccionar una muestra representativa para realizar los análisis, por lo que, el proceso de recolección debe considerar algunos aspectos, a fin de cumplirse el objetivo propuesto. La composición de la muestra puede variar con el tiempo una vez recogida a causa de cambios químicos, reacción con el aire, o interacción de la muestra con el recipiente (FATTORELLI, 2011). “Las técnicas de muestreo y de análisis usadas para la

caracterización de las aguas residuales van desde las determinaciones químicas cuantitativas y precisas, hasta determinaciones biológicas y físicas cualitativas” (Crites, 2000). Asimismo para CONAGUA (2010), la muestra simple es la que se toma en un día normal, en el tiempo necesario y poder realizar los respectivos análisis, misma que deberá ser aforado el caudal en el momento de la tomada de muestra, para así conocer su composición.

## **2.5. Participación comunitaria en los procesos de elaboración de proyectos para la recuperación de la calidad de los ríos**

Guerrero (2010), manifiesta que la participación comunitaria es conocida como un proceso mediante el cual se gana más o menos grados de participación, desde una pasividad casi completa al control de su propio proceso en las relaciones entre los miembros de la comunidad y la institución de un sector en desarrollo, como dentro de las organizaciones comunitarias. Según Mejía (2005), la participación comunitaria es la forma más integradora de promover el desarrollo de una estrategia y buscar soluciones potenciales sobre la problemática, que se presentan en una determinada comunidad con distintas actividades a ejecutar como la generación de conocimientos y la ejecución de proyectos, que deben ser realizadas en conjunto con las personas (hombres y mujeres), que son los sujetos del desarrollo. Para Bermeo (2010), la participación comunitaria es un enfoque de investigación y análisis de los participantes, donde permite al profesional una mejor oportunidad de identificar los actores claves y conocer la problemática o sus avances en el ámbito del estudio perseguido.

### **2.5.1. Diagnóstico Participativo Comunitario**

Guerrero (2012), refiere que los métodos participativos deben estar previstos para ser utilizados en forma grupal, para que se adapten mejor un enfoque interdisciplinario, que integre los diferentes puntos de vista de técnicos, investigadores, extensionistas, planificadores y miembros de la comunidad. Cordero (2005), también afirma que el diagnóstico participativo es un medio para constatar y receptar mayor información puntual sobre la investigación, con los distintos asistentes a dicha convocatoria y es importante mencionar que existen recomendaciones generales en la ejecución de los diagnósticos participativos como:

- ✓ Asegurar que los marginados estén bien representados
- ✓ Elaborar una convocatoria en los puntos estratégicos
- ✓ Ser un verdadero facilitador y no imponer sus opiniones o ideas, sino escuchar y resumir
- ✓ Utilizar las herramientas con creatividad, no como receta de cocina
- ✓ Mantener la información escrita y los esquemas utilizados lo más sencillo posible, ya que pueden existir una parte del grupo que no pueda leer o no puede leer rápido
- ✓ Es muy importante que la ejecución de un Diagnóstico Participativo sea la base para un proceso de planificación y ejecución participativa
- ✓ No basta realizar un diagnóstico y que los resultados queden en un cajón del escritorio para después seguir con un proyecto, al igual que muchas prácticas paternalistas de siempre.

Estos métodos participativos deben estar previstos a ser utilizados en forma grupal, ya que estos se desarrollan directamente en las comunidades con los agricultores, aprendiendo con y de la gente enfocando las actividades, y conocimientos locales (citado por Mejía, 2005).

### **2.5.2. Zonificación de altitudinal de las microcuencas**

Para Guerrero, (2012) la zonificación de la microcuenca es la clasificación de usos que realiza dentro una unidad territorial en el manejo integrado de los mismos, conforme un análisis previo de sus aptitudes, características bióticas y abióticas antrópicas donde pueden encontrarse como:

- ✓ Zonificación de uso de suelo: Definición de los cultivos para establecer en áreas determinadas.
- ✓ Zonificación ecológica económica: Constituye un instrumento que permite plantear la ocupación racional de los espacios, donde sus resultados pueden usarse para la planificación, desarrollo y conservación de los recursos naturales.

## 2.6. Propuesta de Mitigación de Ríos Contaminados

El primer paso para la restauración de un río urbano es la mejora de la calidad de su agua” (Cordero, 2005). Para la recuperación de un río con problemas de contaminación, con descargas de aguas residuales, donde el agua residual y lluvia son conducidos por el mismo colector, es muy importante que las urbanizaciones o barrios que se encuentren asentadas con servicio de alcantarillado, cuenten con un sistema de conducción separado, para evitar la contaminación de las aguas limpias de las lluvias. INGESAM (2007), afirma que “al existir descargas de aguas gris con lluvias este tipo de aportes debe poseer un sistema de conducción independiente del sistema separado o combinado” y de esta manera permitirá generar mayor eficacia en las plantas de tratamiento y los beneficios que pueden percibir al desconectar las aguas “limpias” del alcantarillado.

- ✓ Incrementará el caudal natural de las quebradas.
- ✓ Mayor vida útil de colectores y planta de tratamiento.
- ✓ Conducir y depurar un caudal mayor, en lluvias fuertes que arrastran mayor suciedad.
- ✓ Menores costes en plantas de tratamiento en aguas residuales.

Tomando en cuentas los beneficios y las distintas afirmaciones en otros países, han iniciado a construir los colectores perimetrales, permitiendo mitigar los efectos de contaminación por la expansión de la zona urbana. PROARCA (2004), refiere que el monitoreo del estado físico, químico y biológico de las descargas de aguas residuales, permite al investigador contar con datos sobre la calidad y cantidad de agua se evacua a diario a un cuerpo receptor de agua. Bermeo (2011), señala que en los últimos años, los tratamientos naturales de aguas residuales han recobrado interés debido a sus ventajas económicas, reducido consumo energético, fácil operación y mantenimiento, convirtiéndose en alternativas sostenibles para pequeñas comunidades o pueblos, siempre que se conozcan las características físico químicos y biológicos de dichas aguas a ser tratadas y posteriormente poder ser reutilizadas.

### **2.6.1. Programa de Control y Monitoreo de Aguas Residuales**

El objetivo que tiene el programa de control y monitoreo de aguas residuales dentro de la propuesta de mitigación de los ríos, es estudiar o caracterizar un vertido y así demostrar el cumplimiento de los requisitos regulatorios específicos (Reglamento de Vertido y Reuso de aguas Residuales de Costa Rica). Según Quintero (2007), refiere que el objetivo principal del control y tratamiento de aguas residuales, es corregir sus características, para que pueda ocurrir de acuerdo con las reglas y criterios definidos por las autoridades legislativas. El control y monitoreo de las aguas residuales, se basan en la concentración de por lo menos en cinco constituyentes más importantes de las aguas residuales como; sólidos en suspensión, material orgánico (biodegradable), nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo), organismos patógenos, metales pesados (ADITEC, 2011).

Según Otálora (2011), afirma el control y monitoreo permite a los encargados en el tratamiento de aguas, la formulación de “Recuperación fluvial” el incluir un río urbano en la planeación de ciudad, y reconocer la salud de un cuerpo hídrico es crucial, pero que no solo dependerá de mejorar la calidad del agua, sino de proveerle continuidad a sus flujos, espacios y hábitats.

## **2.7. Marco Legal**

A continuación se determina las leyes, normas ambientales y ordenanzas municipales en las que se basa este estudio.

### **2.7.1. Constitución del Ecuador**

Como se describe en la constitución del Ecuador en la 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.

- ✓ **Art. 412.-** La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque eco sistémico.

### **2.7.2. Plan nacional del Buen Vivir**

En el Plan Nacional del Buen Vivir o Sumak Kausay (PNDBV 2013-2017), para lo cual se ha trazado varios objetivos así como;

- ✓ **Objetivo 4.-** Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable. Donde se describe la responsabilidad de tratar el agua y la biodiversidad como patrimonios estratégicos es un desafío para las políticas públicas del país.

### **2.7.3. Normas de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua TULASMA**

Se basa con las normas que están estipuladas en el texto unificado de legislación ambiental.

#### **2.7.3.1. Libro VI Anexo I TULASMA**

La presente norma técnica ambiental 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 éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

## **Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público**

Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos a continuación (ver Tabla 1 en el Anexo de Tablas). Donde toda área de desarrollo urbanístico, turístico o industrial que no contribuya al sistema de alcantarillado público, deberá contar con instalaciones de recolección y tratamiento convencional de residuos líquidos. El efluente tratado descargará a un cuerpo receptor o cuerpo de agua, debiendo cumplir con los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, marina y de estuarios.

## **Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: agua dulce y agua marina**

Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen.

Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de Agroquímicos, se establece lo siguiente:

- ✓ Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de cincuenta (50) metros, y la aplicación aérea de los mismos, dentro de una franja de cien (100) metros, medidas en ambos casos desde las orillas de todo cuerpo de agua
- ✓ La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá el informe y autorización previa del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Toda descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (ver Tabla 1, Anexo de Tablas).

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se describe los materiales y el proceso metodológico empleado en este estudio.

#### 3.1. Materiales

Los materiales y equipos utilizados en el presente estudio fueron seleccionados en base al trabajo de campo y oficina, mismos que están detallados en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1 Materiales Y Recursos Humanos**

<b>Implementos de Campo</b>	<b>Implementos Internos</b>	<b>Recursos Humanos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• GPS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Software ArcMap</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Director</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipo portátil de laboratorio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10.2</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asesores</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipo de almacenamiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Computador</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tesista</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Materiales de aforo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proyector</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Actores</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipos de protección personal</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Envases herméticos</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vehículo</li></ul>		

Elaboración: El autor

### 3.2. Ubicación política de área de estudio

El río Puluví se encuentra ubicada, en la sierra norte del Ecuador; en la provincia de Pichincha, cantón Cayambe, parroquia San José de Ayora ver Figura 3.1.

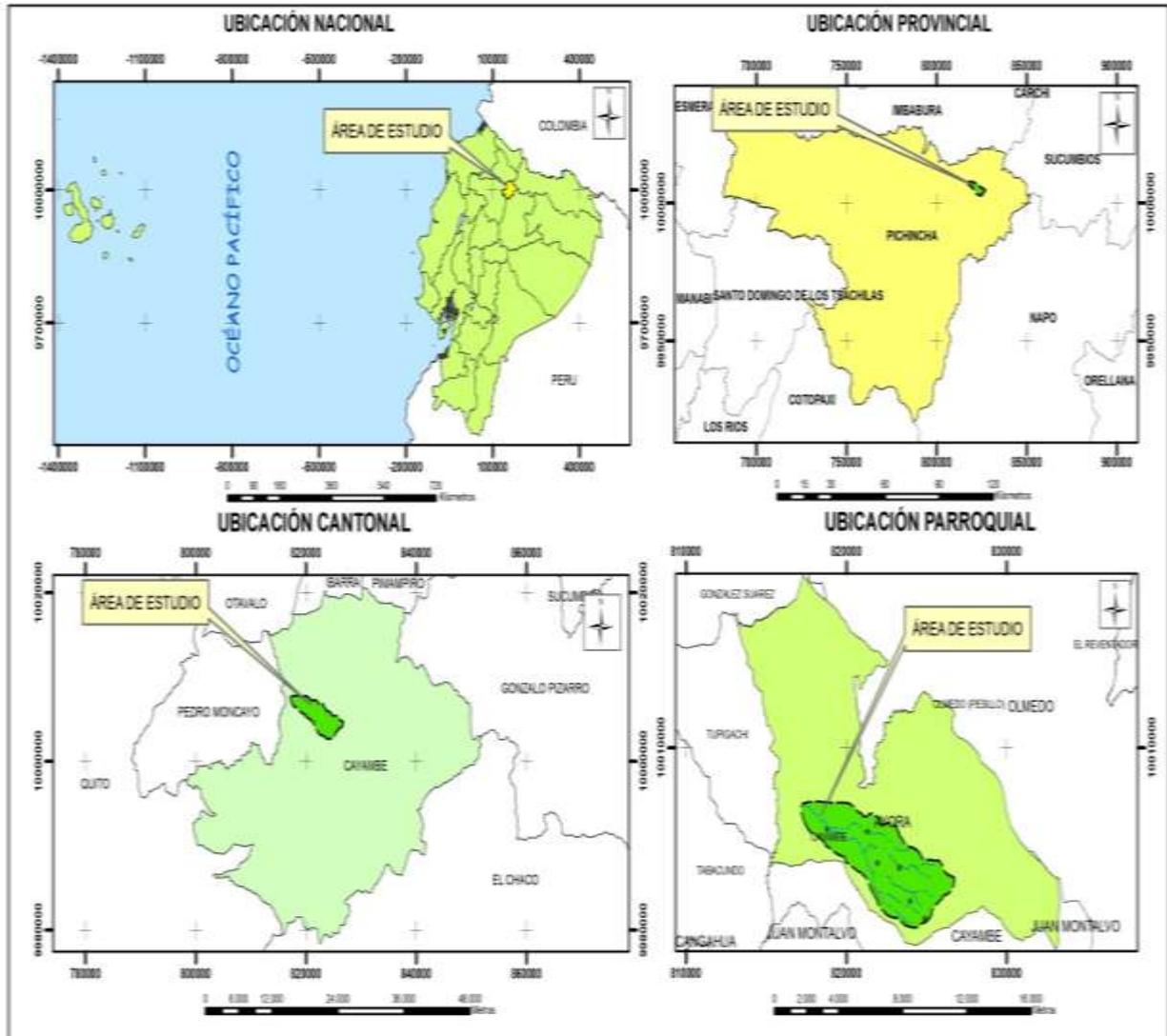


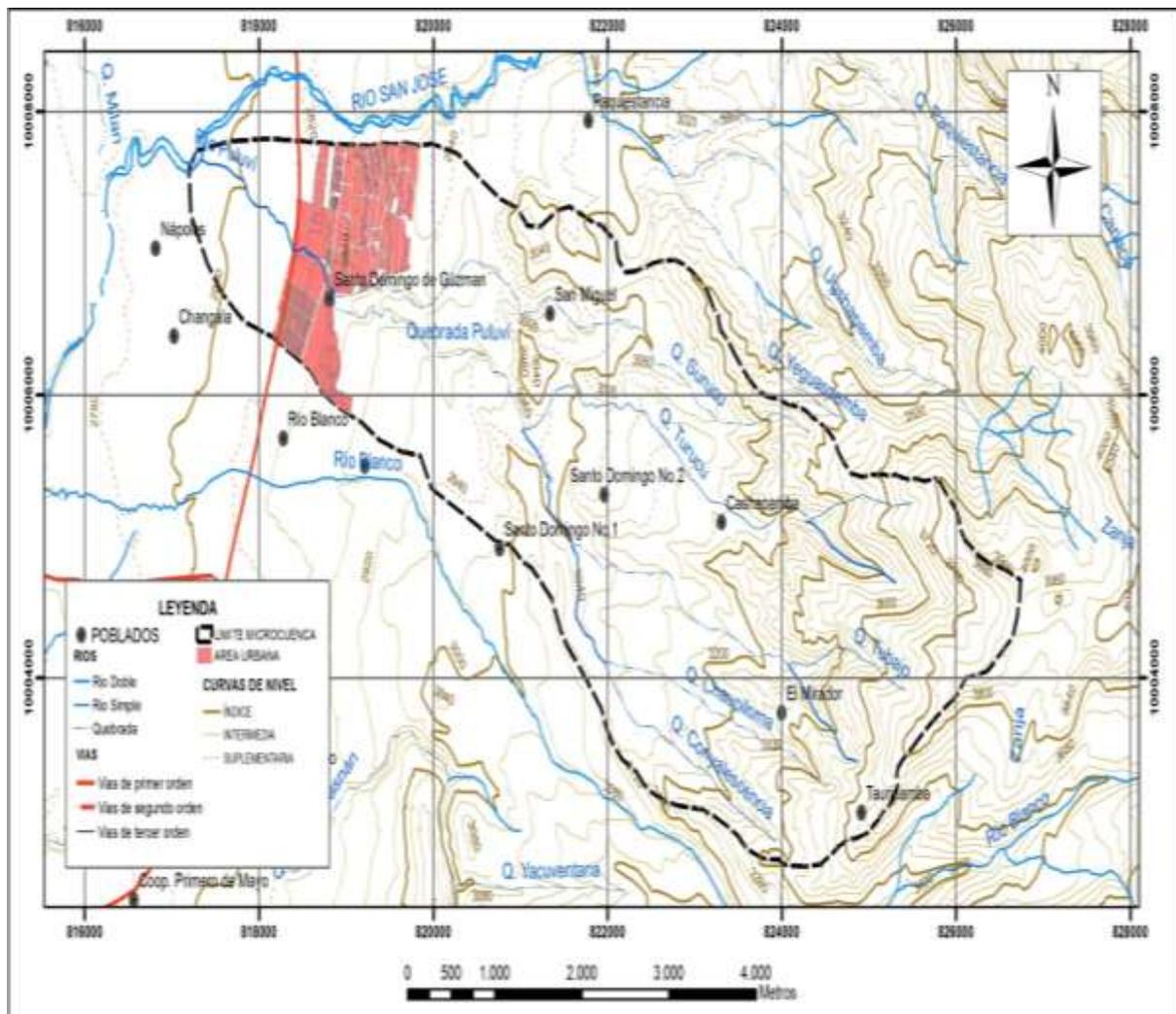
Figura 3.1 Ubicación política del área de estudio  
Elaboración: El autor

#### 3.2.1 Características de la zona de estudio

La microcuenca del río Puluví, abarca parte del área urbana de la parroquia Ayora como: Barrio Residencial, Barrio la Remonta y varias comunidades rurales como: Cashapamba, Tauripamba, Santo Domingo 1, Santo Domingo 2, Santo Domingo de Guzmán, Barrio Señor

del Buen Poder, el caudal aproximado del río en la parte media de la microcuenca es de 10 lt/s en la época de estiaje (PDOT Ayora, 2013). El río Puluví tiene una extensión de 10 km, el área aproximada de la microcuenca es de 21,63 km<sup>2</sup>, determinado en el programa Arc Map10 como se muestra en la Figura 3.2.

“El clima en la zona está comprendida, con una temperatura que va de 6°C a 17°C, una precipitación de 500 mm y 1250 mm anuales, el período seco es marcado entre junio a agosto 17,6 mm en el mes de julio con 17,6 mm y el más lluvioso febrero con 113 mm” (CEPEIGE, 2003). La época seca tiene un legado cultural ya que en ese tiempo se realizan las cosechas, y por lo cual las comunidades del sector celebran el Inti Raymi (Fiestas del Sol).



**Figura 3. 2** Mapa base de la microcuenca  
Elaboración: El autor

### **3.3. Metodología para la caracterización e identificación de fuentes de contaminación**

Para lograr los objetivos planteados, se estableció la siguiente metodología, partiendo de una reunión (Figura 3.3.), donde participaron miembros del GADP San José de Ayora, UNOPAC con su representante, JAAP Ayora y la Dirección de Gestión Ambiental del cantón Cayambe donde se identifica el área de estudio, los sitios de las descargas de aguas residuales y la planificación para el posterior recorrido de la microcuenca.



**Figura 3. 3 Reunión con los representantes de la junta parroquial y otros**  
Elaboración: El autor

#### **3.3.1. Taller participativo para la caracterización de actividades antrópicas**

Los resultados obtenidos en el taller del diagnóstico participativo, se basó donde representantes y miembros de las comunidades, permiten identificar las actividades antrópicas que predominan en la microcuenca del río Puluví, en el mapa parlante (Anexo 3, formato 2), mismas que posteriormente permitan determinar las acciones conducentes en los objetivos de la propuesta (Figura 3.4).



**Figura 3. 4Taller participativo e identificación de las actividades antrópicas dentro de la microcuenca**  
Elaboración: El autor

### **3.3.2. Metodología para evaluación de los sitios de muestreos**

Se estableció como un plan para evaluar la calidad de las aguas residuales, donde se definió los sitios de muestreo, frecuencia de muestreo y medición de caudales.

#### **3.3.2.1. Identificación de los sitios de muestreo**

La identificación de los sitios de muestreo, consistió en realizar un recorrido previo desde la parte alta de la microcuenca con los funcionarios del GAP San José de Ayora, Dirección de Gestión Ambiental, un colaborador de la institución IEDECA, y los pobladores del sector ir identificando las actividades antrópicas y los sitios de las descargas que influyen en la contaminación del río Puluví (Figura 3.5).



**Figura 3. 5 Recorrido de la microcuenca con representantes del Gobierno autónomo descentralizado parroquial rural San José de Ayora**

Elaboración: El autor

A través del recorrido se determinó la ubicación geo referenciada de las descargas de aguas residuales: Casa de la judicatura, Floricampo, y la descarga del área urbana de la parroquia para su posterior análisis, cuya información fueron tomadas en época de estiaje. En el Cuadro 3.2 se detallan sus respectivas coordenadas y altitudes.

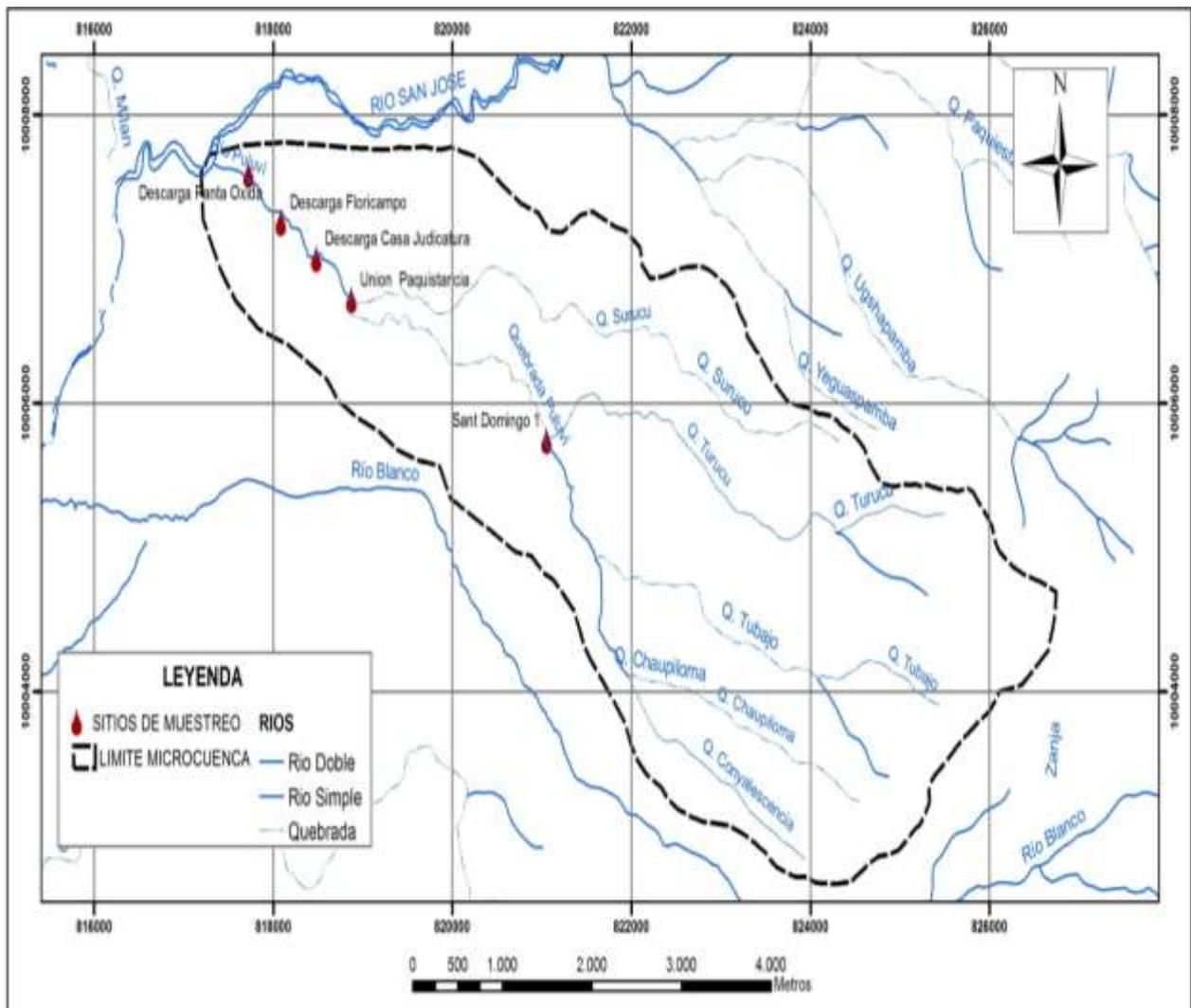
**Cuadro 3. 2. Ubicación de los sitios de muestreo**

<b>SITIOS DE MUESTREO</b>			
<b>(PRP1) Punto Santo Domingo 1</b>		<b>Coordenadas UTM</b>	
	<b>17N</b>	X: 821055	Y: 10005745
	<b>Altitud</b>	2879 msnm	
<b>PRP2) Punto Unión Quebrada Paquistancia</b>		<b>Coordenadas UTM</b>	
	<b>17N</b>	X: 818873	Y: 10007259
	<b>Altitud</b>	2857msnm	
<b>(PRP3) Punto Descarga 1 Casa Judicatura</b>		<b>Coordenadas UTM</b>	
	<b>17N</b>	X: 8184813	Y: 10007008
	<b>Altitud</b>	2705 msnm	
<b>(PRP4) Punto Descarga 2 Floricampo</b>		<b>Coordenadas UTM</b>	
	<b>17N</b>	X: 818008	Y: 10007259
	<b>Altitud</b>	2772 msnm	
<b>(PRP5) Punto Descarga 3 Tanque Oxidación</b>		<b>Coordenadas UTM</b>	
	<b>17N</b>	X: 817726	Y: 10007594
	<b>Altitud</b>	2811 msnm	

Datum: Sam 84, zona 17 SUR Datos tomados con GPS Garmin.

**Fuente:** Trabajo de campo, 2013

En la Figura 3.6. Se observa la ubicación geo referenciada de los sitios de muestreo en el mapa de la microcuenca del río Puluví.



**Figura 3. 6 Ubicación de sitios de muestreos**  
Elaboración: El autor

### 3.3.2.2. Medición de caudal y frecuencia de muestreo

La medición de caudal de descargas y la frecuencia de muestreo fue establecida como un plan para evaluar la calidad de las descargas vertidas al río. La verificación de los caudales se realizó durante una semana, para conocer la hora y la mayor afluencia descarga. En el Cuadro 3.3, se detalla la fecha y hora de muestreo en los puntos seleccionados.

**Cuadro 3. 3 Fechas y horas de muestreo de las descargas**

Código	Punto de Muestreo	MESES 2013				
		03 SEP	10SEP	17SEP	11NOV	17NOV
<b>PRP1</b>	Punto de Inicio Santo Domingo 2	7:00h	7:00h	7:00h	7:00h	7:00h
<b>PRP2</b>	Punto Unión Quebrada Paquistancia	7:10h	7:10h	7:10h	7:10h	7:10h
<b>PRP3</b>	Casa Judicatura	7:20h	7:20h	7:20h	7:20h	7:20h
<b>PRP4</b>	Floricampo	7:35h	7:35h	7:35h	7:35h	7:35h
<b>PRP5</b>	Tanque Oxidación Ayora	7:50h	7:50h	7:50h	7:50h	7:50h

**Fuente:** Trabajo de campo, 2013  
Elaboración: El autor

Los caudales de las descargas de aguas residuales directas, se obtuvieron antes que el agua residual sea evacuada al río, por seguridad y facilidad para el muestreador (Figura 3.7). INIA, 2010. Refiere que la medición de caudales con el método volumétrico, que consiste en utilizar, un recipiente de 12 litros, tomando el tiempo de llenado con un cronómetro, para posteriormente promediar los resultados y obtener el caudal Q (l/s), aplicando la relación de la Figura de la fórmula 1.

$$Q = V/T$$

(Figura de fórmula 1)

**Q**= Caudal

**V**= Volumen (l)

**T**= Tiempo (s)



**Figura 3. 7 Medición de caudal de las descargas**

Elaboración: El autor

### **3.3.2.3. Tipo de muestra y condiciones de muestreo.**

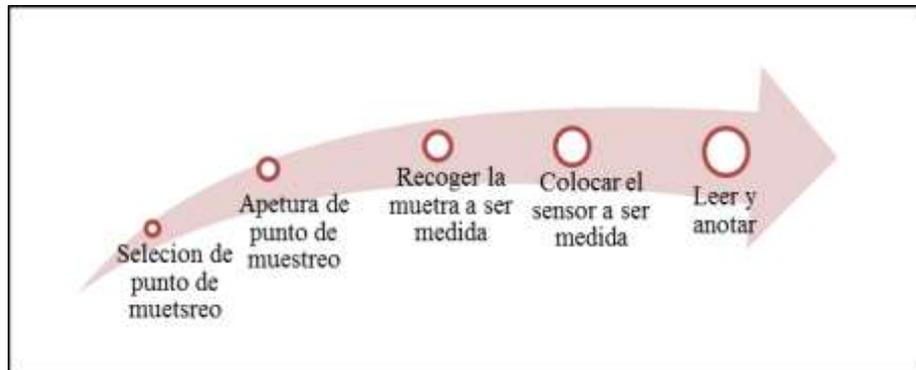
El tipo de muestra seleccionada es una muestra simple durante todo el proceso de la investigación, ya que el objetivo es la calidad del agua que son vertidas al río Puluví CONAGUA (2010), por lo que en los cinco sitios de muestreo no hubo dificultades en la recolección directamente, en el recipiente de 100 ml con cierre hermético (Figura 3.8).



**Figura 3. 8 Toma de muestra en los puntos de muestreo**

Elaboración: El autor

Para una correcta toma de muestras se basó en la siguiente secuencia de trabajo para medición de parámetros *in-situ* (Figura 3.9).



**Figura 3. 9** Secuencia de trabajo toma de muestras, medición de parámetros *in-situ*

Elaboración: El autor

CONAGUA (2010), menciona que inmediatamente después de la toma de muestras se proceda a su identificación con un código en el recipiente y en la libreta de campo de acuerdo a la secuencia de trabajo para la respectiva toma de muestra (Figura 3.9). Donde se registró los datos de parámetros *in-situ*: pH, temperatura, conductividad eléctrica, y condiciones la fecha y hora tomados con los equipos de la Dirección de Ambiente del GAD Cayambe, debidamente calibrados por el laboratorio de la PUCE-SI (Figura 3.10).



**Figura 3. 10** Toma y registro de datos *in-situ*

Elaboración: El autor

### 3.3.2.4 Manejo, preservación y transporte de las muestras

Para el manejo de las muestras se tomó en el modelo de preservación, referidas por (Standard Methods, 1995), donde describen su análisis, como las condiciones de almacenamiento para ser transportados, en el Cuadro 3.4, se describe el modelo de preservación de las muestras para evitar cambiar las condiciones de las muestras recolectadas.

**Cuadro 3. 4 Modelo de preservación de muestras**

Parámetro envase	Parámetro envase	Tamaño mínimo ml	Muestra	Preservación	Tiempo máximo de Conservación Recomendado/regulado
pH	P.V	50	P	No requerido	Análisis inmediato
Temperatura	P.V	50	P	No requerido	Análisis inmediato
Conductividad	P.V	100	p, c	No requerido	Análisis inmediato
DBO	V	300	p, c	Refrigerar	4 horas *
DQO	P.V	100	p, c	Refrigerar H2SO4 pH<2	7 horas*
Fosforo total	V	100	p, c	Refrigerar	48 horas*
Nitritos	P.V	100	P, c	Refrigerar	24 horas*
Nitratos	P,V	100	P, c	Refrigerar	24 horas*
Sólidos sedimentables	P	1000	p, c	Refrigerar	7 días*

**Fuente:** (Standard Methods, 1995)

\* Almacenamiento en el laboratorio antes de su análisis.

**P**= envase de plástico

**V**= envase de vidrio

**p**= puntual

**c**= compuesto

El transporte de muestra se lo realizó en envases cerrados herméticamente resguardados de la luz y evitando que la muestra se caliente. Lo adecuado para el transporte de muestras es transportarlo en un medio de refrigeración adecuado (heladera) que permita conservar a 4°C las muestras, (CONAGUA, 2010). Estas son trasladadas al laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra para los respectivos análisis ver (Figura 3.11).



**Figura 3. 11 Transporte de muestras recolectadas**  
Elaboración: El autor

La cadena de custodia es un documento para cualquier tipo de análisis (Anexo 2: Formato1) donde se registra toda la información relevante para asegurar la integridad de la muestra, desde la recolección hasta el reporte de resultados por parte del laboratorio (Figura 3.12).



**Figura 3. 12 Llenado del documento de cadena de custodia**  
Elaboración: El autor

### 3.3.2.5. Parámetros en analizarse

Las respectivas muestras a ser analizadas se enviaron al laboratorio de la Pontificia Universidad Católica Sede-Ibarra quienes han utilizado, los respectivos equipos los métodos de análisis para diferentes parámetros como indica en los respectivos informes (anexos tabla de resultados de los análisis) el cual se describen en el Cuadro 3.5.

**Cuadro 3. 5 Parámetros, unidades y métodos de análisis**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Equipo</b>
pH	pH	Potenciómetro
Temperatura	°C	Tensiómetro
Conductividad	uS/cm.	Conductimétrico
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días	mg/l	Incubadora DBO
Demanda Química Oxígeno	mg/l	
Fósforo	mg/l	Fotométrico
Nitratos	mg/l	Fotométrico
Nitritos	mg/l	Fotométrico
Amoniaco	mg/l	Fotométrico
Sólidos Sedimentables 1hora	cm <sup>3</sup> /l	Gravimétrico
E. Coli.	ufc/100 ml	
Coliformes Totales	ufc/100 ml	
Sólidos Suspendidos	mg/l	Gravimétrico

**Fuente:** (Standard Methods, 1995)- Laboratorio PUCESI, 2013.

Para la medición de parámetros *in-situ* de la temperatura, pH, conductividad, también se utilizaron los equipos de la Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Cayambe, debidamente calibradas por el personal del laboratorio de la Universidad Católica Sede-Ibarra, para obtener datos similares con el laboratorio. Los parámetros se siguen de acuerdo a las características del agua residual domésticas los que una vez medidos se compararon con los límites permisibles del libro VI anexo1, TULASMA; y la composición típica de las aguas residuales tabla de Gutiérrez en el Cuadro 3.6 se describe los límites máximos permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce.

**Cuadro 3. 6 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad mg/l</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.Q.O <sub>5</sub>	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	250
Fósforo total	P	mg/l	10
Materia flotante	Visible		Ausencia
Nitratos + Nitritos	Expresado (N)	mg/l	10,0
Potencial de hidrogeno	pH		5-9
Sólidos sedimentables		mg/l	1,0
Sólidos suspendidos totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1600
Coliformes fecales	Nmp/100 ml		Remoción > al 99,9 %
Color real	color real	Unidades de color	* Inapreciable en dilución:1/20
Temperatura	°C		< 35°

**Fuente:** Libro TULASMA VI Anexos 1. Tabla 12 Recurso Agua.

PROARCA, (2004) refiere que los parámetros del análisis de agua, se determinan en función de la características del agua residual, tomando en cuenta los sitios de descargas. .

**Temperatura.-** La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, en el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

**Conductividad.-** La conductividad es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica y la medición de las sales.

**Potencial de hidrógeno (pH).-** La medición del pH es una de las actividades más importantes y de mayor frecuencia en las pruebas químicas del agua para conocer el estado físico-químico del agua.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>).**- La DBO es el método usado con mayor frecuencia en el campo de tratamiento de las aguas residuales. Si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho orgánico continuará hasta

que el desecho se haya consumido, donde el período de incubación estándar es de 5 días a 20°C.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO).**- El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales industriales y municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica.

**Fósforo total.**- El fósforo es un elemento esencial para el crecimiento biológico. En el agua residual el fósforo se encuentra como orto fosfatos solubles, poli fosfatos inorgánicos y fosfatos orgánicos. El orto fosfato es la forma más fácilmente asimilable por los microorganismos.

**Nitratos + Nitritos.**- Los elementos nitrógeno y fósforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bio estimuladores. Trazas de otros elementos, tales como el hierro, necesarias para el crecimiento biológico.

**Sólidos sedimentables.**- La medición de sólidos sedimentables se definen como aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 min, constituye una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual.

**Sólidos suspendidos totales.**- Los sólidos suspendidos totales o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103° C-105°C hasta peso constante.

**Coliformes fecales.**- Las bacterias coniformes incluyen los géneros *Escherichia* y *Aerobacter*. *Escherichia coli* bacterias que habitualmente se encuentran en el intestino del ser humano y de otros animales de sangre caliente. Por lo que, es muy seguro la presencia de estas bacterias en las aguas residuales domesticas (OMS, 2014).

### 3.3.3. Zonificación altitudinal

Para la zonificación de la microcuenca se utilizó el Software Arc Gis 10.2 (Figura 3.13). Donde se empleó la información temática correspondiente a la microcuenca: la división de cotas, el límite microcuenca en formato vectorial; empleando la herramienta unión del Arc Toolbox de Arc Gis 10.2, para posteriormente dividir en tres áreas y obtener un resultado de forma vectorial correspondiente a la zonificación de la microcuenca, tomando en cuenta que el objetivo, del presente estudio es identificar las diferentes fuentes de contaminación que existan dentro de la microcuenca del río Puluví, mismas que son causadas por las diferentes actividades de las comunidades, barrios y distintos sectores de la parroquia San José de Ayora.



**Figura 3. 13 Elaboración de los mapas en Arc Gis**  
Elaboración: El autor

### 3.4. Metodología para la elaboración de la propuesta

La metodología para la elaboración de la propuesta con los distintos actores es el aspecto participativo donde se considera lo siguiente.

### **3.4.1. Convocatoria al taller participativo**

Para ello se convocó a una reunión a todos los representantes de las comunidades de la parroquia de Ayora, representantes de la Junta Administradora de Agua Potable de Ayora, representantes de la Federación de Organizaciones Populares de Ayora, Cayambe (UNOPAC), miembros de la Junta parroquial San José de Ayora con el respectivo registro de asistencia (Figura 3.14).



**Figura 3. 14 Registro de asistencia de los participantes**  
Elaboración: EL autor

### **3.4.2. Diagnóstico comunitario participativo (DCP)**

El (DCP) permite a las comunidades inmersas de la microcuenca analizar participativamente sus actividades, sus problemas y necesidades insatisfechas. Por lo que, se realizó el Diagnóstico comunitario participativo con los distintos actores claves como: representantes de la Junta de Agua Potable de Ayora, Presidentes de las Comunidades, representantes del Gobierno Parroquial San José de Ayora, entre otros participantes de barrios y comunidades como se puede observar en la Figura 3.15.



**Figura 3. 15 Diagnóstico Comunitario Participativo (DCP) con los dirigentes, miembros de la junta parroquial, JAAP Ayora, UNOPAC**

Elaboración: El autor

### **3.4.3. Elaboración de la propuesta**

La presente propuesta se desarrolló con un enfoque social participativo, con los vocales del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San José de Ayora, representantes de la Junta de Agua Potable Ayora, UNOPAC, y varios representantes de las comunidades y barrios inmersos a la microcuenca del río Puluví, teniendo en cuenta la participación y las opiniones de los involucrados para identificar los programas y actividades, relevantes en la propuesta para recuperación del río Puluví. La propuesta encamina a la planificación de programas y proyectos que permitan la recuperación de la calidad del río, tomando en cuenta los resultados del estudio en los sitios de mayor contaminación. A partir del cual se precedió la aprobación de la propuesta con el mayor número posible de involucrados o beneficiarios (Figura 3.16).



**Figura 3. 16 Participantes en la elaboración de la propuesta (DCP)**  
Elaboración: El autor

### **3.4.5. Difusión participativa de la propuesta**

Mediante charlas se procedió a difundir los avances del trabajo de campo, a la población, como a estudiantes del Colegio Nelson Torres del cantón Cayambe participantes de la Brigada Ambiental (Figura 3.17), ya que el objetivo de la investigación es la elaboración de la propuesta, para la concientización y manejo de los recursos naturales y así contribuir a la recuperación del río Puluví.



**Figura 3. 17 Socialización de la propuesta con estudiantes del colegio Nelson Torres**  
Elaboración: El autor

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los datos de la información básica de la zona de estudio, se determinan a continuación.

#### **4.1. Análisis del estado físico-químicos y biológicos de la calidad del agua del río Puluví**

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos en el presente estudio comprendida en la caracterización del estado físico-químico y biológico de las aguas residuales con la respectiva comparación de los resultados de cada uno de los parámetros; con los límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua del libro VI anexo 1 del TULASMA, y la tabla Gutiérrez composición típica de las aguas residuales domésticas, donde se analiza el respectivo rango de concentración.

Luego de los análisis de los parámetros se analiza la importancia del parámetro y su posible selección como un indicador, en el proyecto de control y monitoreo de las descargas de agua residuales, propuesto dentro de la propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví.

### 4.1.1. Temperatura

Los valores de temperatura en los respectivos puntos de muestreos, no tienen variaciones extremas de acuerdo al TULASMA, ya que los valores de temperatura en cada uno de los puntos de muestreo van de 17,2 °C -17,62 °C como también se describe en el Cuadro 4.1.

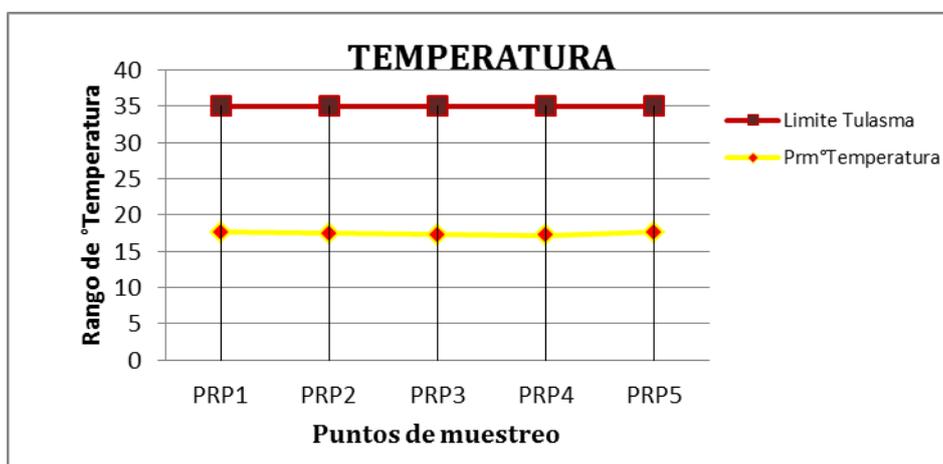
**Cuadro 4. 1 Control de límites temperaturas**

Código	Sitio de Muestreo	T° Promedio (°C )	LÍMITE DE TULASMA (°C)
PRP 1	Santo Domingo1	17,62	< 35
PRP 2	Unión Paquistancia	17,42	< 35
PRP 3	Casa Judicatura	17,24	< 35
PRP 4	Floricampo	17,2	< 35
PRP 5	Tanque Oxidación	17,62	< 35

**Fuente:** Resultado del análisis del laboratorio PUCESI, 2013

Elaboración: El autor

La poca variación de temperatura, esto debido a la estabilidad térmica en toda la microcuenca y además no se identificó descargas que afecten la temperatura, por lo que, se determina que este parámetro no es seleccionado como un indicador de contaminación (Figura 4.1).



**Figura 4. 1 Control de límites de temperatura**

Elaboración: El autor

#### 4.1.2. Potencial de hidrógeno (pH)

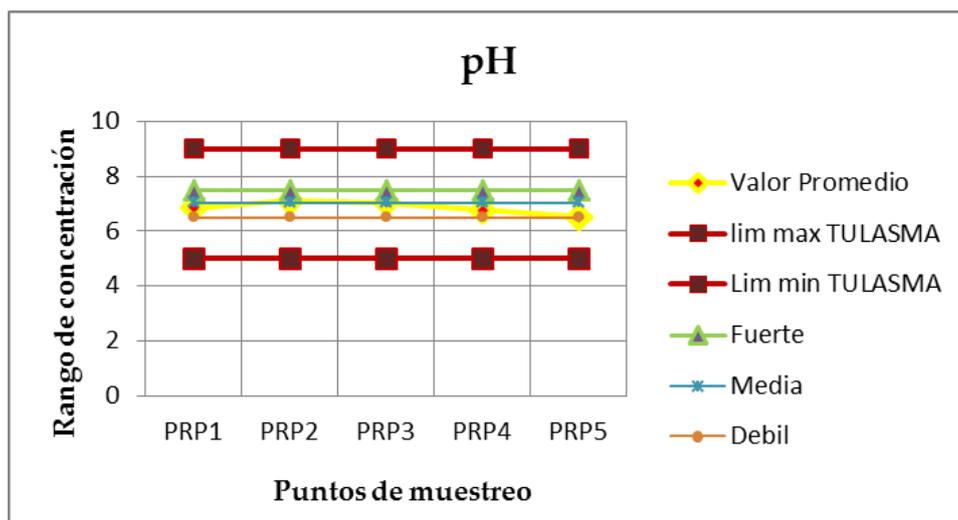
Los valores promediales van de 6,84 a 7,22 en los cinco sitios de muestreos, con respecto a potencial de hidrogeno se encuentran dentro de los límites permisibles del TULASMA como la composición típica de las agua residuales según Gutiérrez.

**Cuadro 4. 2 Control y concentración del límite del pH**

Código	Sitio de Muestreo	pH Promedio	Límite del TULASMA	Rango de Concentración tabla de Gutiérrez		
				Fuerte	Media	Débil
PRP 1	Santo Domingo1	6,84	5 a 9	7.5	7	6.5
PRP 2	Unión Paquistancia	7,11	5 a 9	7.5	7	6.5
PRP 3	Casa Judicatura	7,22	5 a 9	7.5	7	6.5
PRP 4	Floricampo	7,22	5 a 9	7.5	7	6.5
PRP 5	Tanque Oxidación	6,96	5 a 9	7.5	7	6.5

Fuente: Resultado del análisis del laboratorio PUCESI, 2013  
Elaboración: El autor

La concentración de pH en los puntos de muestreo tiende a estar dentro del límite permisible del TULASMA, y según la tabla de Gutiérrez la concentración esta entre ligeramente alcalina sobre 7.5 de pH y al estar bajo el pH 7, débil o ligeramente ácido, como en el punto (PRP5) causada por la descarga de la planta de oxidación de la parroquia Ayora la concentración es ligeramente ácida (Figura 4.2).



**Figura 4. 2 Control de límites de pH**  
Elaboración: El autor

### 4.1.3. Conductividad

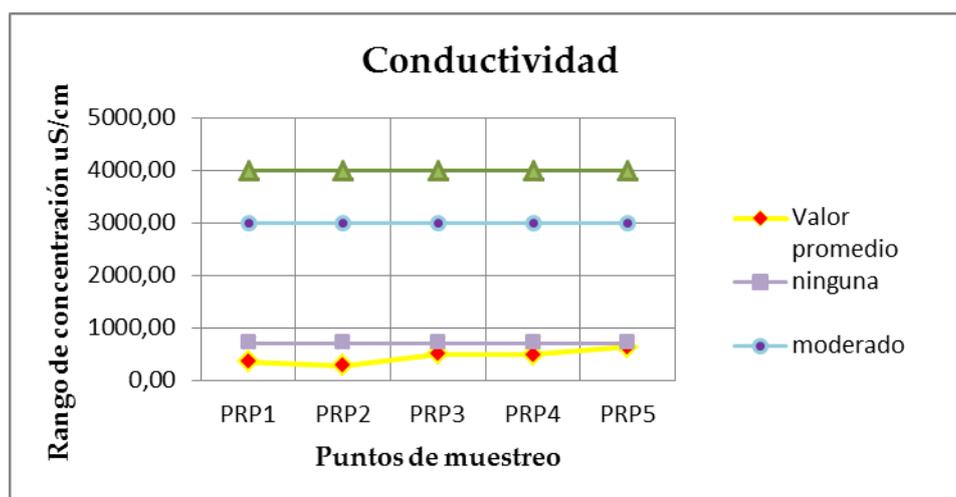
El parámetro no se encuentra considerado en el TULASMA, sin embargo la similitud con la medición de sales se considera un parámetro a ser medido dentro del proyecto de control y monitoreo de las aguas residuales, los valores obtenidos son comparados con los parámetros de calidad para el rehusó de las aguas en riego tabla CEDEX. Ver el Cuadro 4.3.

**Cuadro 4. 3 Valores de Conductividad**

Código	Sitio de Muestreo	Conducti vidad (uS/Cm)	Limite TULASMA	PARÁMETROS DE CALIDAD PARA EL USO EN RIEGO TABLA CEDEX		
				NINGUNA	MODERADO	SEVERO
PRP1	Santo Domingo1	349,4	NO EXISTE	700	3000	>3000
PRP2	Unión Paquistancia	276,8	NO EXISTE	700	3000	>3000
PRP3	Casa Judicatura	501,9	NO EXISTE	700	3000	>3000
PRP4	Floricampo	479,0	NO EXISTE	700	3000	>3000
PRP5	Tanque Oxidación	629,4	NO EXISTE	700	3000	>3000

**Fuente:** Resultados del análisis del laboratorio PUCESI, 2013  
Elaboración: El autor

Su comportamiento, con un ligero incremento en los punto de la descargas de aguas residuales (PRP3), (PRP4), (PRP5), y se encuentran en un rango de concentración ninguna, por lo que CEDEX, (2013) indica que podrían ser utilizados en riego, con las precauciones necesarias debido, que son aguas residuales.



**Figura 4. 3 Comportamiento de la conductividad**  
Elaboración: El autor

#### 4.1.4. Sólidos totales

Este parámetro tiene gran similitud con la conductividad, indica la cantidad de sales disueltas en el agua, por lo que, las aguas residuales contienen una gran cantidad sólidos totales por ser aguas en su mayoría de origen orgánico y la conductividad mide aquellas sales, por eso en la propuesta se tomó como referencia la conductividad, en el Cuadro 4.4 se describe la concentración de sólidos totales obtenidos.

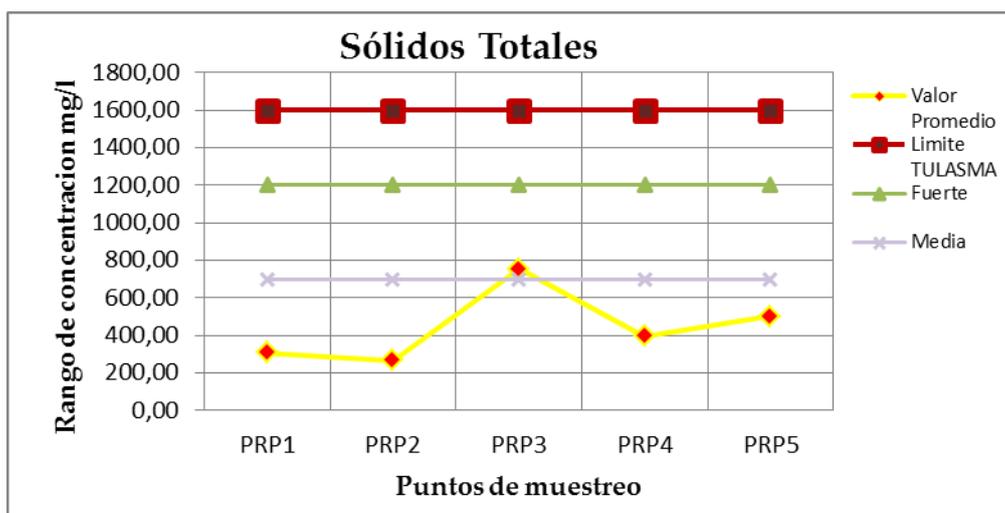
**Cuadro 4. 4 Control y concentración del límite de sólidos totales**

Código	Sitio de Muestreo	Sólidos Totales (mg/l)	Límite TULASMA (mg/l)	Rango de concentración tabla de Gutiérrez		
				Fuerte (mg/l)	Media (mg/l)	Débil (mg/l)
PRP 1	Santo Domingo1	308	1600	1200	700	350
PRP 2	Unión Paquistancia	265	1600	1200	700	350
PRP 3	Casa Judicatura	754	1600	1200	700	350
PRP 4	Floricampo	395	1600	1200	700	350
PRP 5	Tanque Oxidación	502	1600	1200	700	350

Fuente: Resultado del análisis del laboratorio PUCESI, 2013

Elaboración: El autor

La concentración de sólidos totales en los puntos de muestreo está por debajo del límite permisible del TULASMA, y según la tabla de Gutiérrez la concentración se encuentra en el rango débil y media, como en el punto (PRP3) causada por la descarga casa de la judicatura. (Figura 4.4).



**Figura 4. 4 Control de límites de sólidos totales**

Elaboración: El autor

#### 4.1.5. Sólidos fijos

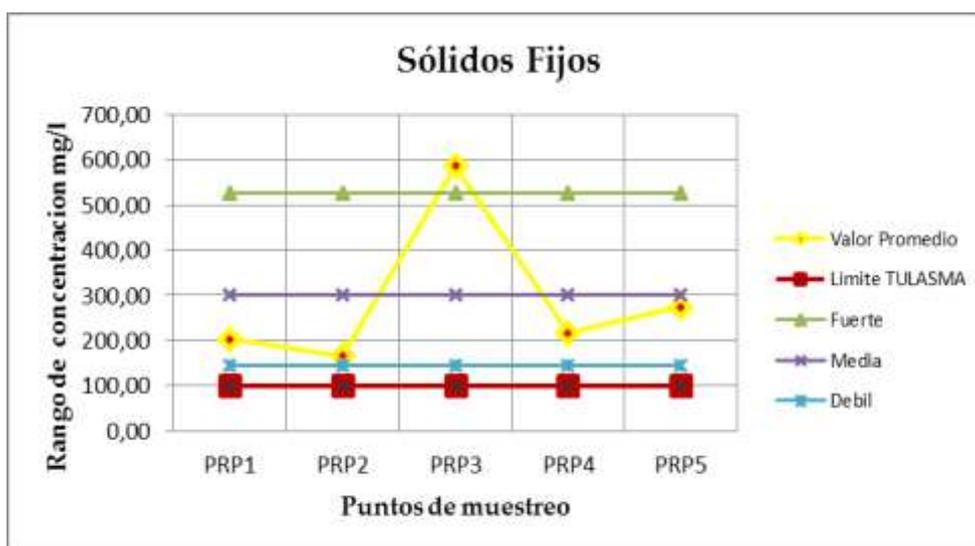
En el Cuadro 4.5 se observa sólidos fijos y son conocidos ya que permanecen en el agua después de una calcinación a 550 ° C, durante una hora. Los valores obtenidos en los puntos de muestreos van de 166 mg/l a 586 mg/l, donde sobre pasan los límites permisibles del TULASMA y de acuerdo a la concentración típica de la aguas residuales tabla de Gutiérrez se encuentra en un rango de concentración fuerte.

**Cuadro 4. 5 Control y concentración de sólidos fijos**

Código	Sitio de Muestreo	Sólidos Fijos (mg/l)	LÍMITE DE TULASMA (mg/l)	Rango de concentración Tabla de Gutiérrez		
				Fuerte (mg/l)	Media (mg/l)	Débil (mg/l)
PRP 1	Santo Domingo1	203,00	100	525	300	145
PRP 2	Unión Paquistancia	166,00	100	525	300	145
PRP 3	Casa Judicatura	586,00	100	525	300	145
PRP 4	Floricampo	217,00	100	525	300	145
PRP 5	Tanque Oxidación	274,00	100	525	300	145

**Fuente:** Resultado del análisis del laboratorio PUCESI, 2013  
Elaboración: El autor

La concentración de sólidos fijos tiene un incremento marcado en el punto (PRP3) descarga cerca a la casa de la Judicatura, debido a la descarga de aguas residual proveniente del sector la remonta como se observa en la Figura 4.5.



**Figura 4. 5 Control de límites de sólidos fijos**  
Elaboración: El autor

#### 4.1.6. Demanda química de oxígeno (DQO)

Demanda química de oxígeno indica la cantidad oxígeno que necesitan las bacterias para degradar la materia orgánica e inorgánica oxidables en las aguas residuales. En el Cuadro 4.6 se describe los valores promedios de la concentración de la DQO, obtenidas en los puntos de muestreos, durante el estudio.

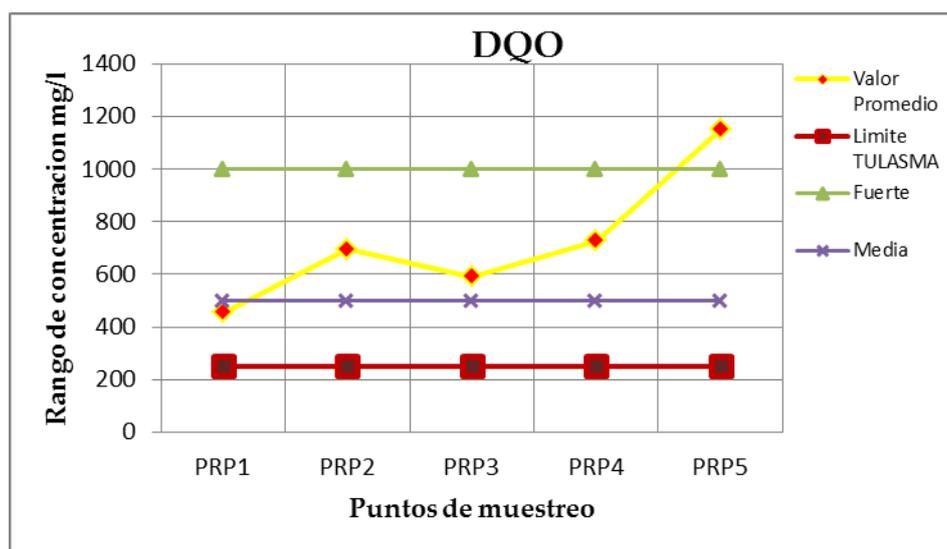
**Cuadro 4. 6 Control y concentración del límite de la DQO**

Código	Sitio de Muestreo	Promedio DQO (mg/l)	Límite de TULASMA (mg/l)	Rango de concentración tabla de Gutiérrez		
				Fuerte (mg/l)	Media (mg/l)	Débil (mg/l)
<b>PRP1</b>	Santo Domingo1	454,8	250	1000	500	250
<b>PRP 2</b>	Unión Paquistancia	694,4	250	1000	500	250
<b>PRP 3</b>	Casa Judicatura	590,2	250	1000	500	250
<b>PRP 4</b>	Floricampo	725,6	250	1000	500	250
<b>PRP 5</b>	Tanque Oxidación	1148,4	250	1000	500	250

Fuente: Resultado del análisis del laboratorio PUCESI, 2013

Elaboración: El autor

Los valores de la demanda química de oxígeno se encuentran sobre los límites permisibles del TULASMA, y de acuerdo a la concentración típica de la aguas residuales tabla de Gutiérrez, la concentración de DQO va de una concentración media a una concentración fuerte, teniendo un incremento marcado en el punto (PRP5), esto debido a que se encuentra la descarga de la planta de oxidación de la parroquia Ayora (Figura 4.6).



**Figura 4. 6 Control de límites de la demanda química de oxígeno**

Elaboración: El autor

#### 4.1.7. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

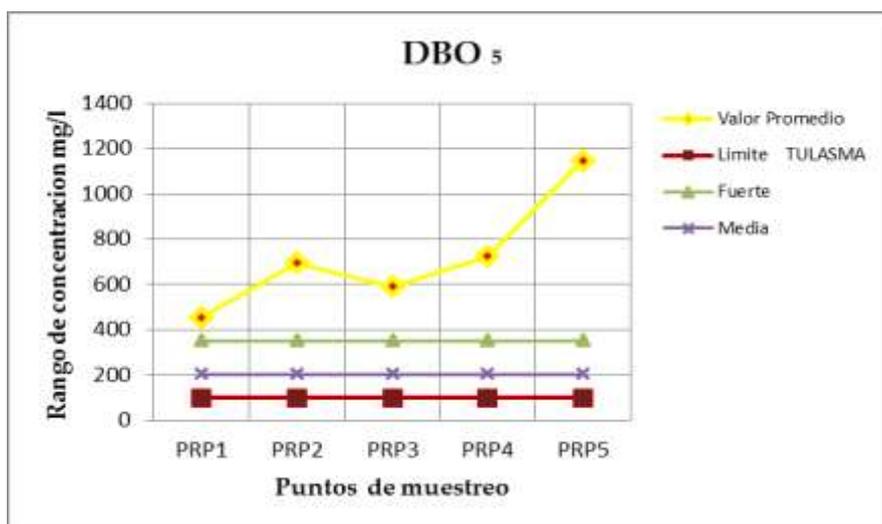
La demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), mide la cantidad de oxígeno consumido en la degradación bioquímica de la materia orgánica, mediante procesos biológicos aerobios, además es un parámetro orientador para el funcionamiento de las plantas de tratamiento, en el Cuadro 4.7, se describe los valores obtenidos en el estudio.

**Cuadro 4. 7 Control y concentración del límite de la DBO<sub>5</sub>**

Código	Sitio de Muestreo	Promedio DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Límite de TULASMA (mg/l)	Rango de concentración tabla de Gutiérrez		
				Fuerte (mg/l)	Media (mg/l)	Débil (mg/l)
PRP 1	Santo Domingo1	454,8	250	1000	500	250
PRP 2	Unión Paquistancia	694,4	250	1000	500	250
PRP 3	Casa Judicatura	590,2	250	1000	500	250
PRP 4	Floricampo	725,6	250	1000	500	250
PRP 5	Tanque Oxidación	1148,4	250	1000	500	250

Fuente: Resultado del análisis del laboratorio PUCESI, 2013  
Elaboración: El autor

Los valores (DBO) demanda bioquímica de oxígeno se encuentran sobre los límites permisibles del TULASMA, y de acuerdo a la concentración típica de aguas residuales tabla de Gutiérrez, los valores de DBO se encuentran en una concentración alta, donde coinciden los valores altos de DQO en el punto (PRP5) producido por la descarga planta de oxidación de la parroquia Ayora (Figura 4.7).



**Figura 4. 7 Control de límites de la demanda bioquímica de oxígeno**  
Elaboración: El autor

#### 4.1.8. Fosfatos

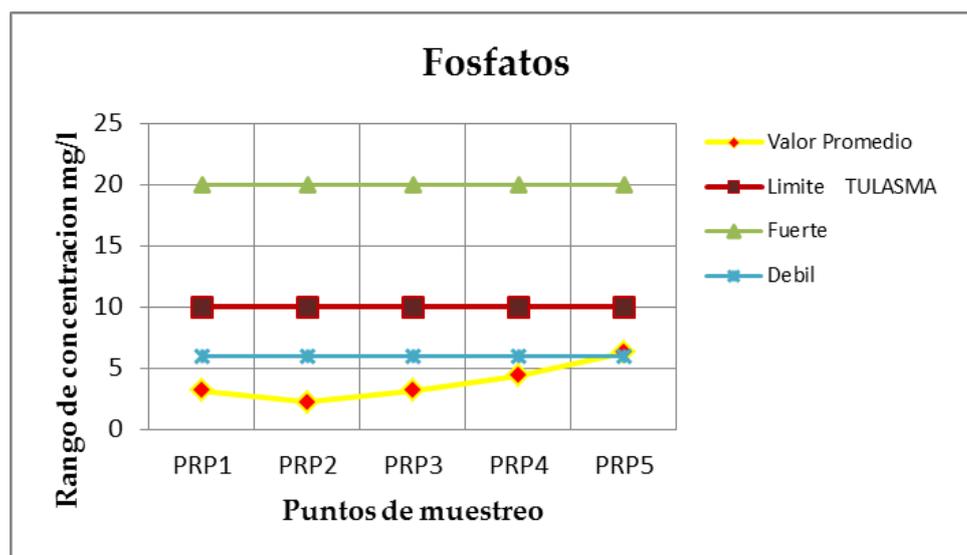
El fósforo en las aguas residuales se encuentra casi exclusivamente en forma de fosfatos, por ser un componente principal de muchos preparados comerciales utilizados para la limpieza. Los valores promedios obtenidos en los puntos de muestreo se describen en el Cuadro 4.8.

**Cuadro 4. 8 Control y concentración del límite de fosfatos**

Código	Sitio de Muestreo	Promedio Fosfatos (mg/l)	Límite de TULASMA (mg/l)	Rango de concentración tabla de Gutiérrez		
				Fuerte (mg/l)	Media (mg/l)	Débil (mg/l)
PRP 1	Santo Domingo1	3,16	10	20	10	6
PRP 2	Unión Paquistancia	2,22	10	20	10	6
PRP 3	Casa Judicatura	3,16	10	20	10	6
PRP 4	Floricampo	4,4	10	20	10	6
PRP 5	Tanque Oxidación	6,3	10	20	10	6

Fuente: Resultados del análisis del laboratorio PUCESI, 2013  
Elaboración: El autor

Los valores obtenidos en los sitios de muestreo se encuentran por debajo del límite permisible del TULASMA, y de acuerdo a la concentración típica de la aguas residuales tabla de Gutiérrez, se encuentra en una concentración débil, con un ligero incremento en el (PRP5) debido a la presencia de la descarga de aguas residuales de la planta de oxidación de la parroquia Ayora (Figura 4.8).



**Figura 4. 8 Control de los límites de fosfatos**  
Elaboración: El autor

#### 4.1.9. Nitritos y nitratos

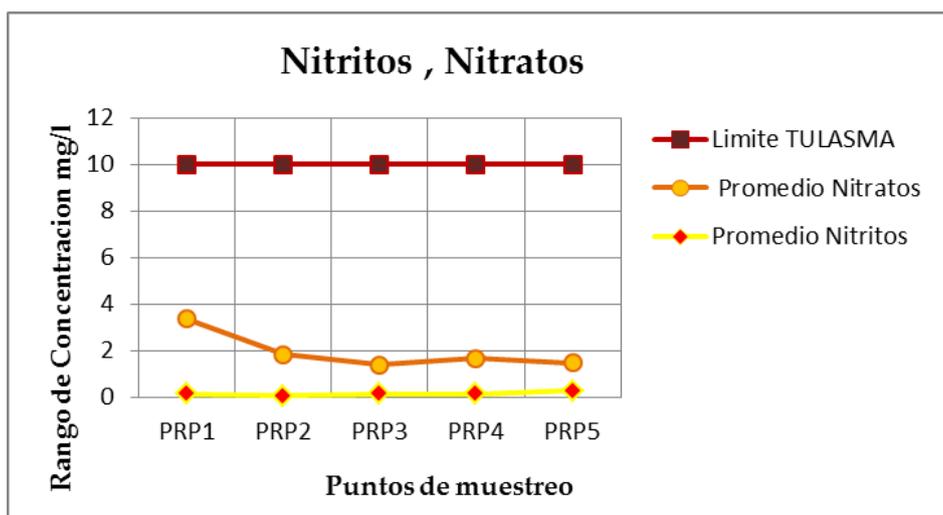
Los nitritos y nitratos se encuentran presentes en las aguas residuales exclusivamente, en la contaminación reciente al encontrarse por oxidación bacteriana de las materias orgánicas eliminadas por animales, la concentración tiende a aumentar como consecuencia de las descargas de aguas residuales domesticas como se observa en el Cuadro 4.9

**Cuadro 4. 9 Control de los límites de nitritos y nitratos**

Código	Sitio de Muestreo	Promedio Nitritos (ppm)	Promedio Nitratos (ppm)	Límite de TULASMA (mg/l)
PRP 1	Santo Domingo1	0,14	3,34	10
PRP 2	Unión Paquistancia	0,05	1,82	10
PRP 3	Casa Judicatura	0,12	1,38	10
PRP 4	Floricampo	0,13	1,66	10
PRP 5	Tanque Oxidación	0,26	1,46	10

**Fuente:** Resultado del análisis del laboratorio PUCESI, 2013  
Elaboración: El autor

Los valores de nitratos y nitritos de acuerdo a los análisis realizados se encuentran por debajo límites permisibles del TULASMA, en todos los puntos de muestreo, que por oxidación se trasforman en amoniaco, esto explica su bajo contenido en las aguas residuales y no exista una variación marcada (Figura 4.9).



**Figura 4. 9 Control de límites de nitritos, nitratos**  
Elaboración: El autor

#### 4.1.10 Amonio

Las aguas superficiales no deben contener normalmente amoniaco, sin embargo las descargas de aguas domésticas generalmente, siempre contienen amoniaco. Lo que, explica el contenido nitritos y nitratos en las descargas de aguas de acuerdo al proceso de oxidación se trasforman en amoniaco, como se muestra en el Cuadro 4.10.

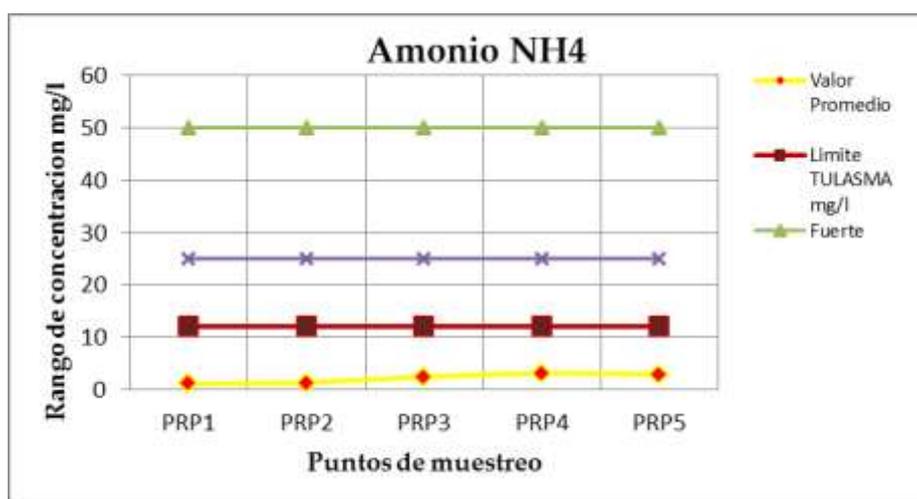
**Cuadro 4. 10 Control de los límites de amoniaco**

Código	Sitio de Muestreo	Promedio Amonio (mg/l)	Límite de TULASMA (mg/l)	Rango de concentración tabla de Gutiérrez		
				Fuerte (mg/l)	Media (mg/l)	Débil (mg/l)
PRP 1	Santo Domingo1	1,03	12	50	25	12
PRP 2	Unión Paquistancia	1,16	12	50	25	12
PRP 3	Casa Judicatura	2,37	12	50	25	12
PRP 4	Floricampo	3,06	12	50	25	12
PRP 5	Tanque Oxidación	2,79	12	50	25	12

**Fuente:** Resultado del análisis del laboratorio PUCESI, 2013

Elaboración: El autor

Los valores obtenidos de amonio se encuentran por debajo del límite del TULASMA y de acuerdo a la concentración típica de la aguas residuales tabla de Gutiérrez, su concentración es débil sin embargo se evidencia un ligero incremento en los tres puntos de muestreo (PRP3), (PRP4), (PRP5) producto de las directas aguas residuales como se observa en la Figura 4.11.



**Figura 4. 10 Control y concentración de los límites de amoniaco**

Elaboración: El autor

#### 4.1.11. Coliformes fecales y E-coli

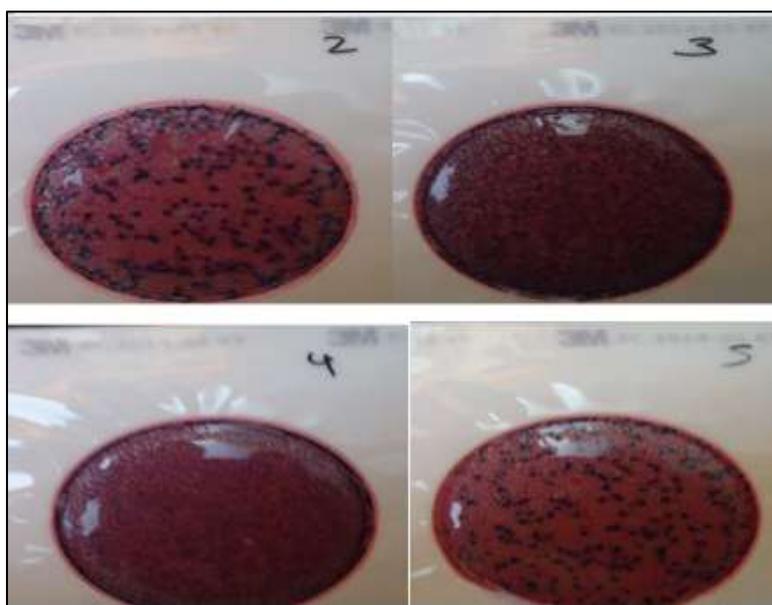
Los coliformes fecales se los considera como indicadores de contaminación de fecales, ya que, los coliformes son más resistentes, por su origen principalmente fecal. En las aguas residuales domésticas es lógico encontrar cantidades excesivamente altas, y de acuerdo a los resultados del laboratorio de la PUCESI, 2013 lo describen como muy numerosas para contar (Mnpc) en el Cuadro 4.11.

**Cuadro 4. 11 Control de los límites de coliformes totales y E- coli**

<b>Código</b>	<b>Sitio de Muestreo</b>	<b>Promedio coliformes totales</b>	<b>Promedio E- coli</b>	<b>Límite de TULASMA</b>
<b>PPR 1</b>	Santo Domingo1	Mnpc	7,80	Remoción > al 99,9 %
<b>PPR 2</b>	Unión Paquistancia	Mnpc	Mnpc	Remoción > al 99,9 %
<b>PPR 3</b>	Casa Judicatura	Mnpc	Mnpc	Remoción > al 99,9 %
<b>PPR 4</b>	Floricampo	Mnpc	Mnpc	Remoción > al 99,9 %
<b>PPR 5</b>	Tanque Oxidación	Mnpc	Mnpc	Remoción > al 99,9 %

**Fuente:** Resultados del análisis del laboratorio PUCESI, 2013, TULASMA  
Elaboración: El autor

La presencia de Coliformes totales y E-coli, se encuentra por encima de los límites permisibles del TULASMA, debido a la presencia de descargas de lavado de corrales de porcinos en el punto de unión Paquistancia (PPR2), y las siguientes descargas de aguas residuales domésticas; casa de la judicatura (PRP3), descarga de aguas residuales domesticas Floricampo (PRP4), descarga de planta de oxidación de la parroquia Ayora mismas que se encuentran sin tratamiento (Figura 4.11).



**Figura 4. 11 Presencia de coliformes fecales**  
**Fuente:** Resultados del análisis del laboratorio PUCESI, 2013

#### 4.1.12. Medición de caudales de las aguas residuales

Debido a la actividad de la población que empieza a partir de las 6:00 am. Los caudales de las descargas se obtuvieron entre las 7:00 am a 8 am, lo que permitió determinar la importancia en el horario de mayor afluencia de descarga para la toma de muestras, esto de acuerdo a la verificación respectiva durante una semana como se describe en el Cuadro 4.12.

**Cuadro 4. 12 Control y verificación de caudales**

Sitio de Muestreo	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Suma	Promedio
		l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
<b>(PRP3) CASA DE LA JUDICATURA</b>	<b>7h</b>	2,71	2,77	<b>2,91</b>	<b>2,81</b>	2,45	13,65	<b>2,73</b>
	8h	2,21	2,17	2,12	2,06	2,05	10,61	2,12
	9h	2,01	2,06	1,98	2,35	2,45	10,85	2,17
	10h	1,86	1,93	2,05	1,75	1,89	9,48	1,90
	11h	2,04	2,07	2,38	2,21	2,33	11,03	2,21
	12 h	1,85	1,88	1,67	1,86	1,59	8,85	1,77
	13h	1,89	1,97	1,87	1,95	1,67	9,35	1,87

**Fuente:** Trabajo de campo, 2013  
 Elaboración: El autor

Los caudales obtenidos en cada una de las descargas de aguas residuales domésticas vertidas hacia el río Puluví, permite conocer el caudal aproximado de las descargas que son evacuadas a este cuerpo de agua, o tiene mayor afectación en cuanto a la cantidad de la descarga de agua residual hacia el río Puluví como se describe en el Cuadro 4.13.

**Cuadro 4. 13 Caudales de las descargas**

<b>Código</b>	<b>Sitio de Muestreo</b>	<b>Promedio caudales</b>
<b>PRP3</b>	Casa Judicatura	2,73 l/s
<b>PRP4</b>	Floricampo	4,7 6 l/s
<b>PRP5</b>	Tanque Oxidación	8,35 l/s

**Fuente:** Trabajo de campo, 2013

Elaboración: El autor

#### **4.2. Zonificación y análisis de las actividades antrópicas dentro de la microcuenca**

En la caracterización e identificación de actividades antrópicas dentro de la microcuenca se identificó las siguientes actividades como; la ganadería, la agricultura, la actividad florícola, y las descargas de aguas residuales generadas por el área urbana de la parroquia San José de Ayora, identificado a partir de la zonificación de la microcuenca donde se tiene como resultado la división en zona alta, zona media, zona baja de acuerdo a los rangos de altitud (Figura 4.12). Mismas que fueron comprobadas durante el recorrido a partir de la zona alta hacia la zona baja; donde la actividad principal en la zona alta es la ganadería conjuntamente con el avance de la frontera agrícola y que están afectando el páramo de esta microcuenca como se describirán a continuación.

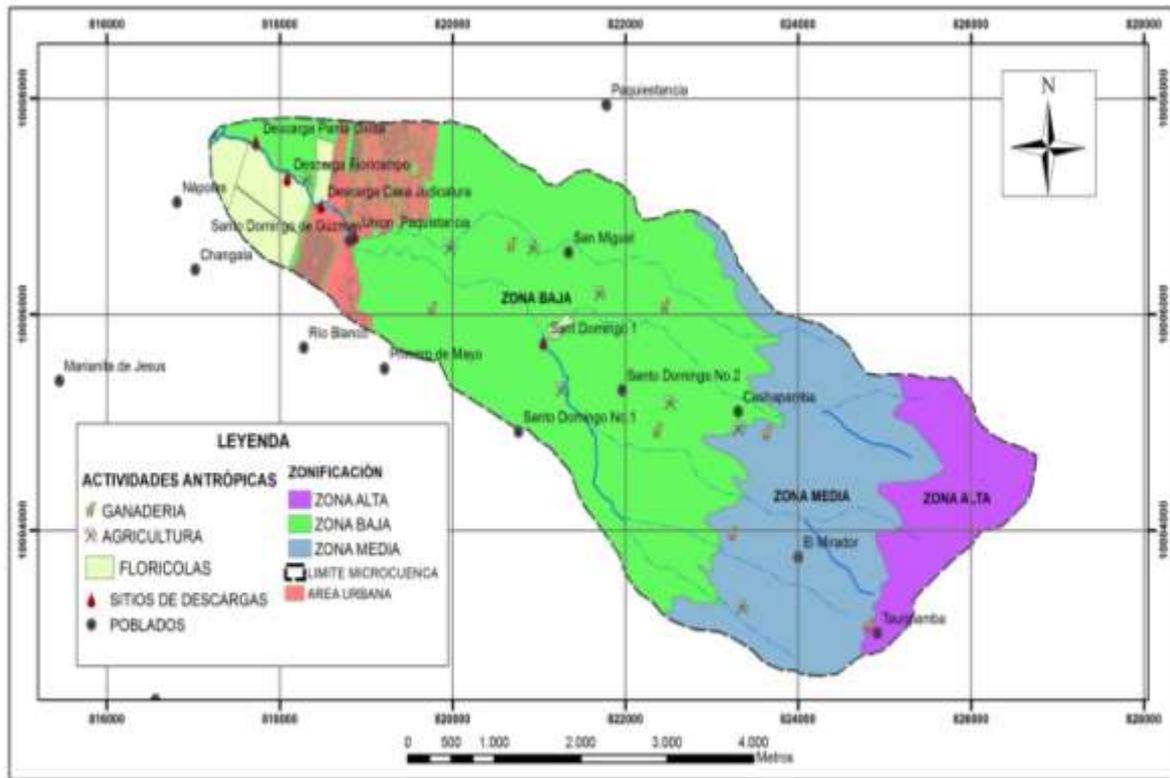


Figura 4. 12 Zonificación de la microcuenca del río Puluví  
Elaboración: El autor

#### 4.2.1. Zona alta de la microcuenca

En la zonificación de la microcuenca se pudo determinar, que la parte alta de la microcuenca está comprendida con una extensión de 2,2 km<sup>2</sup> entre páramo, y con ello la característica principal, su cercanía con el Parque Nacional Cayambe- Coca (Figura 4.13).



Figura 4. 13 Zona alta de la microcuenca  
Elaboración: El autor

#### 4.2.2. Zona media de la microcuenca

La zona media de acuerdo a la zonificación de la microcuenca tiene una extensión 5,88 km<sup>2</sup>, donde se encuentran asentadas las Comunidades Cashapamba, Santo Domingo 2, donde las actividades predominantes son; la agricultura a menor escala y la actividad ganadera, principalmente para la producción de leche, como la actividad principal en el ingreso económico para los habitantes de estos sectores (Figura 4.14).



**Figura 4. 14 Actividad ganadera en el sector de Cashapamba**

Elaboración: El autor

#### 4.2.3 Zona baja de la microcuenca

Las actividades a las que se dedican los pobladores de las diferentes comunidades, de la Parroquia San José de Ayora durante el taller participativo permitieron tener una idea más clara, sobre las zonas con mayor influencia en la contaminación del río Puluví. Que gradualmente las actividades humanas aumenta hacia la zona baja como la presencia de pequeños invernaderos de flores, que en la actualidad esta actividad se va incrementando por las comunidades de Santo Domingo 1 y 2, Santo Domingo de Guzmán (Figura 4.15).



**Figura 4. 15 Actividad florícola en las comunidades Santo Domingo 1 y 2**  
Elaboración: El autor

La actividad Florícola, Agrícola, Ganadera que realizan los habitantes en la microcuenca, tienen una afectación ambiental, en las distintas zonas de acuerdo al diagnóstico participativo y la zonificación durante el estudio, en el Cuadro 4.14, se describe la contaminación del río y la microcuenca, producidas por las actividades antrópicas en las distintas zonas .

**Cuadro 4. 14 Contaminación de la microcuenca en la zonificación**

<b>Zona</b>	<b>Causa</b>	<b>Influencia en la contaminación</b>	<b>Puntos críticos</b>
<b>Alta</b>	Intervención de Ganado	Baja	Ocurre al margen del afluentes de agua, donde ingresa el ganado, (pastos)
<b>Media alta</b>	Uso de agroquímicos, Ganado	Baja	Generalizado ocurre al margen de todos los cauces río donde se realiza la agricultura en laderas y ganadería en la comunidad Cashapamba y Santo Domingo 2.
<b>Media baja</b>	Uso de agroquímicos	Moderada	Presencia de invernaderos de flores en las comunidades de Santo Domingo 1 y 2 Santo Domingo Guzmán.
	Basuras Aguas residuales	Baja Baja	Generalizado por viviendas que vierten agua residual domesticas hacia al río Puluví. Como el lavado de chancheras ubicadas en el Barrio Señor del Buen Poder, la Remonta.
<b>Baja</b>	Uso de agroquímicos Basuras	Alta Alta	Presencia empresas de florícolas Empresas florícolas y viviendas
	Aguas Residuales y negras.	Alta	Parroquia Ayora y descargas de Casa Judicatura, Floricampo del cantón Cayambe y la descarga del tanque de oxidación parroquia Ayora.

**Fuente:** Trabajo de campo, 2013  
Elaboración: El autor

En la zona alta y media de la microcuenca de esta como otras similares, el aporte a la contaminación del río por lo general son aportes orgánicos o el incremento de nitrógeno producidos por las heces del ganado que se encuentran en estos sectores. En cambio la zona media de la microcuenca la intervención del ganado es muy notoria, así como la agricultura ya que es un medio de subsistencia económica de los habitantes de este sector de la población. La zona con mayor complejidad es la zona baja, ya que, en esta zona se desarrolla todas las actividades antrópicas, como la agricultura, ganadería, y la actividad florícola que en la actualidad se va incrementando en varias comunidades como; Santo Domingo 1, Santo

Domingo 2, Santo Domingo de Guzmán, teniendo en cuenta que muchas de estas pequeñas florícolas “llamadas Satélites”, están ligadas a algunas de las empresas florícolas.

Sin embargo la actividad que afecta directamente la calidad del río Puluví, son las tres descargas de aguas residuales domésticas, producto del incremento de urbanizaciones en distintos sectores de la microcuenca principalmente en la zona baja de acuerdo al estudio (Figura 4.16).



**Figura 4. 16 Área Urbana de la parroquia San José de Ayora**  
Elaboración: El autor

### **4.3. PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ**

La presente propuesta toma en cuenta la situación actual de la microcuenca, el diagnóstico participativo comunitario de la parroquia San José de Ayora, con la finalidad de evitar o disminuir los efectos adversos, que presenta esta microcuenca principalmente en época de estiaje. Las alternativas que se plantean en los diferentes programas y proyectos se encuentran acordes la zonificación de la microcuenca, que deberán ser propuestos para la recuperación del río Puluví. A partir de esta propuesta se pretende prevenir, controlar y reducir los efectos que pueden causar las diferentes actividades antrópicas, que la población realiza sobre ella. Por esta razón es necesario fomentar la educación ambiental, la conservación, protección de los recursos naturales dentro de la sociedad, ya que ellos son los principales actores dentro de la microcuenca, como también en las diferentes escuelas y unidades educativas ubicadas dentro de la parroquia, ya que los niños de las comunidades y barrios son los futuros actores.

#### **✓ Objetivo general de la propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví**

- Formular estrategias que contribuyan a recuperación y mejoramiento del río Puluví

#### **✓ Objetivos específicos de la propuesta de mitigación**

- Promover la conservación de los recursos naturales de la microcuenca
- Implementar el manejo del recurso hídrico, mediante la ejecución del proyecto de manejo de desechos sólidos
- Fomentar el monitoreo permanente de las descargas de aguas residuales

### **4.3.1. Programa de Desarrollo y Capacitación Comunitaria**

En este programa se ha previsto establecer proyectos de fortalecimiento organizacional de las, para el conocimiento del manejo de los recursos naturales a través de la capacitación a líderes en diferentes áreas, con la finalidad de afirmar el trabajo en grupo de personas capacitadas, e inicien la gestión organizacional en sus distintas comunidades. La educación ambiental es uno de los ejes transversales en la educación actual, por lo que, en diferentes centros educativos se va considerando esta área del conocimiento en su formación, en donde se pueden desarrollar actividades con enfoque ambiental principalmente los talleres de capacitación Ambiental.

#### **4.3.1.1 Proyecto de Fortalecimiento Organizacional**

Las distintas comunidades que se encuentra dentro del área de estudio, están representados por varias organizaciones siendo las principales: gobierno comunitario, Comité de padres de familia. La gestión que realizan los gobiernos locales de las comunidades se encuentran limitados por no existir compromiso en sus funciones de fortalecimiento organizacional de la comunidad, para el mejoramiento y conservación de los recursos naturales presentes en las diferentes comunidades. En muchas de las veces el cabildo se limita en la organización de las fiestas de la comunidad y en el ámbito ambiental no se ha dado la importancia necesaria.

#### **✓ Objetivo del proyecto de fortalecimiento organizacional**

- Fortalecer la organización y formación de nuevos líderes en las comunidades para que mejoren los procesos de gestión en el manejo y conservación de los recursos naturales.

#### **✓ Actividades propuestas en el proyecto de fortalecimiento organizacional**

Las distintas actividades propuestas en este proyecto de fortalecimiento organizacional de las comunidades se describen a continuación:

- Organizaciones consolidadas apoyando en el desarrollo de la comunidad

- Generar la mancomunidad comunitaria, y la importancia del trabajo en grupo en el tema ambiental.
- Intercambio de experiencias con comunidades que tengan iniciativas de gestión ambiental

#### **4.3.1.2. Proyecto de Capacitación Ambiental a Diferentes Segmentos de la Población**

La falta de conocimiento en temas ambientales, para la educación ha impedido que todos los pobladores, dentro de la microcuenca y sus alrededores, conozcan realmente la importancia de los recursos naturales y sus afectaciones. Una de las herramientas más consolidadas para garantizar la protección y conservación de los recursos naturales, es la capacitación, en temas ambientales a toda la población y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Es así que el presente proyecto busca formar y guiar a futuros líderes, quienes apoyen a la disminución de la problemática ambiental; que las comunidades y barrios involucrados en el área de estudio están viviendo en la actualidad, y permita alcanzar la sostenibilidad ambiental dentro de esta microcuenca.(PDOT San José de Ayora, 2013).

#### **✓ Objetivo del proyecto de capacitación ambiental a diferentes segmentos de la población**

- Llegar a la concientización de la población a través de talleres de capacitación ambiental
- Promover la concientización a través capacitación ambiental a los niños de 10 a 11 años.

Las actividades a realizarse dentro del proyecto de capacitación ambiental se encuentra dividido en tres segmentos de la población de acuerdo a las edades; niños, jóvenes y adultos donde en cada uno de ellos, los temas a tratarse serán diferenciados para un mejor aporte en la educación y concienciación sobre la importancia del cuidado y recuperación de los recursos naturales existentes en una microcuenca.

✓ **Actividades a realizarse en la capacitación a niños de escuelas que se encuentren dentro de la microcuenca**

La integración y capacitación a los niños tiene como objetivo involucrar a todos los niños, de diferentes escuelas del sector urbano; el Centro de Educación Básica Provincia El Oro, Unidad Educativa Juan Jacobo Rousseau, y en el sector rural; la Escuela Mariscal Sucre, Escuela Rafael Avilés Moncayo, y la Escuela Simón Bolívar, siendo los centros educativos que se encuentran dentro de la microcuenca (PDOT San José de Ayora, 2013).

Donde las iniciativas permitan mejorar el comportamiento de los niños a través diferentes talleres capacitación en temas de conservación y cuidado de los recursos naturales aportando a la conservación del ambiente y los recursos naturales. En los talleres de capacitación a diferentes centros educativos de la parroquia se realizará de forma bimensual con los siguientes temas a tratarse:

- Importancia de la integración de niños con el ambiente
- El agua y donde proviene el agua
- Importancia del agua y los ríos
- Como cuidar el agua y el ambiente
- ¿Que son los desechos sólidos?
- Porque debemos cuidar los páramos

Las salidas de observación, apoyará a complementar y reforzar los temas tratados en los diferentes talleres de capacitación.

- Visitar el museo del agua con los niños, donde los diferentes encargados del museo realicen charlas sobre la importancia y cuidado del agua.
- Caminatas de visita al río Puluví con los niños, donde se reúnan todos a realizar una actividad de integración con iniciativas didácticas.

✓ **Actividades a realizarse en la capacitación a jóvenes de unidades educativas y colegios inmersos a la microcuenca**

La capacitación a colegios y unidades educativas, tiene como objetivo involucrar a jóvenes de la parroquia en participar a diferentes talleres de conservación y cuidado de los recursos naturales y del ambiente principalmente con los estudiantes de la brigada ambiental del “colegio Nelson Torres”, ya que, con ellos se ha realizado también la socialización el interés que tienen en participar en los talleres de capacitación, con temas que permitan mejorar la concientización de los jóvenes sobre la conservación de los recursos naturales, ya que, en la actualidad gravemente están siendo afectados, por las diferentes actividades humanas dentro de las microcuencas.

Los talleres de capacitación se realizaran de forma bimensual, con los diferentes temas a tratarse:

- Buenas prácticas ambientales en instituciones educativas
- Importancia del agua y sus diferentes usos
- Importancia de los páramos y los Glaciares
- Como podemos cuidar y proteger los recursos naturales
- Importancia de la recuperación de fuentes hídricas
- Manejo de los desechos orgánicos e inorgánicos

Las respectivas salidas de observación, son un complemento de los temas tratados en los talleres, permitiendo el mejor entendimiento sobre el cuidado del ambiente y los recursos naturales.

- Caminatas al páramo de la microcuenca con los jóvenes de educación ambiental, y realizar la forestación con plantas nativas con cada uno de los jóvenes
- Visitar con los jóvenes a las plantas de tratamiento de aguas residuales del lago San Pablo, con el objetivo de conocer de cerca su funcionamiento y los beneficios que han logrado, dentro del área de remediación de aguas residuales

✓ **Actividades a realizarse en la capacitación a personas adultas de la parroquia San José de Ayora**

La capacitación a las personas adultas de las comunidades, barrios de la parroquia Rural San José de Ayora, tiene como objetivo involucrar a participar a los talleres de conservación, y cuidado de los recursos naturales y el ambiente principalmente con las comunidades que se encuentren dentro de la microcuenca como; Santo Domingo 1 y 2, Santo Domingo de Guzmán, barrio Señor del Buen Poder, Barrio la Remonta. Los temas de capacitación serán de interés colectivo, para mejorar la conservación de los recursos naturales y recuperación del río Puluví, de acuerdo al Diagnóstico Participativo Comunitario y la zonificación; donde la zona baja de la microcuenca, es donde existe la mayor influencia por las diferentes actividades antrópicas de los mismos pobladores (Figura 4.7).



**Figura 4. 17 Descargas de aguas residuales sin tratamiento**

Elaboración: El Autor

Los talleres de capacitación se realizarán de forma trimestral con las distintas comunidades y barrios que participen a estos talleres de capacitación donde se incluirán los siguientes temas a tratarse.

- Socialización de leyes, que apoyen la conservación de los recursos naturales y la recuperación del río Puluví
- Importancia de conservar los recursos naturales y el ambiente

- Prácticas agroecológicas para la producción de alimentos en huertos familiares
- Manejo de desechos orgánicos e inorgánicos generados en las comunidades y barrios
- Agricultura convencional y sus riegos
- Manejo de productos químicos, plaguicidas
- Las florícolas y su relación con el ambiente
- Conocimiento de libro TULASMA sobre el control y monitoreo de aguas residuales
- Importancia de las plantas de tratamiento biológico de aguas residuales para la recuperación de un río.

Las salidas de observación estarán encaminadas al fortalecimiento de los temas tratados, en las diferentes charlas.

- Gira de observación a comunidades con experiencias en alternativas agroecológicas y manejo.
- Visita a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de las parroquias Natabuela y Chaltura del cantón Antonio Ante (Atuntaqui).
- Recorrido, reconocimiento de los puntos críticos que afectan al río Puluví.

A continuación en el Cuadro 4.15. Describo el programa de desarrollo y capacitación comunitaria, con sus respectivos proyectos y actividades a desarrollarse; los costos propuestos para la ejecución de este programa son estimados de acuerdo a la intervención de actores del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San José de Ayora, con referencias a varios documentos en relación a planes y propuestas de manejo para la conservación y protección de las microcuencas como indica se indican en el (PDOT San José de Ayora, 2013).

**Cuadro 4. 15. Hoja de ruta del programa de desarrollo y capacitación comunitaria**

PROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVO	ACTIVIDADES		TIEMPO MESES	MATERIALES DE APOYO	RESPONSABLES Y ACTORES	PRESUPUESTO ESTIMADO USD
<b>Programa de Desarrollo y Capacitación Comunitaria</b>	Proyecto de Capacitación Ambiental a Diferentes Segmentos de la Población	Promover la capacitación ambiental a diferentes escuelas y unidades educativas de la microcuenca del río Puluví.	NIÑOS	Promover el cuidado ambiental a través talleres de capacitación a los niños de 10 a12 años de la parroquia	3	Personal para la capacitación; infocus, , auditorio, afiches.	GAD CAYAMBE(DIRECCIÓN DE AMBIENTE), GADRP SAN JOSE DE AYORA, UNOPAC, COMUNIDADES, UNIDADES EDUCATIVAS, MAE, ONGS, MSP, Otros	\$ 900,00
				SALIDAS	visita al museo del agua	1		Transporte, apoyo personal de capacitación, refrigerio
			Caminatas al río Puluví					
		JOVENES	Talleres de capacitación a jóvenes de la brigada ambiental	3	Personal para la capacitación; infocus, auditorio, afiches.	\$ 900,00		
			SALIDAS	Visita el museo del agua	2	Transporte, apoyo personal de capacitación, refrigerio		\$ 800,00
		Al paramo de la microcuenca						
	Visita a la planta de tratamiento biológico de aguas residuales (San Pablo- Chaltura)							
	ADULTOS	Talleres de capacitación a personas adultas de la parroquia San José de Ayora	3	MODERADOR DEL TALLER; infocus, disfrases referidos al ambiente, agua, auditorio, afiches	\$ 900,00			
		SALIDAS	Gira de observación a comunidades con experiencias en alternativas agroecológicas y manejo	2	Transporte, apoyo personal de capacitación, refrigerio	\$ 800,00		
			Visita a la planta de tratamiento biológico de aguas residuales (San Pablo- Chaltura)					
Recorrido, y reconocimiento de los puntos críticos del río Puluví.								
Proyecto de Fortalecimiento Organizacional	Fortalecer la organización y formación de nuevos líderes en las comunidades	Organizaciones consolidadas apoyando en el desarrollo de la comunidad	1	Auditorio y personal capacitado	\$ 1.500,00			
		Generar la mancomunidad comunitaria, y la importancia del trabajo en grupo en el tema ambiental.	3					
		Intercambio de experiencias con comunidades que tengan iniciativas de gestión ambiental	6			Transporte, apoyo personal de capacitación, refrigerio		
<b>SUBTOTAL</b>								
<b>Imprevistos al 10%</b>								
<b>Total USD</b>								

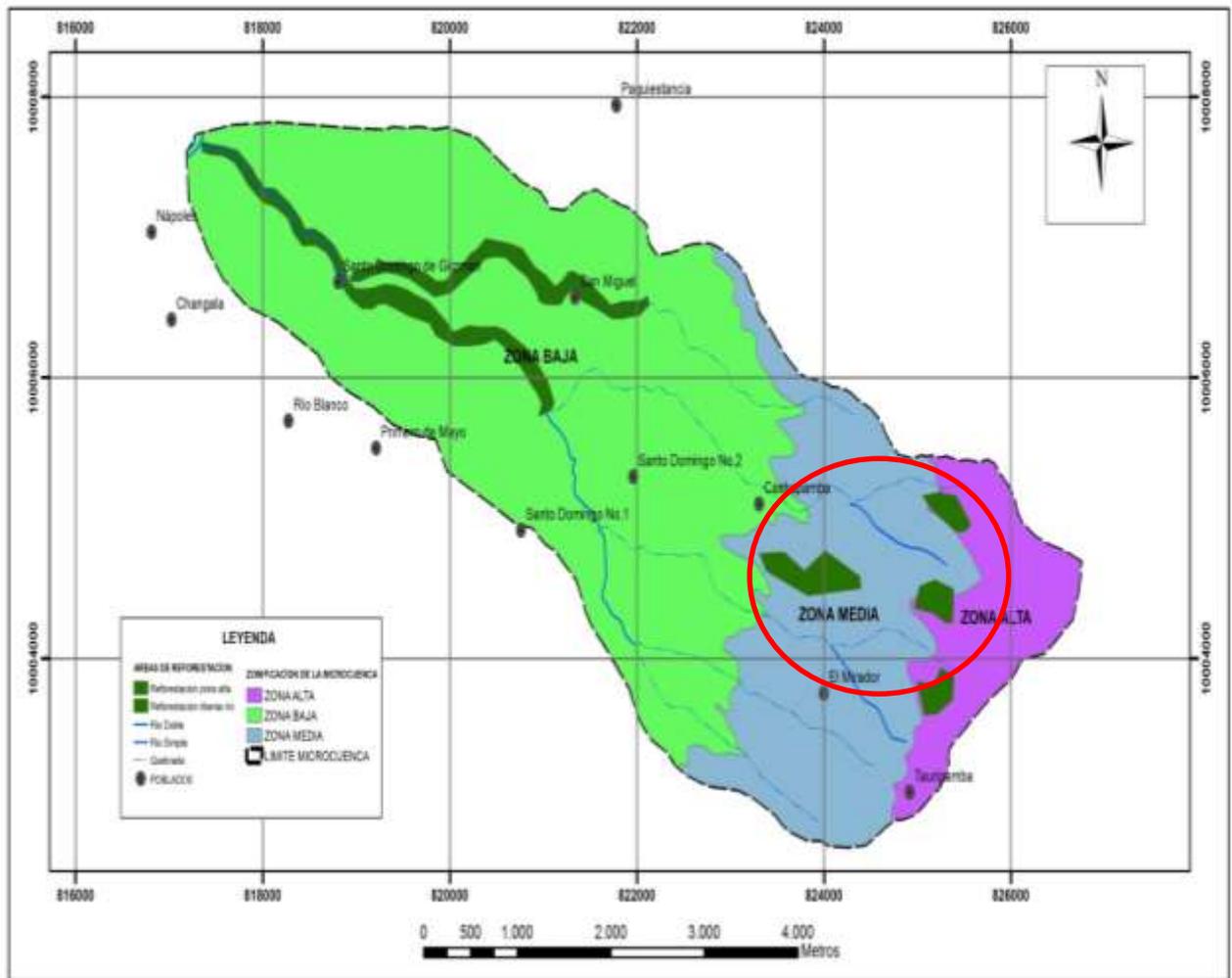
Elaboración: Actores del GADP Ayora y El autor

### **4.3.2. Programa de Conservación de los Recursos Naturales de la Microcuenca**

A pesar de la normativa vigente referente a la protección de páramos y bosques naturales, que impide la tala de las especies y la quema de páramos, en la actualidad el avance de la frontera agrícola, el crecimiento poblacional y quemadas agrícolas no controladas han degradado estos ecosistemas. Los páramos, bosques y las riberas de ríos desde años atrás, tienen graves problemas ambientales debido al uso no planificado de los recursos, así como también el mal manejo de los desechos generados dentro de esta microcuenca. Por ello la importancia de este programa y lograr la conservación de los recursos naturales existentes dentro de esta microcuenca.

#### **4.3.2.1. Proyecto de Reforestación con Especies Nativas en la Parte Alta de la Microcuenca**

El proyecto de reforestación con especies nativas en la parte alta de la microcuenca, permite contribuir directamente a la conservación, y protección de los recursos naturales y de las fuentes de agua, así como también la recuperación de su medio biofísico y natural de la microcuenca de acuerdo a la zonificación con un área de reforestación de 46,06(ha) aproximadamente (Figura 4.18). Con la ejecución de este proyecto se pretende disminuir el impacto generado debido a las intervenciones humanas, para que a través del apoyo de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales relacionadas a la conservación y recuperación de los recursos naturales, conjuntamente con las iniciativas de las comunidades lograr una conservación ya que el recurso hídrico, es fuente vital de subsistencia de varias comunidades como: es el caso del barrio Señor del Buen Poder, las comunidades; Cashapamba, Santo Domingo 2, y otros que es utilizado para el riego de sus cultivos.



**Figura 4. 18 Áreas para reforestación con especies nativas, en la zona media y alta de la microcuenca del río Puluví**  
Elaboración: El autor

✓ **Objetivos del proyecto de reforestación con especies nativas en la parte alta de la microcuenca.**

- Protección del páramo y nacientes de agua de la microcuenca del río Puluví.
- Establecer el proyecto de reforestación con plantas nativas en la parte alta de la microcuenca.
- Mejorar el paisaje y la captación del agua lluvia.

✓ **Actividades a realizarse en el proyecto de reforestación con especies nativas en la parte alta de la microcuenca.**

Para el cumplimiento de los objetivos se elegirán especies, por sus características sean nativas o se encuentren en áreas similares, que contribuyan a la conservación y protección de las fuentes hídricas en la parte alta de la microcuenca (Meli & Carrasco, 2011).

- Las especies sugeridas para la reforestación, serán especies endémicas de los andes ecuatorianos como; yagual (*Polylepis sp*), Pumamaquí (*Oreopanax sp*), Aliso (*Alnus acuminata*), Quishuar (*Buddleja sp*), Arrayan (*Myciantes sp*), Laurel de cera (*Morella pubescens*), entre otros. De esta manera se espera dar un cubrimiento de especies nativas para la conservación y protección en la parte alta de la microcuenca.
- Las especies seleccionadas serán plantados con un espaciamiento de 3m x 3m. Sembrados al tres bolillo.
- Se utilizará el sistema de bancal profundo para realizar la apertura de los hoyos que tendrán la siguiente dimensión: 0.40 x 0.40 x 0.40 m.
- La coordinación del inicio, seguimiento y control del proceso de reforestación y forestación, de plántulas a sembrar, transporte, hoyado, plantación y protección de estas estarán a cargo la entidad ejecutora.
- Negociación municipio y propietario de terrenos donde se encuentren las fuentes hídricas para iniciar proceso de protección incluye la firma de compromiso entre municipio, comunidades y propietarios de las fuentes hídricas para garantizar su conservación.

#### **4.3.2.2. Proyecto de Reforestación a las Riberas del Río Puluví**

Es evidente que la conservación del recurso hídrico no es una responsabilidad sólo de un gobierno o de algún sector en particular, sino de todos los que se encuentra dentro de una microcuenca, ya que, desde muchos años atrás los ríos y sus cauces han sido afectados, de diferentes maneras por la actividad antrópicas que están deteriorando los componentes ambientales que producen el normal equilibrio de los ecosistemas. Iniciando por el ingreso

de sus animales a beber agua, incrementándose la contaminación con la evacuación de los residuos o descargas de aguas residuales a un cuerpo de agua.

Con la ejecución de este proyecto se pretende disminuir el impacto generado en las riberas del río y recuperar los espacios verdes de la parroquia, con la reforestación de un área 93,81(ha), de forma lineal, involucrando a distintos sectores de que se encuentran a los bordes del río Puluví (Figura 4.19).

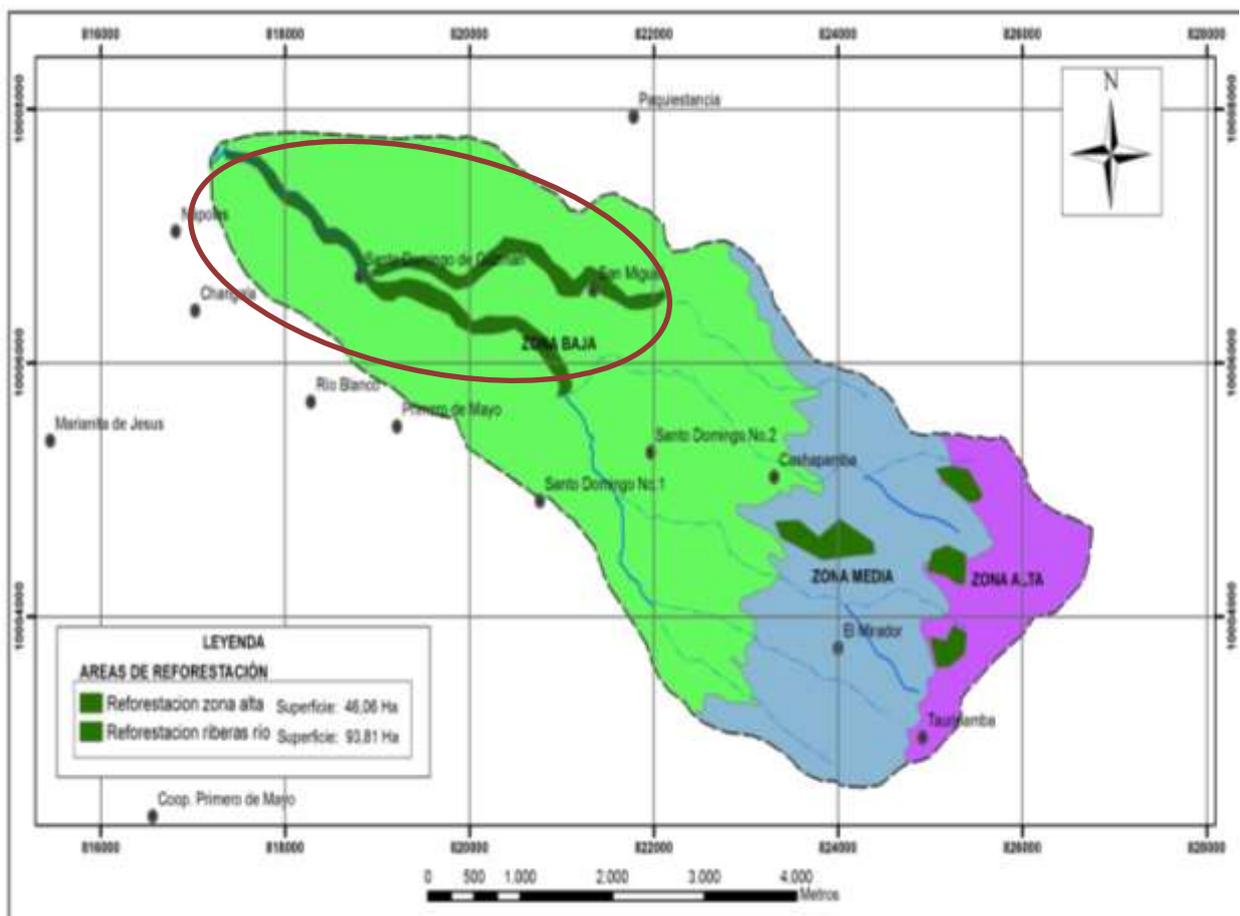


Figura 4. 19. Áreas para reforestación de las riberas del río Puluví, en la zona baja de la microcuenca  
Elaboración: El autor

#### ✓ **Objetivos del proyecto de reforestación de las riberas del río Puluví**

- Promover la reforestación de las riberas del río Puluví para la recuperación de su belleza escénica.
- Reforestar áreas degradadas o intervenidas

✓ **Actividades a realizarse en el proyecto de reforestación de las riberas del río Puluví.**

Para el cumplimiento de los objetivos se elegirán especies, por sus características sean resistentes a deslizamiento y se encuentren en áreas similares, que contribuyan a la conservación y protección de las riberas del río Puluví como menciona (Meli & Carrasco, 2011)

- Las especies sugeridas para la reforestación, serán especies endémicas o sea similares del a los del sector como; Acacia, (*Acacia sp*), Pumamaqui (*Oreopanax sp*), Aliso (*Alnus acuminata*), Quishuar (*Buddleja sp*), Arrayan (*Myciantes sp*) entre otros. De esta manera se espera dar un cubrimiento de especies para la protección de las riberas del río Puluví.
- Seleccionar y preparar los sitios a ser plantados
- Las especies seleccionadas se plantarán con un espaciamiento de 3m x 3m, sembrados en forma lineal.
- Se utilizará el sistema de bancal profundo para realizar la apertura de los hoyos que tendrán la siguiente dimensión: 0.40 x 0.40 x 0.40 m
- La coordinación del inicio, seguimiento y control del proceso de reforestación y forestación, de plántulas a sembrar, transporte, hoyado, plantación y protección de estas estarán a cargo la entidad ejecutora
- Negociación municipio y propietario de terrenos donde inicie el proceso de reforestación y protección, incluye la firma de compromiso entre GADPR Ayora, y propietarios de los predios.

### 4.3.2.3. Proyecto de Manejo de los Desechos Sólidos

El proyecto busca el aprovechamiento y manejo comunitario de residuos sólidos, en el cual se establecerá el propósito de plantear una solución sobre la dimensión real presenciado, con los desechos que son vertidos hacia las quebradas y riberas del río Puluví (Figura 4.20). Sobre este problema es importante generar el proyecto de desechos sólidos dentro de la parroquia, inicialmente con las comunidades que se encuentran dentro de la microcuenca del río Puluví.



**Figura 4. 20 Presencia de desechos sólidos en el río Puluví**  
Elaboración: El autor

#### ✓ **Objetivos del proyecto de manejo de los desechos**

- Fomentar el manejo adecuado de los desechos sólidos generados en los hogares.
- Disminuir la cantidad de desechos sólidos que son depositados en las quebradas y puentes del río puluví.

#### ✓ **Actividades a realizarse dentro del proyecto manejo de los desechos sólidos**

Para el cumplimiento de este proyecto se propone las siguientes actividades:

- Difusión de las actividades de manejo de los desechos sólidos

- Recolección selectiva de los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos
- Manejo y disposición final de los desechos orgánicos
- Determinar un área específica para el tratamiento de desechos orgánicos generados dentro la parroquia
- Proponer alternativas de manejo de los desechos con las mujeres y jóvenes
- Impulsar el manejo de los desechos orgánicos y fortalecer la fertilidad de los suelos

A continuación en el Cuadro 4.16. Se describe el programa de conservación de los recursos naturales, con sus respectivos proyectos y actividades a desarrollarse; los presupuestos para la ejecución de este programa con sus respectivos proyectos, son estimados de acuerdo a la intervención de actores del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San José de Ayora, con referencias a varios documentos en relación a planes y propuestas de manejo para la conservación y protección de las microcuencas.

**Cuadro 4. 16 Hoja de ruta Programa de conservación de fuentes hídricas**

PROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVOS	ACTIVIDADES DEL PLAN DE REFORESTACIÓN		TIEMPO MESES	MATERIALES	RESPONSABLE Y ACTORES	PRESUPUESTO ESTIMADO USD	SUMATORIA USD	
<b>Programa de Conservación de los Recursos Naturales de la Microcuenca</b>	Proyecto reforestación con especies nativas en la parte alta de la microcuenca del río Puluví	Reforestación, protección del páramo y nacientes de agua de la microcuenca del río Puluví.	Adquisición y transporte de plantas	Especies endémicas de los andes ecuatorianos, como (Yagual, Puma maqui, Aliso, Quishuar, arrayan).	2	Proformas de viveros y negociación	ENCARGADOS DEL PROYECTO	\$ 3.000,00	\$ 12.000,00	
			Marcación y apertura de hoyos	El sistema de plantación sera tres bolillo con distanciamiento de 3m x 3 m y con siguiente dimension 0,40 x 0,40 x 0,40 m	1	Material de medición, actores, palas	ACTORES INVOLUCRADOS , GADP AYORA	\$ 500,00		
			coordinación y seguimiento	El inicio, seguimiento y control del proceso de reforestación y forestación, de plántulas	6	Ingeniero forestal(afines), técnico agrónomo (afines)	ENCARGADOS DEL PROYECTO	\$ 8.000,00		
			Negociación Y proceso de protección	Firma de compromiso entre municipio, comunidades y propietarios de las fuentes hídricas para garantizar su conservación	3	Veedores y seguimiento	ACTORES INVOLUCRADOS	\$ 500,00		
	Proyecto de Reforestación de las Riberas del Río Puluví.	Promover la reforestación a las riberas del río Puluví para la recuperación de su belleza escénica	Adquisición y transporte de plantas	Las plantas sugeridas son (Acacia,Pumamaqui, Aliso, Quishuar, Arrayan) entre otros.	2	Proformas de viveros y negociación	ENCARGADOS DEL PROYECTO	\$ 3.000,00	\$ 7.100,00	
			Marcación y apertura de hoyos	Seran sembrados en forma lineal con un espaciamento de 3m x 3m.	1	Material de medición, actores, palas	ACTORES INVOLUCRADOS,GAD P AYORA	\$ 600,00		
			coordinación y seguimiento	El inicio, seguimiento y control del proceso de reforestación y forestación, de plántulas	6	Ingeniero forestal(afines), técnico agrónomo (afines)	ENCARGADOS DEL PROYECTO	\$ 3.000,00		
			Negociación Y proceso de protección	firma de compromiso entre municipio, propietarios de las riberas para garantizar su conservación	3	Veedores y seguimiento	ACTORES INVOLUCRADOS	\$ 500,00		
	Proyecto de Manejo de los Desechos Solidos	Fomentar el manejo adecuado de los desechos sólidos generados en los hogares.	Difusión del manejo de los desechos sólidos		3	Reunión, Infocus, Auditorio	ENCARGADOS DEL PROYECTO, DIRECCION AMBIENTE(GAD, CAYAMBE), GADP AYORA, ACTORES	\$ 500,00	\$ 9.000,00	
			Recolección selectiva de los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos		6	Tachos, Transporte, personal		\$ 5.000,00		
			Impulsar el manejo de los desechos orgánicos y fortalecer la fertilidad de los suelos		2	Tachos, Transporte		\$ 2.000,00		
			Proponer alternativas de manejo de los desechos con las mujeres y jóvenes		1	reuniones, Infocus, Tachos		\$ 500,00		
			Determinar un área específica y adecuacion para el tratamiento y disposición final de desechos orgánicos de la parroquia Ayora		6	Negociación con el GADP Ayora		\$ 1.000,00		
	<b>SUBTOTAL</b>								\$ 28.100,00	
	<b>Imprevistos AL 10%</b>								\$ 2.810,00	
<b>TOTAL</b>								\$ 30.910,00		

Elaboración: Actores GADP Ayora y el autor

### **4.3.3 Programa de Protección y Mejoramiento de la Calidad del Agua**

El propósito de este programa es la protección y mejoramiento de la calidad del agua del río Puluví, ya que, ha sido afectado por las diferentes actividades antrópicas que realizan la población de acuerdo a la zonificación de la microcuenca (Figura 4.13). Esto se vuelve más preocupante cuando el agua lo utiliza en actividades domésticas, por lo que es necesario controlar las fuentes de contaminación. Un programa de este tipo es un elemento esencial no solo en el ámbito de la protección sino que permite el control de la fuente de contaminación, y una herramienta para reducir la presencia de contaminantes que deterioran el normal equilibrio del ecosistema fluvial.

#### **4.3.3.1. Proyecto de Tratamiento de las aguas residuales vertidas al río Puluví**

El sistema de alcantarillado que recolecta las aguas servidas del área urbana de la parroquia rural San José de Ayora, son evacuados a la planta de oxidación misma que en la actualidad no se encuentra en funcionamiento (Figura 4.21). Las descargas de los barrios aledaños al río Puluví, pertenecientes al cantón Cayambe como la descarga cerca a la Casa Judicatura y la descarga en la plantación Floricampo, se encuentran sin ningún tratamiento a sus descargas, por lo que, éstas son vertidas directamente a cielo abierto con el consiguiente afectación a la calidad de agua del río Puluví. Con la ejecución de este proyecto se pretende promover la implementación de una planta de tratamiento biológico para obtener agua tratada y ser evacuadas en los límites permisibles del TULASMA de ser posible contar con niveles inferiores, ya que, el impacto generado por las descargas directas de aguas residuales sin tratamiento, actualmente están afectando a la calidad del agua de este río, de acuerdo a este estudio.



**Figura 4. 21. Estado actual de la descarga de la planta de oxidación de la parroquia Ayora**

Elaboración: El autor

✓ **Objetivos del proyecto de implementación de plantas biológicas de tratamiento de aguas residuales**

- Gestionar la implementación de plantas tratamiento biológico de aguas residuales domésticas.
- Fomentar la construcción de las plantas de tratamiento biológico de aguas residuales en la parroquia San José de Ayora y sus comunidades donde cuentan con este servicio.

✓ **Actividades a realizarse en el proyecto de implementación de plantas biológicas de tratamiento de aguas residuales**

Las diferentes actividades a realizarse, en el proyecto de implementación de plantas biológicas de tratamiento de aguas residuales, de acuerdo al presente estudio.

- Gestionar alianzas estratégicas con entidades u organizaciones internacionales en el manejo y tratamiento de aguas residuales con plantas biológicas.

- Promover el apoyo de instituciones locales y provinciales Públicas y Privadas, y la firma de convenios.
- Fomentar el tratamiento de aguas residuales vertidas al río Puluví.
- Designar un área específica en la zona baja de la microcuenca, para la construcción e implantación de plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia y las descargas aledañas al río Puluví.

Es importante describir que el área de la planta de oxidación de las descargas aguas residuales provenientes del área urbana de la parroquia, se encuentra ubicada en la parte baja de la microcuenca cabe destacar que el predio donde se ubica la planta de oxidación y sus alrededores está a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San José de Ayora, mismas que pueden ser utilizadas mediante convenios para la implementación adecuada de plantas de tratamiento biológico de aguas residuales (Figura 4.22).



**Figura 4. 22 Área idónea para la implementación de plantas de tratamiento biológico de las aguas residuales**

Elaboración: El autor

#### **4.3.3.2. Proyecto Control y Monitoreo de las Descargas de Aguas Residuales**

Las diferentes actividades antrópicas interfieren en la calidad de un río, como las descargas de aguas residuales en la zona baja de la microcuenca esto debido al crecimiento poblacional tanto en las comunidades como en los diferentes barrios de la parroquia, ocasionando que el río Puluví reciba gran cantidad de aguas residuales, principalmente en la parte baja de la microcuenca según la zonificación realizada. Por lo que, este proyecto tiene como propósito realizar las respectivas actividades de protección y mejoramiento ambiental, con el control y monitoreo de las diferentes descargas de aguas residuales vertidas al río Puluví.

Este tipo de proyecto lleva implícita, los parámetros a ser medidos, las muestras a ser colectadas la frecuencia, de los puntos de muestreos y los respectivos análisis. Las actividades a realizar dentro del proyecto de control y monitoreo de las descargas de aguas residuales serán de campo y de oficina; la fase de campo incluye el muestreo y las respectivas mediciones *in-situ* de algunos parámetros y por otros es necesario sugerir el traslado de las muestras debe realizarse sin demoras, para el funcionamiento adecuado de este proyecto. La fase de oficina consiste en la fase analítica para su posterior informe y ser empleadas en el análisis de la información.

##### **✓ Objetivos del proyecto control y monitoreo de las aguas residuales**

- Promover el control de las descargas directas de aguas residuales sin tratamiento
- Obtener información sobre la calidad del agua actual y su tendencia
- Optimizar los recursos económicos para los puntos de mayor contaminación

##### **✓ Funcionamiento del proyecto de control y monitoreo de las descargas aguas residuales**

La operación normal de este proyecto va en función de una planificación adecuada, donde las actividades en lo que respecta al trabajo de campo lo realizará una o personas previamente capacitadas para el muestreo de aguas residuales, las personas seleccionadas para el muestreo de las aguas tendrán que contar con todas las seguridades del caso como; contar con las

vacunas adecuadas (tétanos, tifoidea, hepatitis A y B, gripa), y la utilización de ropa adecuada para el trabajo de campo ( impermeables, mascarillas, guantes, botas).

- Contratación de una entidad especializada para el análisis de las descargas de aguas residuales.
- Manejo y control de los parámetros físico-químicos de las descargas de aguas residuales sugeridas en el TULASMA.
- Generar informes periódicos sobre la evaluación de las diferentes descargas vertidas al río Puluví.
- Fomentar convenios con los usuarios No domésticos y el prestador de servicio EMAPAA-C en el tratamiento las aguas, descargadas al sistema de alcantarillado público
- Aplicación de la normativa ambiental vigente a los usuarios no domésticos (fábricas y otros), alcantarillado público y el reporte mensual del análisis de sus descargas.
- Establecer el reporte de los análisis periódicos de sus aguas residuales, a los usuarios No domésticos con los parámetros exigidos en la normatividad vigente y que dicho análisis sean realizados por laboratorios acreditados por el OAE

En el Cuadro 4.17 se describe los parámetros sugeridos a ser analizados durante el proyecto de control y monitoreo de las descargas de aguas residuales evacuados al río Puluví. Como también para el (usuario No doméstico) conocido a todos los usuarios del servicio de alcantarillado como fábricas lácteas, lubricadoras y otros, para el control donde sus descargas de aguas residuales que son enviados hacia el alcantarillado público de acuerdo al TULASMA Libro VI Anexo1.

**Cuadro 4. 17 Parámetros sugeridos para el control y monitoreo de las descargas**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Actuales</b>	<b>Propuestos</b>	<b>No Permanentes</b>
<b>pH</b>	pH	x	X	
<b>Temperatura</b>	°C	X	X	X
<b>Conductividad</b>	uS/cm.		X	
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días</b>	mg/l	X	X	
<b>Demanda Química Oxígeno</b>	mg/l	X	X	
<b>Fósforo</b>	mg/l	X	X	
<b>Nitratos</b>	mg/l	X	X	X
<b>Nitritos</b>	mg/l	X	X	X
<b>Amoniaco</b>	mg/l	X	X	
<b>Sólidos Sedimentables 1hora</b>	cm <sup>3</sup> /l	X	X	
<b>E. Coli.</b>	ufc/100 ml	X	X	
<b>Coliformes Totales</b>	ufc/100 ml	X	X	
<b>Sólidos Suspendidos</b>	mg/l	X	X	
<b>Metales pesados</b>	Ug/l		X	X
<b>Pesticidas e insecticidas</b>	Ug/l		X	X

Fuente: Libro VI anexos 1 TULSMA, modificado por el autor

Es importante referir que esta información fortalecerá una base de datos y construir el conocimiento global sobre la microcuenca, en el ámbito de la calidad del río Puluví, misma que será manejada por la Dirección de Ambiente del Gobierno autónomo descentralizado del cantón Cayambe, para el desarrollo de proyectos de conservación y recuperación de microcuencas en condiciones similares al río Puluví.

A continuación en el cuadro 4.18, se describe el programa de protección y mejoramiento de la calidad del agua, con sus respectivos proyectos, actividades a desarrollarse. Los presupuestos para la ejecución de este programa con sus respectivos proyectos, son estimados de acuerdo a la intervención de actores del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San José de Ayora, con referencias a varios documentos en relación a planes de manejo para la protección de microcuencas y al respectivo presupuesto participativo.

**Cuadro 4. 18 Hoja de ruta Programa de mejoramiento de calidad del agua**

PROGRAMA	PROYECTO	OBJETIVOS	ACTIVIDADES A REALIZARSE	TIEMPO MESES	RESPONSABLE Y ACTORES	PRESUPUESTO ESTIMADO USD	SUMATORIA USD	
<b>Programa de Protección y Mejoramiento de la Calidad del Agua</b>	Proyecto de Tratamiento de las aguas residuales vertidas al río Puluví	Gestionar la implementación de las plantas tratamiento biológico de aguas residuales domésticas.	Gestionar alianzas estratégicas con entidades u organizaciones internacionales en el manejo y tratamiento de aguas residuales con plantas biológicas.	6	GAD Parroquial Ayora, GAD Cayambe, Dirección de ambiente.	\$ 500,00	\$ 2.500,00	
		Promover el apoyo de instituciones locales y provinciales Públicas y Privadas, y la firma de convenios.	Promover el apoyo de instituciones locales y provinciales Públicas y Privadas, y la firma de convenios.	6		\$ 500,00		
		Fomentar la construcción de las plantas de tratamiento biológico de aguas residuales en la parroquia San José de Ayora	Seguimiento sobre el tratamiento de aguas residuales vertidas al río Puluví.	12		\$ 1.000,00		
		Establecer un área para la construcción e implantación de plantas de tratamiento.	Establecer un área para la construcción e implantación de plantas de tratamiento.	2		\$ 500,00		
	Proyecto Control y Monitoreo de las Descargas de Aguas Residuales	Promover el control de las descargas directas de aguas residuales sin tratamiento	Contratación de una entidad especializada para el análisis de las descargas de aguas residuales.	Contratación de una entidad especializada para el análisis de las descargas de aguas residuales.	3	Dirección de Ambiente, GAD CAYAMBE, EMAAPA-C, GADP AYORA	\$ 6.000,00	\$ 7.700,00
			Manejo y control de los parámetros físico-químicos de las descargas de aguas residuales con los límites permisibles del TULASMA	Manejo y control de los parámetros físico-químicos de las descargas de aguas residuales con los límites permisibles del TULASMA	12		\$ 500,00	
			Generar informes periódicos sobre la evaluación de las diferentes descargas vertidas al río Puluví	Generar informes periódicos sobre la evaluación de las diferentes descargas vertidas al río Puluví				
		Optimizar los recursos económicos para los puntos de mayor contaminación	Aplicación de la normativa ambiental vigente a los usuarios no domésticos (fábricas y otros), alcantarillado público y el reporte mensual del análisis de sus descargas.	Aplicación de la normativa ambiental vigente a los usuarios no domésticos (fábricas y otros), alcantarillado público y el reporte mensual del análisis de sus descargas.	12	Dirección de Ambiente, EMAAPA-C, Usuarios No Domésticos	\$ 1.200,00	
			Establecer el reporte de los análisis periódicos de sus aguas residuales, a los usuarios No domésticos con los parámetros exigidos en la normatividad vigente y que dicho análisis sean realizados por laboratorios acreditados por el OAE	Establecer el reporte de los análisis periódicos de sus aguas residuales, a los usuarios No domésticos con los parámetros exigidos en la normatividad vigente y que dicho análisis sean realizados por laboratorios acreditados por el OAE				
	<b>SUBTOTAL</b>						\$	10.200,00
	<b>Imprevistos al 10%</b>						\$	1.020,00
	<b>TOTAL USD</b>						\$	11.220,00

Elaboración: Actores del GADP Ayora y el autor

#### **4.3.4. Programa de control y seguimiento de la propuesta**

A través de este programa se determina si los proyectos y las actividades, propuestas dentro de la propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví, están contribuyendo al mejoramiento de las condiciones ambientales de la microcuenca y el río. De esta manera poder considerar a todos los programas y proyectos de manera equitativa, ya que en conjunto se podrá evaluar los avances de las acciones propuestas para mitigar los impactos detectados.

##### **✓ Objetivos del programa de control y seguimiento de la propuesta**

- Realizar un seguimiento de los programas, proyectos y las actividades de la propuesta.
- Identificar los cambios ambientales y sociales, a partir de la implementación de la propuesta.

##### **✓ Actividades a desarrollarse en el programa de control y seguimiento de la propuesta**

- Promover la recuperación del río Puluví
- Reunión de la propuesta con personas objetivas (representantes de las comunidades y delegados de la Junta parroquial) para observar y determinar la existencia de cambios positivos o negativos en la recuperación de este río.
- Recopilar información que permita medir, los logros ambientales y sociales de la propuesta
- Emitir informes periódicos sobre los resultados de las actividades y precisar las condiciones que han mejorado o se han deteriorado para poder mantener y buscar nuevas acciones

##### **4.3.4.1 Matriz de control y seguimiento de los programas y proyectos**

En esta matriz señala la implementación de cada una de los programas y proyectos contenidos en la propuesta, así como los responsables de la ejecución de los programas y proyectos planteados dentro de esta propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví como son: La Dirección de Ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado del

cantón Cayambe, Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San José de Ayora, Instituciones Educativas y otras, que se interesen por mejorar la calidad de vida de los habitantes y el ambiente, en coordinación con los distintos actores de las comunidades, donde la duración del propuesta mitigación para la recuperación del río Puluví es de 4 años.

Los programas y proyectos, con su respectivo costo y duración, a corto plazo (1 – 2 años), mediano plazo (2 – 3 años), largo plazo (3 – 4años), se resumen en el siguiente Cuadro 4.19.

Cuadro 4. 19 Matriz de seguimiento y control de proyectos

TITULO	PROGRAMA	PROYECTO	PRESUPUESTO ESTIMADO USD	TIEMPO (AÑOS)	RESPONSABLES Y ACTORES
PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL RÍO PULUVÍ, UBICADO EN LA PROVINCIA PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARROQUIA AYORA.	Programa de Desarrollo y Capacitación Comunitaria	Proyecto de Fortalecimiento Organizacional	\$ 1.500,00	Corto plazo (1 -2 años )	GAD CAYAMBE(DIRECCIÓN DE AMBIENTE), GADRP SAN JOSE DE AYORA, UNOPAC, COMUNIDADES, UNIDADES EDUCATIVAS, MAE, ONGS, MSP, Otros
		Proyecto de Capacitación Ambiental a Diferentes Segmentos de la Población	\$ 5.100,00		
	Programa de Conservación de los Recursos Naturales de la Microcuenca	Proyecto de Reforestación con Especies Nativas en la Parte Alta de la Microcuenca	\$ 12.000,00	Mediano plazo (2-3 años)	GAD CAYAMBE, GADRP SAN JOSE DE AYORA, MAE, INSTITUCIONES EDUCATIVAS, TECNICOS, ACTORES
		Proyecto de Reforestación a las Riberas del Río Puluví	\$ 7.100,00		
		Proyecto de Manejo de los Desechos Solidos	\$ 9.000,00		
	Programa de Protección y Mejoramiento de la Calidad del Agua	Proyecto de Tratamiento de las aguas residuales vertidas al río Puluví	\$ 2.500,00	Mediano plazo (2-3 años)	EQUIPO TÉCNICO GAD CAYAMBE, GADPR AYORA,EMAPAA-C
		Proyecto Control y Monitoreo de las Descargas de Aguas Residuales	\$ 7.700,00		
	Programa de control y seguimiento de la propuesta	Promover la recuperación del río Puluví	\$ 5.000,00	4 años	EQUIPO TÉCNICO, ACTORES DE LA PARROQUIA.
		Reunión con los distintos actores			
		Recopilar información que permita medir, los logros ambientales y sociales de la propuesta			
		Emitir informes periódicos sobre los resultados de las actividades			
	<b>SUBTOTAL</b>			\$ 49.900,00	
<b>Imprevistos al 10%</b>			\$ 4.990,00		
<b>TOTAL USD</b>			\$ 54.890,00		

Elaboración: Actores del GADP Ayora y el autor

## CAPÍTULO VI

### 6.1. CONCLUSIONES

- ✓ Los resultados de la evaluación físico-químico y biológico de la calidad del agua del río Puluví, demostraron que el recurso hídrico ha sido afectado por las actividades antrópicas y la evacuación de las descargas de aguas residuales sin tratamiento.
- ✓ Los valores de Sólidos Fijos, DQO, DBO<sub>5</sub> se encuentran sobre el límite permisible del TULASMA, que comparados con la concentración típica de aguas residuales tabla de Gutiérrez se encuentran en un rango de concentración fuerte en los tres sitios de muestreo, (PRP3), (PRP4), (PRP5), descargas continuas de aguas residuales domésticas sin tratamiento.
- ✓ Con relación a los parámetros de Temperatura, Nitritos, Nitratos, Sólidos Totales, en los cinco sitios de muestreo los resultados no revelaron valores marcados con los límites permisibles del TULASMA, y según la tabla de concentración típica de aguas residuales de Gutiérrez se encuentran en un rango débil a medio.
- ✓ Las actividades Antrópicas que realizan las comunidades son: La actividad agrícola y la actividad ganadera sin un manejo ambiental, mismas que interfieren en la contaminación del recurso hídrico en la zona alta y media de la microcuenca del río Puluví.
- ✓ Las pequeñas florícolas denominadas “Satélites”, en las comunidades: Santo Domingo 1, Santo Domingo 2, y Santo Domingo de Guzmán en los últimos tiempos ha ido incrementándose teniendo un impacto negativo en la contaminación visual y ambiental de la microcuenca.

- ✓ La ejecución del Propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví permitirá fortalecer la base de datos de la Dirección de Desarrollo y Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cayambe, para la generación de planes de mejoramiento y protección del recurso hídrico.
  
- ✓ En la presentación de la Propuesta de mitigación para la recuperación del río Puluví con los actores claves y beneficiarios, se acordó que el compromiso de la ejecución de la Propuesta se realizará mediante la participación del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San José de Ayora y el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cayambe para la respectiva gestión del recurso hídrico.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se sugiere implementar el tratamiento de las aguas residuales de las comunidades Santo Domingo 1 y Santo Domingo 2 ya que, la obra de alcantarillado público en la actualidad está ejecutándose para posteriormente estar en funcionamiento; donde sus efluentes serán evacuadas al río Puluví.
- ✓ Realizar el control y monitoreo de las descargas de aguas residuales vertidas al río Puluví a través de una ordenanza municipal, y un convenio con un laboratorio de análisis de aguas, misma que es sugerida en el proyecto de control y monitoreo de las descargas de aguas residuales de la propuesta de mitigación.
- ✓ Realizar el análisis de Agroquímicos en la zona media y zona baja de la microcuenca, ya que, la actividad florícola va incrementándose en varias comunidades de esta zona, teniendo una afectación directa o indirecta a la calidad del río Puluví.
- ✓ Debido a la concentración de fosfatos en las descargas de aguas residuales se recomienda, a la población en general cambiar la utilización del detergente en polvo por el detergente en líquido, ya que el detergente líquido es más soluble en el agua y pueden ser descompuestos fácilmente por agentes biológicos como microorganismos permitiendo la recuperación del recurso hídrico.
- ✓ Se recomienda a las autoridades competentes de la parroquia San José de Ayora, integren tesis en los estudios relacionados con el tema de contaminación del recurso hídrico, causadas por las descargas de aguas residuales sin tratamiento en la microcuenca del río Puluví, como en la microcuenca del río San José.

## BIBLIOGRAFÍA

- Universidad Nacional de Costa Rica. (2006). Muestreo de Aguas Residuales. *Universidad nacionala de Costa rica*, 1-48.
- ACP. (11 de 2006). *Manual de reforestacion de cuencas hidrograficas*. Recuperado el 15 de 6 de 2014, de Autoridad del Canal de Panama:  
<http://www.micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2012/06/manual-de-reforestacion-vol1.pdf>
- Agua Ecuador. (25 de 4 de 2012). *La contaminacion del agua en el Ecuador*, 123456789. Recuperado el 20 de 8 de 2013, de El agua en el Ecuador: <http://agua-ecuador.blogspot.com/2012/04/la-contaminacion-del-agua-en-ecuador.html>
- Ambientum. (2012). *Determinacion de los compuestos de contaminacion*. Recuperado el 8 de 11 de 2014, de Ambientum.com:  
[http://www.ambientum.com/enciclopedia/aguas/2.01.18.38\\_1r.html](http://www.ambientum.com/enciclopedia/aguas/2.01.18.38_1r.html)
- AUDITEC. (2011). *Diagnóstico y elaboración del plan de mitigación y mejoramiento de la calidad del agua sobre la Cuenca Parco y Laguna Pias*. LIMA: AUDITEC S.A.C.
- Barbecho, V., & Bósquez, C. (12 de 2 de 2008). *Estudio de Prefactibilidad del Tratamiento de Aguas Residuales del Colector Norte, de la Ciudad Puyo*. Recuperado el 22 de 2 de 2013, de Escuela Politecnica Nacional:  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/992/1/CD-1294.pdf>
- Bethemont, J. (1980). *Aguas residuales y el impacto que causan en los cuerpos acuaticos*.
- Cachipundo, R. (2006). *Diagnostico biofisico y socioeconómico de la subcuenca del rio "lachimba", a través de un sistema de informacion geografica*. Ibarra-Ecuador: Pontificia Universidad Catolica del Ecuador Sede-Ibarra.
- CATIE. (2005). *influencia del uso del suelo en la calidad del agua en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica*. Recuperado el 6 de 8 de 2013, de Recursos naturales y ambiente:  
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3158E/A3158E.PDF>
- CEPEIGE. (2003). *Caracterización de hidrologica de la cuenca alta del rio granobables, determinacion de amenazas y riesgos, canton Cayambe*. Recuperado el 5 de 11 de 2012, de CEPEIGE: <http://www.cepeige.org/Documentos/2003%2850-77%29.pdf>
- Chiriboga, C. (2010). *Propuesta de un sistema de monitoreo para la caracterizacion de las aguas residuales que recepta el rio tahuando*. Universidad Tecnica Norte. Ibarra-Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- CONAGUA. (2010). *“Procedimiento de muestreo, análisis y reporte de calidad de las aguas residuales”*. MÉXICO: Comision Nacional del Agua.

- Corbitt, R. (1999). *Manual de referencia de la ingeniería medio ambiental*. España: McGraw-Hill Segunda Edición.
- Cordero, M., Franco, L., & Hernandez, R. (1 de 2005). *Diagnóstico de la calidad de agua en época seca en el canal principal del río jiboa y propuesta de mitigación de fuentes contaminantes, en una zona critica*. Recuperado el 12 de 8 de 2013, de Universidad del Salvador: <http://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00247/doc00247-contenido.pdf>
- Corsi, R., & Schroeder. (1987). *Emisiones Volátiles y Potenciales Organismos tóxicos*. Nueva York.
- Craun, F., & Berger, L. C. (1997). *Coliform Bacteria and Waterborne Disease Outbreaks. Journal American Water Works Association, Vol.89*.
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). *Sistemas de Manejo de Aguas Residuales para Núcleos Pequeños y Descentralizados. Tomo 1, 1043 pp*. Bogota: Ed. Por Emma Ariza H. Colombia.
- FAO. (2005). *FAO*. Recuperado el 13 de 3 de 2014, de Uso del agua en la agricultura: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0511sp2.htm>
- Fattorelli, S., & Fernández, P. (2011). *Diseño Hidrológico*. Zaragoza-España: Edición Digital.
- Feachem, R. J., & Bradley, H. D. (1983). *Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wasterwater Management*, . New York: World Bank by John Wiley & Sons.
- Grady, C. P. (1980). *Tratamiento Biológico de Aguas Residuales, Teoría y Aplicación*, Marcel Dekker. New York.
- GREENFACTS. (2009). *Recursos Hídricos*. Recuperado el 25 de 11 de 2013, de [greenfacts.org](http://www.greenfacts.org): <http://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout.pdf>
- Hermes, i., Hyagna, c., & reyes, J. (2013). *Campaña de cambio social para incrementar la conciencia ambiental sobre la contaminación de las aguas en el Consejo Popular N°.14, Puerto Padre*. CUBA: Universidad " Vladimir Ilich Lenin" Facultad Ciencias Humanísticas.
- INIA. (2010). *Métodos de aforos de caudal ( Parte I)*. Region Arica-Chile: INIA-URURI Ministerio de Agricultura Chile.
- Levine, A., & Asano, T. y. (1985). *Caracterización y Distribución Según el Tamaño de Contaminantes en Aguas Residuales: Tratamiento y Reutilización, Vol. 57, No. 7, pp. 205-216*.

- López Geta, J. A., Moreno Merino, L., & Navarrete Martínez, P. (1997). *Guía operativa para la recogida, almacenamiento y transporte de muestras de aguas subterráneas destinadas al análisis químico y bacteriológico*. Madrid-España: Madrid : Instituto Tecnológico Geominero de España, 1997.
- Manuel, G. (2011). *Universidad Estatal a Distancia Vicerrectoria Académica*. Recuperado el 16 de 8 de 2013, de Determinación del efecto del uso del suelo (Influencia Antropogénica): <http://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/wp-content/uploads/2013/02/Tesis-manuel-guerrero.pdf>
- Mejía, M. R. (6 de 2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*. Recuperado el 8 de 7 de 2014, de CATIE: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOCA/A0602E/A0602E.PDF>
- Meli, P., & Carrasco, V. (2011). *Restauración ecológica de los ríos Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en los arroyos de la Selva Lacandona*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- NONMAR, N. d. (2010). *Manual Operativo de las Normas de Muestreos de Aguas Residuales NCH 411/10*. Santiago, Chile.
- PDOT. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Cayambe 2012-2024*. Cayambe-Ecuador: GAD Cayambe.
- PDOT. (2013). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia San José de Ayora 2013-2015*. Ayora-Cayambe-Ecuador: GADP Ayora.
- Plan Nacional para el Desarrollo del Buen Vivir . (2013-2017). Ecuador.
- PROARCA. (12 de 2004). *Guía Práctica de monitoreo de procesos de tratamiento de aguas residuales*. Recuperado el 17 de 7 de 2013, de Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales: <http://www.alianzaporelagua.org/saneamiento/publicaciones/29-guia-para-el-manejo-de-excretas-y-aguas-residuales-municipales>
- Puente, P. M. (2012). *Diseño y Dimensionamiento de Plantas de Tratamiento Convencional de Aguas Residuales con Utilización de Software Libre*. Ibarra.
- SENAGUA. (2012). *Estudio técnico: DNCA-DHN-12-01; "Análisis de la calidad del agua en la subcuenca del río Coca"*. Quito-Ecuador: SENAGUA.
- Snoeyink, V., & Jenkins, D. (1988). *Química del Agua, 2da Edición*; Jhon Wiley & Sons, New York.
- Standard Methods. (1995). *Standard Methods for the Examination, 19th. Ed.* Washington, DC.: American Public Health.

- Stanier, R., & Igraham, J. (1986). *Mundo de la Microbiología 5ta Edición Englewood Cliffs*. New York.
- Tania, G. L., & Paspuel. (2012). " *Propuesta de un plan participativo en la microcuenca del río Cordova, parroquia Chuga*". Ibarra-Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- TECSISTECATL. (11 de 12 de 2011). *Análisis de la Problemática de aguas residuales en la región de Texcoco, estado de México*. Recuperado el 11 de 10 de 201, de EUMED: <http://www.eumed.net/rev/tecsistecatln11/ggbc.html#>
- Thomas, H. (1885). *Bacterial Desinties from Fermentation Tube Tests, Journal American Water Works Association, Vol.34, No.4, p.572*.
- TULASMA. (2007). *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua Libro VI Anexo 1*. Ecuador.
- U.S. EPA. (1985). *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents to freshwater and marine Organisms, EPA-60074-85/013, U.S.EPA enviromental Protection Agency*. Washington, DC.
- UNOPAC. (1999). *La Floricultura en Cayambe*. Quito-Ecuador: Sistema Digital DocuTech.

### **Referencia bibliográfica de periódico y de revistas**

- El Universo. (18 de Marzo de 2009). *Diario el Universo*. Recuperado el 07 de Junio de 2014, de <http://www.eluniverso.com/2009/03/18/1/1430/3927AAEE806F4DF68C94A6C26704856D.html>
- la Hora. (3 de Enero de 2015). *Contaminación acecha a ríos de Loja, hay 69 desfogues de aguas servidas, según estudio*. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Contaminación acecha a ríos de Loja, hay 69 desfogues de aguas servidas, según estudio: <http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/fotoReportaje/1101768187#>

## **ANEXOS**

## **ANEXO I**

### **TABLAS**

- **Tabla 1.** Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público
- **Tabla 2.** Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina
- **Tabla 3.** Composición típica de las aguas residuales Domésticas

- Tabla 1. Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
<b>Aceites y grasas</b>	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
<b>Alkil mercurio</b>		mg/l	<b>No detectable</b>
<b>Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.</b>		mg/l	Cero
<b>Aluminio</b>	Al	mg/l	5,0
<b>Arsénico total</b>	As	mg/l	0,1
<b>Bario</b>	Ba	mg/l	5,0
<b>Cadmio</b>	Cd	mg/l	0,02
<b>Carbonatos</b>	CO <sub>3</sub>	mg/l	0,1
<b>Caudal máximo</b>		l/s	1,5 veces el caudal promedio horario del sistema de Alcantarillado.
<b>Cianuro total</b>	CN <sup>-</sup>	mg/l	1,0
<b>Cobalto total</b>	Co	mg/l	0,5
<b>Cobre</b>	Cu	mg/l	1,0
<b>Cloroformo</b>	Extracto carbón cloroformo (ECC)	Mg/l	0,1
<b>Cloro Activo</b>	Cl	mg/l	0,5
<b>Cromo Hexavalente</b>	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
<b>Compuestos fenólicos</b>	Expresado como fenol	mg/l	0,2
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)</b>	D.B.O.5	mg/l	250
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	D.Q.O	mg/l	500

*Continúa.....*

....continuación

<b>Di cloro etileno</b>	Di cloro etileno	mg/l	1,0
<b>Fósforo Total</b>	P	mg/l	15
<b>Hierro total</b>	Fe	mg/l	25,0
<b>Hidrocarburos Totales de Petróleo</b>	TPH	mg/l	20
<b>Manganeso total</b>	Mn	mg/l	10,0
<b>Materia flotante</b>	Visible		Ausencia
<b>Mercurio (total)</b>	Hg	mg/l	0,01
<b>Níquel</b>	Ni	mg/l	2,0
<b>Nitrógeno Total</b>	N	mg/l	40
<b>Plata</b>	Ag	mg/l	0,5
<b>Plomo</b>	Pb	mg/l	0,5
<b>Potencial de hidrógeno</b>	Ph		5-9
<b>Sólidos Sedimentables</b>		mg/l	20
<b>Sólidos Sedimentables</b>		mg/l	220
<b>Sólidos totales</b>		mg/l	1600
<b>Selenio</b>	Se	mg/l	0,5
<b>Sulfatos</b>	So <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400
<b>Sulfuros</b>	S	mg/l	1,0
<b>Temperatura</b>	°C		<40
<b>Tenso activos</b>	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
<b>Tricloroetileno</b>	Tricloroetileno	mg/l	1,0
<b>Tetracloruro de Carbono</b>	Tetracloruro de Carbono	mg/l	1,0
<b>Sulfuro de carbono</b>	Sulfuro de Carbono	mg/l	1,0
<b>Compuestos Órgano clorados (totales)</b>	Concentración de organo clorados totales.	mg/l	0,05
<b>Organofosforados y carbonatos (totales)</b>	Concentración de órgano fosforado y carbonatos totales.	mg/l	0,1
<b>Vanadio</b>	V		5,0
<b>Zinc</b>	Zn	mg/l	10

---

Fuente: Libro VI anexo 1 del TULASMA.

- Tabla 2. Normas De Descarga De Efluentes A Un Cuerpo De Agua O Receptor: Agua Dulce Y Agua Marina

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
<b>Aceites y grasas</b>	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
<b>Alkil mercurio</b>		mg/l	No detectable
<b>Aldehídos</b>		mg/l	2,0
<b>Aluminio</b>	Al	mg/l	5,0
<b>Arsénico total</b>	Ar	mg/l	0,1
<b>Bario</b>	Ba	mg/l	2,0
<b>Boro total</b>	B	mg/l	2,0
<b>Cadmio</b>	Cd	mg/l	0,02
<b>Cianuro total</b>	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
<b>Cloro Activo</b>	Cl	mg/l	0,5
<b>Cloroformo</b>	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
<b>Cloruros</b>	Cl <sup>-</sup>	mg/l	1000
<b>Cobre</b>	Cu	mg/l	1,0
<b>Cobalto</b>	Co	mg/l	0,5
<b>Coliformes fecales</b>	Nmp/100 ml		Remoción > al 99,9 %
<b>Color real</b>	color real	Unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
<b>Compuestos fenólicos</b>	Fenol	mg/l	2,0
<b>Cromo</b>	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
<b>Hexavalente demanda bioquímica de oxígeno (5 días)</b>	D.Q.O <sub>5</sub>	mg/l	100
<b>Demanda bioquímica de oxígeno.</b>	D.Q.O	mg/l	250
<b>Dicloroetileno</b>	Dicloroetileno	mg/l	1,0
<b>Estaño</b>	Sn	mg/l	5,0
<b>Fluoruros</b>	F	mg/l	5,0
<b>Fosforo total</b>	P	mg/l	10
<b>Hierro total</b>	Fe	mg/l	10,0
<b>Hidrocarburos Totales de Petróleo</b>	TPH	mg/l	20,0
<b>Manganeso total</b>	Mn	mg/l	2,0
<b>Materia flotante</b>	Visible		Ausencia
<b>Mercurio total</b>	Hg	mg/l	0,005
<b>Níquel</b>	Ni	mg/l	2,0
<b>Nitratos + Nitritos</b>	Expresado (N)	mg/l	10,0
<b>Nitrógeno Total</b>	N	mg/l	15

*Continúa.....*

.....Continúa

<b>Órgano clorados</b>	Concentración de órgano clorados totales	mg/l	0,05
<b>Organofosforado</b>	Concentraciones de organofosforado totales	mg/l	0,1
<b>Plata</b>	Ag	mg/l	0,1
<b>Plomo</b>	Pb	mg/l	0,2
<b>Potencial de hidrogeno</b>	pH		5-9
<b>Selenio</b>	Se	mg/l	0,1
<b>Sólidos sedimentables</b>		mg/l	1,0
<b>Sólidos suspendidos totales</b>		mg/l	100
<b>Sólidos totales</b>		mg/l	1600
<b>Sulfatos</b>	SO 4 <sup>=</sup>	mg/l	1000
<b>Sulfitos</b>	SO 3		2,0
<b>Sulfuros</b>	S		0,5
<b>Temperatura</b>	°C		< 35°
<b>Tenso activos</b>	Sustancias activas al azul de metileno		0,5
<b>Tetracloruro de carbono</b>	Tetracloruro de carbono		1,0
<b>Tricloro etileno</b>	Tricloroetileno		1,0
<b>Vanadio</b>			5,0
<b>Zinc</b>	Zn		5,0

**Fuente:** libro VI anexo 1 del TULASMA.

\* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

- Tabla 3. Composición típica de las aguas residuales domésticas

CONSTITUYENTE	Unidad mg/l	CONCENTRACIÓN		
		Fuerte mg/l	Media mg/l	Débil mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días, 20 °C	mg/l	350	200	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	1000	500	250
Ph	mg/l	7.5	7	6.5
Sólidos totales	mg/l	1.200	700	350
Sólidos Disueltos	mg/l	850	500	250
Fijos	mg/l	525	300	145
Volátiles	mg/l	325	200	105
Totales suspendidos	mg/l	350	200	100
Fijos	mg/l	75	50	30
Volátiles	mg/l	275	150	70
Sólidos Sedimentales	mg/l	20	10	5
Carbono Orgánico Total(COT)	mg/l	300	200	100
Nitrógeno Total(como N)	mg/l	60	40	20
Orgánico	mg/l	35	15	8
Amoniaco Libre	mg/l	50	25	12
Nitritos	mg/l	0	0	0
Nitratos	mg/l	0	0	0
Fósforo Total	mg/l	20	10	6
Orgánico	mg/l	15	7	4
Inorgánico	mg/l	150	50	30
Cloruros	mg/l	350	100	50
Alcalinidad( CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	150	100	50
Grasas	mg/l	150	100	50

**Fuente:** Gutiérrez, Citado por Chiriboga, 2010.

## **ANEXO II**

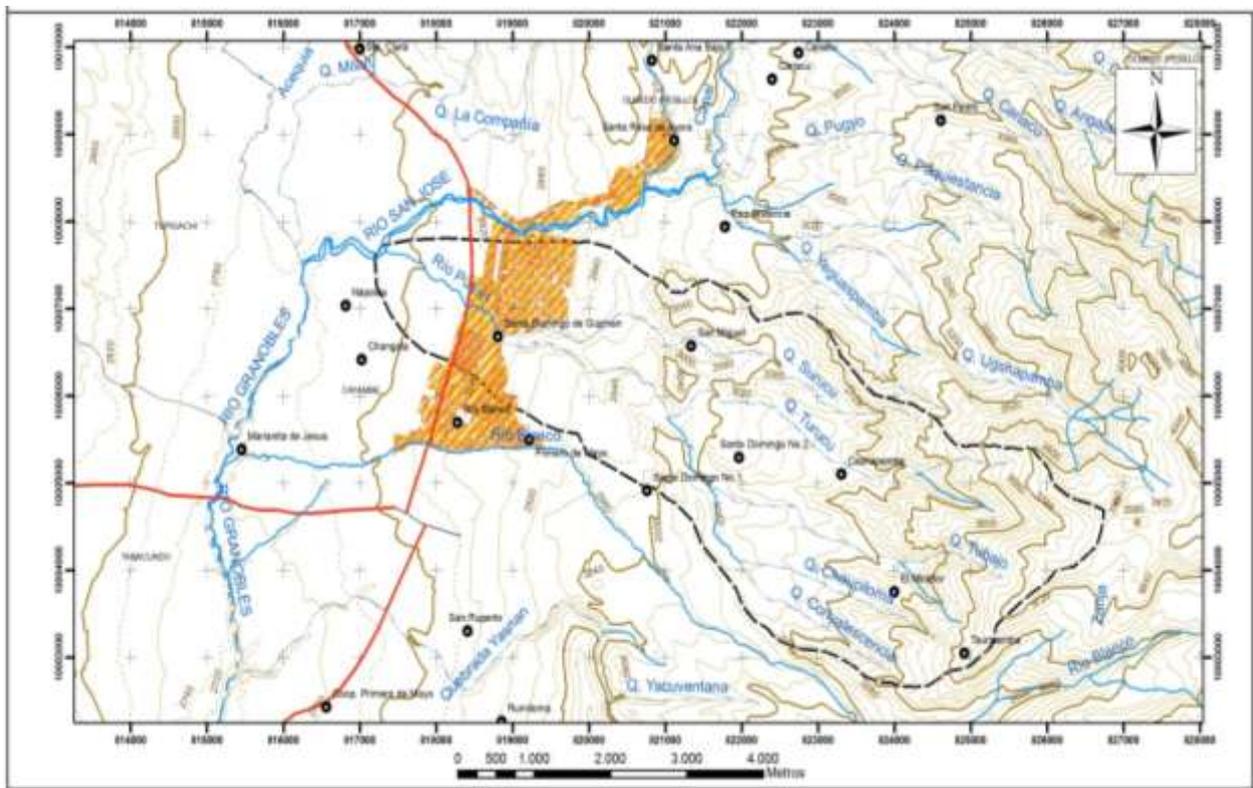
### **HERRAMIENTAS TÉCNICAS**

- **Formato 1.** Ficha de recolección de muestra y de custodia
- **Formato 2.** Formato 2 mapa parlante
- **Formato 3.** Registro de firmas de los asistentes

- **Formato1:** Ficha de recolección de muestra y de custodia

<b>PUNTO:</b> .....	<b>Fecha:</b> .....	
<b>Código:</b> .....	<b>Hora:</b> .....	
<b>Tipo de muestra:</b>		
<b>Lugar de muestreo:</b>		
<b>Responsable:</b>		
<b>Condición:</b>		
<b>Observaciones:</b>		

- **Formato2:** Mapa Parlante

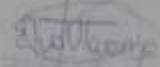


- **Formato 3:** Registro de firma de los asistentes





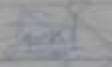
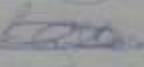
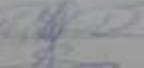
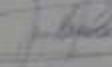
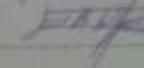
CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN, Y LA PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL LAGO PULLVI UBICADO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARRISHIA AYORA.

NOMBRES Y APELLIDOS	COMUNIDAD, ORGANIZACIÓN	CI	FIRMA
Klaiver Guevara Eraso	GADP-AYORA	18017720PT	
Elva Ulvarongo A	GADP-AYORA	100303058-5	
Fernando Porcochi	GADP-AYORA	1713312384	
Israel Burbano S	GADP-AYORA	171118092-5	
Ysidro Incha	GADP-AYORA	1711270287	





CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN, Y LA PROPUESTA DE MITIGACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL LAGO PULLVI UBICADO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN CAYAMBE, PARRISHIA AYORA.

NOMBRES Y APELLIDOS	COMUNIDAD, ORGANIZACIÓN	CI	FIRMA
Laura Esther Contreras Quintana	CEP del Lago Ayora	1711270287	
Luis Germán Flores G	Lago Ayora	1709500523	
Roberto T	Lago Ayora	1711270287	
Santiago Borda Cruz	Ayora	1709500523	
Adela Adona	Ayora	1709500523	
Ysidro Incha	Ayora	1711270287	
Enzo Adona	Baño Oriente	1711270287	
Luis Esquivel Incha	GAD-AYORA	1709500523	
Don Alberto Burbano B	Lago Parangait	1709500523	

## **ANEXO III**

- **INFORME DE LOS ANÁLISIS DE AGUA REALIZADO POR EL LABORATORIO DE LA PUCE-SI**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA  
LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

**Datos:**

Solicitado por: Sr. Darío Imbago  
Muestra de: Agua  
Número de Muestras: 05  
Fecha de recepción: 03-09-2013  
Fecha de análisis: 03-05 de septiembre de 2013

**Descripción:**

Código: 07.0974  
Código de laboratorio: 07.0974  
Estado: Líquida  
Fecha entrega de resultados: 06-09-2013  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en laboratorio.  
Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: Físico-Químico, Biológico, Microbiológico

**RESULTADOS:**

**MICROBIOLÓGICO**

Muestra	Corresponde	E Coli (UFC/ml)	Coliformes totales (UFC/ml)
M1	PRP6	20	1
M2	PRP5	MNPC	MNPC
M3	PRP3	1	2
M4	PRP4	MNPC	MNPC
M5	PRP2	3	3

MNPC: Muy Numerosas para contar

**FÍSICO – QUÍMICO- BIOLÓGICO**

Muestra	pH	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (us/cm)	Sólidos Totales (mg/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	Sólidos fijos (mg/L)
M1	6.30	17.1	480	335	140	213
M2	5.97	17.3	391	420	220	200
M3	6.79	17.3	259	1780	70	1710
M4	6.82	17.3	455	365	150	213
M5	7.17	17.2	371	310	160	150

Muestra	Nitritos NO <sub>2</sub> (ppm)	Nitratos NO <sub>3</sub> (ppm)	Amonio NH <sub>4</sub> (ppm)	Fosfatos PO <sub>4</sub> (ppm)
M1	0.32	6.7	2.52	7.6
M2	0.10	2.1	2.08	3.3
M3	0.04	0.8	0.98	1.4
M4	0.26	2.4	3.18	2.2
M5	0.05	1.4	1.02	1.7



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA

LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

Datos:

Solicitado por: Sr. Darío Imbago  
Muestra de: Agua  
Número de Muestras: 05  
Fecha de recepción: 10-09-2013  
Fecha de análisis: 10- 12 de septiembre de 2013

Descripción:

Código:  
Código de laboratorio: 07.0978  
Estado: Líquida  
Fecha entrega de resultados: 13-09-2013  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en laboratorio.

Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: Físico-Químico, Biológico, Microbiológico

RESULTADOS:

MICROBIOLÓGICO

Muestra	Corresponde	E Coli (UFC/ml)	Coliformes totales (UFC/ml)
M1	Prp 1	3	MNPC
M2	Prp 2	MNPC	MNPC
M3	Prp 3	MNPC	MNPC
M4	Prp 4	MNPC	MNPC
M5	Prp 5	MNPC	MNPC

MNPC: Muy Numerosas para contar

FÍSICO - QUÍMICO- BIOLÓGICO

Muestra	pH	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (us/cm)	Sólidos Totales (mg/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	Sólidos fijos (mg/L)
M1	6.26	9.7	320	325	75	250
M2	6.06	9.7	266	140	45	95
M3	6.17	9.7	622	320	70	250
M4	6.16	9.6	444	290	115	175
M5	6.45	11.4	499	300	80	220

Muestra	Nitritos NO <sub>2</sub> (ppm)	Nitratos NO <sub>3</sub> (ppm)	Amonio NH <sub>4</sub> (ppm)	Fosfatos PO <sub>4</sub> (ppm)
M1	0.04	4.4	0.83	1.3
M2	0.03	1.0	0.94	1.4
M3	0.26	1.8	3.23	1.4
M4	0.06	1.3	3.42	4.2
M5	0.83	1.3	3.63	4.5



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA

LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

Datos:

Solicitado por: Sr. Darío Imbago  
Muestra de: Agua  
Número de Muestras: 05  
Fecha de recepción: 11-11-2013  
Fecha de análisis: 11- 13 de noviembre de 2013

Descripción:

Código: 07.1198  
Código de laboratorio: 07.1198  
Estado: Líquido  
Fecha entrega de resultados: 18-11-2013  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en laboratorio.  
Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: Físico-Químico, Biológico, Microbiológico

RESULTADOS:

MICROBIOLÓGICO

Muestra	Corresponde	E Coli (UFC/ml)	Coliformes totales (UFC/ml)
M1	Punto 1	2	MNPC
M2	Punto 2	5	MNPC
M3	Punto 3	8	MNPC
M4	Punto 4	16	MNPC
M5	Punto 5	20	MNPC

MNPC: Muy Numerosas para contar

FÍSICO – QUÍMICO- BIOLÓGICO

Muestra	pH	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (us/cm)	Sólidos Totales (mg/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	Sólidos fijos (mg/L)
M1	7.73	16.7	253.0	235	125	110
M2	7.94	15.6	224.0	280	135	145
M3	7.97	15.0	474.5	430	190	260
M4	8.18	14.9	793.0	555	300	255
M5	7.88	15.0	815.0	635	315	320



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA

LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

Datos:

Solicitado por: Sr. Darío Imbago  
Muestra de: Agua  
Número de Muestras: 05  
Fecha de recepción: 17-09-2013  
Fecha de análisis: 17 - 19 de septiembre de 2013

Descripción:

Código: 07.0980  
Código de laboratorio: 07.0980  
Estado: Líquida  
Fecha entrega de resultados: 20-09-2013  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en laboratorio.

Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: Físico-Químico, Biológico, Microbiológico

RESULTADOS:

MICROBIOLÓGICO

Muestra	Corresponde	E Coli (UFC/ml)	Coliformes totales (UFC/ml)
M1	Prp 1	7	95
M2	Prp 2	50	57
M3	Prp 3	-	MNPC
M4	Prp 4	MNPC	MNPC
M5	Prp 5	MNPC	MNPC

MNPC: Muy Numerosas para contar

FÍSICO - QUÍMICO- BIOLÓGICO

Muestra	pH	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (us/cm)	Sólidos Totales (mg/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	Sólidos fijos (mg/L)
M1	6.71	21.8	357	290	105	185
M2	8.04	21.8	250	240	90	150
M3	7.69	21.5	585	560	235	325
M4	7.56	21.4	370	470	250	220
M5	6.84	21.7	727	645	355	290

Muestra	Nitritos NO <sub>2</sub> (ppm)	Nitratos NO <sub>3</sub> (ppm)	Amonio NH <sub>4</sub> (ppm)	Fosfatos PO <sub>4</sub> (ppm)
M1	0.06	1.7	0.99	3.5
M2	0.04	2.2	0.91	2.6
M3	0.09	0.5	2.63	3.4
M4	0.09	0.3	3.13	4.5
M5	0.17	1.0	2.66	9.6



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA  
LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

**Datos:**

Solicitado por: Sr. Darío Imbago  
Muestra de: Agua  
Número de Muestras: 05  
Fecha de recepción: 17-09-2013  
Fecha de análisis: 17 - 19 de septiembre de 2013

**Descripción:**

Código: 07.0980  
Código de laboratorio: 07.0980  
Estado: Líquida  
Fecha entrega de resultados: 20-09-2013  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en laboratorio.

Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: Físico-Químico, Biológico, Microbiológico

**RESULTADOS:**

**MICROBIOLÓGICO**

Muestra	Corresponde	E Coli (UFC/ml)	Coliformes totales (UFC/ml)
M1	Prp 1		
M2	Prp 2		
M3	Prp 3		
M4	Prp 4		
M5	Prp 5		

MNFC: Muy Numerosas para contar

**FÍSICO - QUÍMICO- BIOLÓGICO**

Muestra	pH	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (us/cm)	Sólidos Totales (mg/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	Sólidos fijos (mg/L)
M1	7.20	22.8	337	335	80	255
M2	7.56	22.7	253	245	5	240
M3	7.48	22.7	569	660	275	385
M4	7.37	22.7	333	295	75	220
M5	6.48	22.8	720	620	230	390

Muestra	Nitritos NO <sub>2</sub> (ppm)	Nitratos NO <sub>3</sub> (ppm)	Amonio NH <sub>4</sub> (ppm)	Fosfatos PO <sub>4</sub> (ppm)
M1	0.04	2.6	0.04	2.2
M2	0.05	2.6	1.08	2.5
M3	0.13	2.4	2.01	5.2
M4	0.11	1.6	3.85	3.3
M5	0.12	1.6	3.66	8.0

Muestra	Nitritos NO <sub>2</sub> (ppm)	Nitratos NO <sub>3</sub> (ppm)	Amonio NH <sub>4</sub> (ppm)	Fosfatos PO <sub>4</sub> (ppm)
M1	0.04	1.3	0.77	1.2
M2	0.03	1.2	0.78	1.3
M3	0.07	1.4	Mayor a 3.0	4.4
M4	0.13	2.7	1.72	7.8
M5	0.13	2.0	Mayor a 3.0	7.7

Muestra	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)
M1	364	329
M2	346	291
M3	319	264
M4	1078	254
M5	11611	243

#### MÉTODOS DE LABORATORIO

Determinación de	Método
pH	Potenciométrico
Conductividad	Conductimétrico
Densidad, sólidos totales, fijos y volátiles	Gravimétrico
Turbidez	Nefelométrico
Dureza total	Volumétrico
Nitritos, Fosfatos, Cloro total y residual	Fotométrico

Analizado por:

  
 Dra. Moraima Mera  
 Jefa Laboratorios ECAA





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA  
LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

**Datos:**

Solicitado por: Sr. Darío Imbago  
Muestra de: Agua  
Número de Muestras: 05  
Fecha de recepción: 15-11-2013  
Fecha de análisis: 15 - 20 de noviembre de 2013

**Descripción:**

Código: 07.11101  
Código de laboratorio: 07.11101  
Estado: Líquida  
Fecha entrega de resultados: 21-11-2013  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en laboratorio.  
Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: DEMANDA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

**RESULTADOS:**

Muestra	Corresponde	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)
M1	PRP # 1	376	351
M2	PRP # 2	838	308
M3	PRP # 3	1215	324
M4	PRP # 4	1110	348
M5	PRP # 5	2811	316

**Analizado por:**

  
Dra. Maira Mera  
Jefa Laboratorios ECAA





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA

LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

**Datos:**

Solicitado por: Sr. Darío Imbago  
Muestra de: Agua  
Número de Muestras: 05  
Fecha de recepción: 20 -11-2013  
Fecha de análisis: 21 - 26 de noviembre de 2013

**Descripción:**

Código: 07.11101  
Código de laboratorio: 07.11101  
Estado: Líquido  
Fecha entrega de resultados: 27-11-2013  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en laboratorio.  
Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: DEMANDA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

**RESULTADOS:**

Muestra	Corresponde	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)
M1	Puluví Cayambe 1	400	225
M2	Puluví Cayambe 2	725	232
M3	Puluví Cayambe 3	272	227
M4	Puluví Cayambe 4	517	321
M5	Puluví Cayambe 5	621	370

Analizado por:

  
Dra. Maira Mera  
Jefa Laboratorios ECAA





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA  
LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

**Datos:**

Solicitado por: Sr. Darío Imbago  
Muestra de: Agua  
Número de Muestras: 05  
Fecha de recepción: 26-11-2013  
Fecha de análisis: 27 de noviembre - 02 de diciembre de 2013

**Descripción:**

Código: 07.11109  
Código de laboratorio: 07.11109  
Estado: Líquide  
Fecha entrega de resultados: 03-12-2013  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en laboratorio.  
Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: DEMANDA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

**RESULTADOS:**

Muestra	Corresponde	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)
M1	1	600	214
M2	2	422	215
M3	3	557	320
M4	4	668	355
M5	5	379	349

**Analizado por:**

  
Dra. Moraima Mera  
Jefa Laboratorios ECAA



## **ANEXO IV**

### **MAPAS**

- **MAPA 1:** MAPA DE UBICACIÓN
  
- **MAPA 2:** MAPA BASE
  
- **MAPA 3:** MAPA DE UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO.
  
- **MAPA 4:** MAPA DE ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA Y DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS
  
- **MAPA 5:** MAPA DE ÁREAS DE REFORESTACIÓN