



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de:  
Ingeniero Ambiental”

**TRABAJO DE GRADUACION**

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS RÍOS, NAGSICHE Y PUMACUNCHI,  
PERTENECIENTES A LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE, DE LA PROVINCIA DE  
COTOPAXI.**

**Autores:**

Pedro Neptalí Pérez Villafuerte  
Angel Roberto Quishpi Guallo

**Director:**

Ing. Patricio Santillán

**RIOBAMBA – ECUADOR**

2016

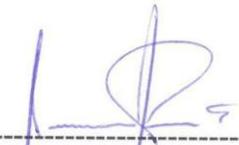
## CERTIFICACIÓN

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS RÍOS, NAGSICHE Y PUMACUNCHI, PERTENECIENTES A LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI” presentado por: Pedro Neptali Pérez Villafuerte y Angel Roberto Quishpi Guallo y dirigida por: Ing. Patricio Santillán.

Una vez revisada y escuchada la defensa oral del informe del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

**Ing. Iván Ríos**  
**Presidente del Tribunal**

  
-----  
**FIRMA**

**Ing. Patricio Santillán**  
**Director del Proyecto**

  
-----  
**FIRMA**

**Ing. Juan Carlos Caicedo**  
**Miembro del Tribunal**

  
-----  
**FIRMA**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Nosotros, Pedro Neptalí Pérez Villafuerte y Angel Roberto Quishpi Guallo, somos responsables de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación, y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.



---

Pedro Neptalí Pérez Villafuerte

**C.I:** 1500811136



---

Angel Roberto Quishpi Guallo

**C.I:** 0604410803

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por brindarnos fuerzas a nuestros padres por su apoyo a nuestras familias, queridos docentes de toda nuestra formación académica y amigos.*

*Nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo a la Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Ambiental por abrirnos las puertas y formarnos como profesionales.*

*Agradecimiento sincero al Ing. Patricio Santillán director del proyecto de investigación quien nos orientó, y nos brindó su apoyo incondicional y consejos para el desarrollo de nuestra investigación.*

*Agradecidos también Al Ing. Juan Carlos Caicedo miembro del tribunal que, con su amplio conocimiento, apoyo al desarrollo de esta investigación.*

*Además, Al Ing. Iván Ríos presidente del tribunal por su tiempo prestado a esta investigación*

*A los Ingenieros Benito Mendoza y Juan Carlos Lara por facilitarnos los Laboratorios de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo y su apoyo en los diferentes análisis realizados en nuestra investigación.*

*Al Ing. Roberto Delly por su apoyo brindado en la identificación de los macroinvertebrados acuáticos.*

*Y como no agradecer a la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA) por su apertura y apoyo, y en especial a los Ingenieros Marcia Chancusig y José Luis Coba Técnicos de CESA quienes contribuyeron al desarrollo de esta de investigación.*

***Gratitud Eterna.***

## **DEDICATORIA**

*A Dios por darme la fortaleza y fuerzas para seguir luchando día a día para cumplir mis sueños.*

*A mis padres Pedro y Mercedes por darme la vida, por su amor brindado por esa sabiduría y consejos que me dieron para enfrentar la vida y salir adelante ante cualquier adversidad, aunque tuvimos que separarnos por cosas de la vida jamás me abandonaron y siempre estuvieron apoyándome en mis sueños les quiero mucho.*

*A mis hermanas Ximena y Mercedes por su apoyo y amor brindado, mis sobrinos quienes me llenan de mucha alegría todos los días.*

*A mis dos amores Vanessa y Andrea por ser mi mayor alegría y bendición que tengo gracias por su apoyo y amor que me dan día a día.*

*A mi tío Alberto (+) por su apoyo brindado, quien lamentablemente no pudo estar en este momento conmigo y ver cumplido uno de sus mayores sueños. Pero desde el lugar en donde se encuentra sé que me cuida y protege.*

*A la familia Jiménez Vargas por su apoyo incondicional brindado.*

*A mis amigos por su apoyo y tiempo prestado es esos momentos que los necesite y estuvieron presentes.*

**Pedro Pérez**

## **DEDICATORIA**

*Con profundo amor y cariño dedico esta investigación. A Dios quien me ha dado la fortaleza necesaria para alcanzar este gran objetivo. De manera especial quiero agradecer a mi familia; A mis padres Manuel y Elena quienes me inculcaron, la sencillez la humildad la honradez, además que con su amor y sacrificio me apoyaron en todo momento, con el sueño de ver a su hijo convertido en un verdadero profesional, por lo que tanto han luchado, más que el mío es el logro de ustedes. A mis hermanos; Luis y Edison, hermanas; María, Verónica, Jennifer y mis sobrinas, quienes me impulsaron siempre a seguir adelante.*

*A mis amigos por el apoyo brindado durante toda esta investigación.*

**Angel Quishpi**

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xix
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. GENERAL:.....	2
1.2.2. ESPECÍFICOS.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	4
2.1. EL PÁRAMO.....	4
2.2. CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	4
2.2.1. PARTES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	5
2.2.2. ELEMENTOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	5
2.2.3. FUNCIONES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	6
2.2.4. SERVICIOS AMBIENTALES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	7
2.2.5. DIVISIÓN DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	7
2.2.6. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	8
2.2.7. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	9
2.2.7.1. Delimitación de una cuenca.....	9
2.2.7.2. Sobre un plano topográfico.....	9
2.2.7.3. Utilizando las herramientas SIG.....	9
2.2.7.4. Parámetros Morfométricos de la Cuenca Hidrográfica.....	10
2.3. CAUDAL.....	18
2.3.1. AFORO.....	18
2.3.2. MÉTODO DEL FLOTADOR.....	18

2.3.3. AFORO CON MOLINETE HIDROMÉTRICO .....	20
2.3.4. HIDROGRAMA .....	21
2.4. CALIDAD DEL AGUA .....	22
2.4.1. ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA ICA .....	23
2.4.1.1. Índices Físico-Químico, Microbiológico.....	23
2.4.1.2. Índices Biológicos o Bioindicadores .....	43
2.4.1.2.1. Macroinvertebrados Acuáticos .....	43
2.4.2. LOS ÍNDICES MÁS UTILIZADOS.....	46
2.4.2.1. El Índice ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera,) .....	46
2.4.2.2. El Índice Biológico Andino (ABI).....	48
2.5. CONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS .....	50
2.5.1. FUENTES DE CONTAMINACIÓN .....	50
2.5.1.1. Fuentes naturales.....	50
2.5.1.2. Fuentes artificiales .....	50
2.5.2. SUSTANCIAS CONTAMINANTES DEL AGUA .....	52
2.5.2.1. Microorganismos patógenos .....	52
2.5.2.2. Desechos Orgánicos. ....	52
2.5.2.3. Sustancias Químicas Inorgánicas.....	52
2.5.2.4. Nutrientes vegetales inorgánicos.....	52
2.5.2.5. Compuestos orgánicos. ....	53
2.5.2.6. Sedimentos y materiales suspendidos .....	53
2.5.2.7. Sustancias radiactivas.....	53
2.5.2.8. Contaminación térmica. ....	53
2.5.2.9. Eutrofización .....	53
2.5.3. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN LA SALUD .....	54
2.5.3.1. Directos .....	54
2.5.3.2. Indirecto. ....	54
2.6. LEGISLACIÓN RELACIONADA CON LA PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS HÍDRICOS.....	55
CAPITULO III.....	58
3. METODOLOGÍA .....	58
3.1. TIPO DE ESTUDIO .....	58
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	58
3.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	59
3.3.1. MICROCUENCA DEL RÍO PUMACUNCHI .....	62
3.3.1.1. Localización.....	62

3.3.1.2. Superficie .....	62
3.3.1.3. Ubicación geográfica .....	62
3.3.1.4. Clasificación ecológica .....	62
3.3.1.5. Clima.....	64
3.3.1.6. Hidrología .....	64
3.3.1.7. Usos de suelo .....	66
3.3.1.8. Población .....	70
3.3.1.9. Situación Económica .....	70
3.3.1.10 . Parámetros Morfométricos.....	71
3.3.2 MICROCUENCA DEL RÍO NAGSICHE .....	75
3.3.2.1. Localización.....	75
3.3.2.2. Superficie .....	75
3.3.2.3. Ubicación geográfica .....	75
3.3.2.4. Clasificación ecológica .....	75
3.3.2.5. Clima.....	77
3.3.2.6. Uso del suelo.....	77
3.3.2.7. Hidrología .....	82
3.3.2.8. Población .....	82
3.3.2.9. Situación Económica .....	83
3.3.2.10 Parámetros Morfométricos .....	84
3.3.3 Flora .....	88
3.3.4 Fauna .....	89
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	91
3.5 PROCEDIMIENTOS .....	93
3.5.1 PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PRIMER OBJETIVO.....	93
3.5.2 PARA EL CUMPLIMIENTO DEL SEGUNDO OBJETIVO.....	94
3.5.2.1 Para calcular el Índice de Calidad de Agua ICA NSF.....	94
3.5.2.2 Descripción del método de recolección de las muestras para análisis Físico-Químicos y microbiológicos. “ICA NSF”.....	95
3.5.2.3 Descripción del periodo de muestreo.....	95
3.5.2.4 Preparación para la toma de muestras de los parámetros físicos químicos .....	96
3.5.2.4.1 Procedimiento para la toma de muestras: .....	96
3.5.2.5 Análisis de parámetros Físico-Químicos In situ. ....	97
3.5.2.6 Análisis de parámetros Físico-Químicos, microbiológicos “ICA NSF” .....	98
3.5.3 PARA EL CUMPLIMIENTO DEL TERCER OBJETIVO .....	103

3.5.3.1 Descripción del método de recolección de las muestras de macroinvertebrados.	103
3.5.3.2 Análisis de Macroinvertebrados en el Laboratorio.	103
3.5.3.3 Determinación de la calidad de agua	104
3.5.4 CANTIDAD DE AGUA	105
3.5.4.1 Metodología para determinación del caudal.	105
3.5.5 PARA EL CUMPLIMIENTO DEL CUARTO OBJETIVO	105
3.5.5.1 Alternativas preventivas para la reducción de la contaminación de los ríos Nagsiche y Pumacunchi.	105
CAPITULO IV	106
4. RESULTADOS	106
4.1. PUNTOS DE MUESTREO.	106
4.1.2. CODIFICACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.	106
4.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PUMACUNCHI.	107
4.1.3.1. Punto 1 (PM-RA-1)	111
4.1.3.2. Punto 2 (PM-T-2)	111
4.1.3.3. Punto 3 (PM-PM-3)	112
4.1.3.4. Punto 4 (PM-PC-4)	112
4.1.3.5. Punto 5 (PM-VSRL-5)	113
4.1.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO NAGSICHE.	113
4.1.4.1. Punto 6 (PM-VP-6)	117
4.1.4.2. Punto 7 (PM-Y-7)	117
4.1.4.3. Punto 8 (PM-PC-8)	118
4.1.4.4. Punto 9 (PM-HP-9)	118
4.1.4.5. Punto 10 (PM-PANZ-10)	119
4.2. CANTIDAD DE AGUA.	119
4.2.1. MICROCUENCA DEL RÍO PUMACUNCHI	119
4.2.2. MICROCUENCA DEL RÍO NAGSICHE	121
4.3. CALIDAD DE AGUA.	122
4.3.1. ÍNDICES BIOLÓGICOS	122
4.3.1.1. Índice Biológico ETP (Carrera y Fierro, 2001)	122
4.3.1.2. Índice Biológico Andino ABI (Acosta el at, 2009)	124
4.3.2. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA NSF)	127

4.4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ÍNDICES BIOLÓGICOS ETP, ABI Y EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA NSF) .....	128
4.5. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO ANALIZADOS, CON LA LEGISLACIÓN NACIONAL VIGENTE. ....	131
4.6. DETERGENTES .....	134
4.7. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	135
4.7. SOCIALIZACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS .....	136
CAPITULO V.....	140
5. DISCUSIÓN .....	140
CAPITULO VI .....	142
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	142
6.1. CONCLUSIONES .....	142
6.2. RECOMENDACIONES.....	149
CAPITULO VII.....	151
7. PROPUESTA.....	151
7.1. PROGRAMA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES LOCALES EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS PÁRAMOS. ....	151
7.1.2. OBJETIVO .....	151
7.1.3. RESPONSABLES: .....	151
7.1.4. ALTERNATIVAS:.....	151
7.2. PROGRAMA PARA LA RECUPERACIÓN DE LAS ZONAS RIBEREÑAS DEGRADADAS.....	152
7.2.1. OBJETIVO .....	152
7.2.2. RESPONSABLES: .....	152
7.2.3. ALTERNATIVAS:.....	152
7.3. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y RESIDUOS PELIGROSOS .....	153
7.3.1. OBJETIVO .....	153
7.3.2. RESPONSABLES: .....	153
7.3.3. ALTERNATIVAS:.....	153
7.4. PROGRAMA PARA LA PROTECCIÓN DE LOS HUMEDALES Y VERTIENTES QUE APORTAN A LOS RÍOS NAGSICHE Y PUMACUNCHI.....	154
7.4.1. OBJETIVO .....	154
7.4.2. RESPONSABLES: .....	154
7.4.3. ALTERNATIVAS:.....	154
7.5. PROGRAMA PARA ELABORACIÓN DE UN REGLAMENTO INTERNO PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE PÁRAMOS POR LAS COMUNIDADES.....	155

7.5.1. OBJETIVO .....	155
7.5.2. RESPONSABLES: .....	155
7.5.3. ALTERNATIVAS: .....	155
7.6. PROGRAMA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS.....	155
7.6.1 OBJETIVO .....	155
7.6.2 RESPONSABLES: .....	155
7.6.3. ALTERNATIVAS: .....	156
7.7. PROGRAMA DISMINUIR LA CARGA DE CONTAMINANTES ORGÁNICA A LOS RÍOS.....	157
7.7.1 OBJETIVO .....	157
7.7.2 RESPONSABLES: .....	157
7.7.3 ALTERNATIVAS: .....	157
CAPITULO VIII.....	158
8. BIBLIOGRAFÍA .....	158
CAPITULO IX .....	162
ANEXOS. ....	162
ANEXO 1. OFICIO .....	162
ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	163
ANEXO 3. REGISTRÓ FOTOGRÁFICO: TRABAJO DE LABORATORIO.....	168
ANEXO 4. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DE CALIDAD DE AGUA.....	170
ANEXO 5: ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA CON MACROINVERTEBRADOS CON EL ÍNDICE ETP (EPHEMEROPTERA, TRICHOPTERA, PLECOPTERA)...	180
ANEXO 6. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA CON MACROINVERTEBRADOS CON EL ÍNDICE BIOLÓGICO ANDINO (ABI). ....	191
ANEXO 7. MAPAS.....	202
ANEXO 8. FICHAS DE CAMPO.....	209
ANEXO 9. FICHAS DEL LABORATORIO.....	218

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos de la cuenca hidrográfica.....	6
Figura 2. Cuenca, Subcuenca y Microcuenca.....	8
Figura 3. Tipos de cuencas .....	8
Figura 4. Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes.....	13
Figura 5. Modelo de curvas hipsométricas del ciclo de erosión.....	14
Figura 6. Métodos de ordenación de los segmentos y los flujos fluviales.....	17
Figura 7. Tramo de acequia o canal.....	19
Figura 8. Perfil de profundidades .....	19
Figura 9 Distribución velocidad del flujo en una sección transversal .....	20
Figura 10 Molinete.....	21
Figura 11. Hidrograma del caudal en relación al tiempo.....	22
Figura 12. Influencia de la forma de la cuenca en el hidrograma.....	22
Figura 13 Valoración de la calidad de agua en función de los Fosfatos.....	27
Figura 14 Valoración de la calidad de agua en función de los Sólidos Totales .....	28
Figura 15 Valoración de la calidad de agua en función de la Turbiedad.....	28
Figura 16. Valoración de la calidad de agua en función de los Coliformes Fecales .....	29
Figura 17. Valoración de la calidad de agua en función de los Nitrato.....	29
Figura 18. Valoración de la calidad de agua en función del Oxígeno Disuelto .....	30
Figura 19. Valoración de la calidad de agua en función de la temperatura.....	31
Figura 20. Valoración de la calidad de agua en función al pH.....	31
Figura 21. Valoración de la calidad de agua en función de los Fosfatos.....	32
Figura 22. Macroinvertebrados representantes del neuston en un ecosistema acuático Necton.....	44
Figura 23. Macroinvertebrados representantes del neuston en un ecosistema acuático... 45	45
Figura 24. Macroinvertebrados representantes de los bentos en un ecosistema acuático .....	45
Figura 25. Mapa de ubicación de la provincia de Cotopaxi dentro del Ecuador .....	60
Figura 26. Cantones de la provincia de Cotopaxi. ....	61
Figura 27. Mapa de ubicación geográfica de la microcuenca del río Pumacunchi .....	63
Figura 28 Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo .....	68
Figura 29. Usos del suelo.....	69

Figura 30. Curva hipsométrica.....	73
Figura 31. Microcuenca del río Pumacunchi en formato raster (Modelo digital de elevaciones DEM).....	74
Figura 32. Mapa de ubicación geográfica de la microcuenca del río Nagsiche .....	76
Figura 33 Tipo de uso del suelo para la microcuenca del Nagsiche.....	80
Figura 34. Usos del suelo.....	81
Figura 35. Analizado la curva hipsométrica .....	86
Figura 36. Microcuenca del río Nagsiche en formato raster (Modelo digital de elevaciones DEM).....	87
Figura 37. Mapa de puntos de muestreo para parámetros físicos químicos en el río Pumacunchi.....	108
Figura 38. Mapa de los de muestreo de macroinvertebrados en el río Pumacunchi.....	109
Figura 39. Mapa de puntos de muestreo de parámetros microbiológicos del río Pumacunchi.....	110
Figura 40. Mapa de puntos de muestreo para parámetros físicos químicos del río Nagsiche.....	114
Figura 41. Mapa de los puntos de muestreo de macroinvertebrados del río Nagsiche.	115
Figura 42. Mapa de puntos de muestreo de parámetros microbiológicos del río Nagsiche .....	116
Figura 43. Caudal del mes de mayo río Pumacunchi .....	120
Figura 44. Caudal del mes de junio río Pumacunchi .....	120
Figura 45. Caudal del mes de mayo.....	121
Figura 46. Caudal del mes de junio. ....	122
Figura 47. Resultados entre los índices (ICA NSF, ABI, ETP).....	130
Figura 48. Resultados entre los índices (ICA NSF, ABI, ETP).....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formas de la cuenca de acuerdo al Índice de compacidad. ....	11
Tabla 2. Clasificación propuesta para el tamaño de cuencas.....	13
Tabla 3. Valores para relieve o topografía del terreno. ....	16
Tabla 4. Ecuaciones de Cálculo empleadas para la determinación de ICA.....	23
Tabla 5. Parámetros del Índice de Calidad del Agua (ICA NSF).....	26
Tabla 6. Pesos relativos para cada parámetro del ICA NSF.....	26
Tabla 7. Clasificación del ICA NSF. ....	33
Tabla 8. Densidad/gramo de coliformes y estreptococos fecales en las heces de animales y hombre. ....	40
Tabla 9. Valores de referencia del índice ETP. ....	46
Tabla 10. Familias del índice ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera). ....	47
Tabla 11. Significado de los valores del Índice Biológico Andino (A.B.I.).....	48
Tabla 12. Puntuación del Índice Biológico Andino A.B.I.....	49
Tabla 13. Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos.....	50
Tabla 14. Enfermedades por patógenos contaminantes del agua .....	55
Tabla 15. Legislación Relacionada con la Protección de los Cuerpos Hídricos.....	55
Tabla 16. Características climáticas, datos tomados del anuario meteorológico 2012 INAMHI.....	64
Tabla 17. Cobertura Vegetal y Uso del Suelo .....	67
Tabla 18. Población del cantón Saquisilí.....	70
Tabla 19. Población del Cantón Saquisilí Ocupada por Rama de Actividad .....	70
Tabla 20. Parámetros Morfométricos de la Microcuenca del río Pumacunchi.....	71
Tabla 21. Características climáticas, datos tomados del anuario meteorológico 2012 INAMHI.....	77
Tabla 22. Tipos de usos de del suelo y áreas para la microcuenca del Nagsiche. ....	77
Tabla 23. Población del cantón Salcedo .....	83
Tabla 24. Población del Cantón Salcedo Ocupada por Rama de Actividad.....	83
Tabla 25. Parámetros Morfométricos de la Microcuenca del río Nagsiche.....	84
Tabla 26. Especies vegetales nativas y exóticas .....	88
Tabla 27. Mamíferos Representativos .....	89
Tabla 28. Aves Representativas.....	90

Tabla 29. Operacionalización de Variables .....	92
Tabla 30. Puntos de muestreo. ....	106
Tabla 31. Resultados de calidad de agua índice biológico ETP. ....	123
Tabla 32. Resultados de calidad de agua índice biológico ETP. ....	124
Tabla 33. Resultados de calidad de agua Índice Biológico Andino (ABI).....	125
Tabla 34. Resultados de calidad de agua Índice Biológico Andino (ABI).....	126
Tabla 35. Resultados del Índice de Calidad de Agua (ICA NSF). ....	127
Tabla 36. Resultados del Índice de Calidad de Agua (ICA NSF). ....	128
Tabla 37. Comparación de los resultados de los Índices Biológicos ETP, ABI y el índice de Calidad de Agua (ICA NSF) .....	129
Tabla 38. Comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con la legislación nacional vigente para agua de consumo y uso doméstico con tratamiento convencional del río Pumacunchi. ....	132
Tabla 39. Comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con la legislación nacional vigente para agua de consumo y uso doméstico con tratamiento convencional del río Nagsiche. ....	133
Tabla 40. Cantidad de detergentes determinados en los ríos Pumacunchi y Nagsiche	134
Tabla 41. Conductividad eléctrica en los ríos Pumacunchi y Nagsiche. ....	135
Tabla 42. Socialización de las alternativas propuestas para el mejoramiento de la calidad del agua .....	136

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. El punto uno (PM-RA-1) .....	111
Imagen 2. El punto dos (PM-T-2).....	111
Imagen 3. El punto tres (PM-PM-3) .....	112
Imagen 4. El punto cuatro (PM-PC-4).....	112
Imagen 5. El punto cinco (PM-VSRL-5).....	113
Imagen 6. El punto seis (PM-VP-6).....	117
Imagen 7. El punto siete (PM-Y-7) .....	117
Imagen 8. El punto ocho (PM-PC-8) .....	118
Imagen 9. El punto nueve (PM-HP-9) .....	118
Imagen 10. El punto diez (PM-PANZ-10).....	119
Imagen 11. Preparación de la información para la socialización. ....	137
Imagen 12. Preparación de la información para la socialización. ....	137
Imagen 13. Exposición de puntos de muestreo con material de CESA Saquisili.....	138
Imagen 14. Socialización con los habitantes de Cusubamba.....	138
Imagen 15. Socialización con los habitantes de Toacaso. ....	139
Imagen 16. Socialización con los habitantes de Saquisili. ....	139

## RESUMEN

Todas las actividades antrópicas (humanas), generan contaminación Ambiental, siendo la contaminación del agua, unos de los mayores problemas en el mundo. El crecimiento demográfico que requieren mayores recursos, las actividades industriales sin responsabilidad ambiental, las malas prácticas agrícolas son las que deterioran la calidad del líquido vital.

En el Ecuador no se ha dado mucha importancia a la contaminación de los ríos, son pocos los gobiernos autónomos que han puesto énfasis, en evitar el deterioro de los cuerpos hídricos, exclusivamente en las aguas residuales descargadas a los cuerpos receptores, por tal razón su calidad es reducida, en muchos de los afluentes importantes del Ecuador.

Esto ha motivado que se determine la calidad del agua de los ríos Nagsiche y Pumacunchi, que están ubicados entre los cantones de Saquisilí y Salcedo de la provincia de Cotopaxi, y que a su vez se establecieron alternativas para la conservación y mejoramiento de la calidad del agua.

Esta investigación se llevó a cabo, primero; mediante la delimitación de las dos microcuencas y su identificación de las fuentes de contaminación mediante recorrido de campo posteriormente la georreferenciación de los puntos a muestrear.

Para la determinación de calidad de agua se elaboró un plan de monitoreo que consistió en muestrear los meses de mayo y junio, para análisis de macroinvertebrados acuáticos se muestreo una vez por mes y para los análisis físicos químicos y microbiológico dos veces por cada mes.

Se determinó la calidad de agua utilizando el índice de calidad de agua (ICA NSF) y los índices biológicos ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera) y el Índice Biológico Andino (ABI). Los Índices Biológicos, emplean macroinvertebrados acuáticos es decir que viven en el fondo de los ríos, lagos y lagunas. Mientras que el índice (ICA NSF), emplea 9 parámetros Físicos-Químicos y Microbiológico (Turbiedad, nitratos, fosfatos, pH, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, temperatura, DBO5 y coliformes

fecales). Los mismos que nos dio a conocer la calidad de agua de los ríos Pumacunchi y Nagsiche y proponer alternativas.

Las alternativas establecidas para la prevención y recuperación de la calidad del agua, son propuestas técnicas, que se desarrolló mediante esta investigación. Estas fueron socializadas conjuntamente con la Central Ecuatoriana Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) a las autoridades de las parroquias que tienen influencias con los ríos Pumacunchi y Nagsiche.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
CENTRO DE IDIOMAS INSTITUCIONAL

MSc. Lucia Larrea

21 de Julio de 2016

ABSTRACT

All anthropogenic activities (human) generate environmental pollution, water pollution which is one of the biggest problems in the world. Demographic growth requires more resources; industrial activities without environmental responsibility, agricultural practices are those which deteriorate the quality of the vital liquid.

In Ecuador has not given enough importance to the river pollution, few autonomous governments have emphasized on it, they are trying to avoid the deterioration of water bodies, exclusively in wastewater discharged into receiving bodies, for this reason its quality is reduced, in many of the major tributaries of Ecuador.

This has encourage to determine the water quality of Nagsiche and Pumacunchi rivers, which are located between Saquisili and Salcedo towns in Cotopaxi province, and at the same time stablish alternatives to keep and improve the quality Water.

This research was focus first to delimitate the two watersheds and determine pollution sources through field sampled points.

To determine water quality, a monitoring plan was done during the months of May and June, for analysis of aquatic macroinvertebrates was sampled once a month and for Physical-chemical and microbiological analysis twice per month.

The quality of the water was determined using the water quality index (ICA NSF) and biological indices ETP (Ephemeroptera, Trichoptera and Plecoptera) and the Andean Biological Index (ABI). Biological Indices employ aquatic macroinvertebrates who living at the bottom of rivers, lakes and lagoons. While the index (ICA NSF) employs 9: Physical-Chemical and Microbiological parameters (turbidity, nitrates, phosphates, pH, dissolved oxygen, total dissolved solids, temperature, BOD 5 and fecal coliforms). They made us know the water quality of rivers Nagsiche and Pumacunchi and their propose alternatives.

The alternatives established for the prevention and recovery of water quality are technical proposals, developed through this research. These were socialized in conjunction with the Central Saquisili Ecuadorian Agricultural Services (CSEA) to the authorities of the parishes that have influence with Nagsiche Pumacunchi and rivers.



## **CAPITULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En la actualidad nos encontramos con el agotamiento del recurso hídrico por diversos problemas ocasionados por la intervención antrópica. La presión que se ejerce sobre el suelo en las zonas altas de páramo por el pastoreo ha deteriorado los recursos disminuyendo la capacidad de retención del agua y llevando a la disminución de caudales de agua. Esto ya se está evidenciando a nivel mundial con el no acceso al recurso hídrico en muchos lugares.

Los ríos en estudio NAGSICHE y PUMACUNCHI pertenecientes a la subcuenca del río Patate tienen una longitud de 30,51 km y 23,4 Km respectivamente. Se encuentran ubicados en la Provincia de Cotopaxi, entre los cantones Latacunga, Saquisilí y Salcedo. En estas dos microcuencas se evidencia el desarrollo de distintas actividades antrópicas como son: ganadería, agricultura y deforestación. Las ganaderías en las zonas de páramo generan grandes problemas esto se debe a que su actividad de pastoreo lo hacen de una forma libre sin delimitación de la zona. Lo que ha provocado que los humedales sean compactados por el ganado vacuno y bovino. También las riveras de los ríos son utilizados como bebederos, lo que conlleva a una contaminación especialmente biológica.

Las actividades agrícolas sobrepasan la línea de (3600 m.s.n.m.) lo que generan problemas como son: la quema del pajonal para la siembra de productos, la utilización de agroquímicos y la siembra a favor de la pendiente. Todas estas actividades conllevan al deteriorando las microcuencas.

Las dos microcuencas no cuentan con un plan de manejo ambiental que ayude al manejo y conservación del recurso hídrico. La falta de intervención en las comunidades con capacitaciones sobre manejo y conservación de las microcuencas dándoles a conocer la importancia que tienen al brindar los servicios ecológicos.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. GENERAL:**

- Determinar la calidad de agua de los ríos Nagsiche y Pumacunchi, pertenecientes a la subcuenca del río Patate.

### **1.2.2. ESPECÍFICOS**

- Identificar las fuentes de contaminación de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi.
- Determinar la calidad de agua de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi, utilizando el índice de calidad de agua (ICA NSF) y su comparación con la legislación nacional vigente.
- Diagnosticar la calidad de agua mediante macroinvertebrados utilizando los índices ETP (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) y el Índice Biológico Andino (ABI).
- Proponer alternativas preventivas para reducir la contaminación de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi y socializar a los habitantes conjuntamente con el apoyo de CESA Saquisilí (Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas).

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Según las Naciones Unidas “El agua dulce limpia, segura y de calidad es esencial para la supervivencia de todos los organismos vivos y el funcionamiento de los ecosistemas, las comunidades y las economías. Pero la calidad del agua en el mundo está cada vez más amenazada por el aumento de la población humana, la expansión de las actividades industrial, agrícola y el peligro de que el cambio climático altere el ciclo hidrológico mundial. Existe una necesidad urgente de que la comunidad mundial (tanto el sector público como el privado) se una para asumir el reto de proteger y mejorar la calidad del agua de nuestros ríos, lagos, acuíferos y del agua corriente” (Naciones Unidas, 2014)

Del mismo modo “La calidad del agua se ha convertido en un asunto mundial. Cada año, lagos, ríos y deltas reciben una cantidad de contaminación equivalente al peso de toda la población mundial (de cerca de 7.000 millones de personas).

Muchas instituciones no han sido ajenas a esta problemática mundial, tal es el caso de Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA, 2012), que inicia un muestreo de calidad de agua en el 2010, mediante el Proyecto Gestión Integrada de la Subcuenca del Chambo (FASE I) en todo el territorio de la subcuenca Hídrica.

Además, existe una necesidad en la provincia de Cotopaxi de realizar el monitoreo de las microcuencas de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi, esto nos permitirá establecer técnicamente, la calidad del agua que poseen los pobladores aledaños a estas microcuencas.

Y desde esta base ir construyendo alternativas de acción participativa, en el ánimo de trabajar en una perspectiva de largo plazo para recuperación de los ecosistemas y que las comunidades tengan acceso al líquido vital de calidad.

## **CAPÍTULO II**

### **2. FUNDAMENTACIÓN TEORICA**

#### **2.1. EL PÁRAMO**

Este es un ecosistema neo tropical ubicado en Centro y Suramérica, en la franja entre el bosque montano y el límite superior de la nieve perpetua, es decir, aproximadamente entre 3000 y 5000 m.s.n.m. (Cargua, Rodríguez, Recalde y Vinuesa, 2014).

Podemos considerarlos como una suerte de islas confinadas a las cumbres de los volcanes y montañas andinas, representando un archipiélago continental rodeado de una inmensidad de bosques montanos (Luteyn, 1999).

La variabilidad de temperatura en los Andes Tropicales en la transición entre el bosque altoandino y el subpáramo, las temperaturas medias son inferiores a los 8 o 9 °C. En el páramo medio o propiamente dicho, éstas corresponden a valores inferiores a 6 °C, mientras que, en el superpáramo, los valores se presentan por debajo de los 3 °C (Morales, 2007). Y una precipitación anual que varía desde 500 hasta sobre 3000 mm (Luteyn, 1999).

#### **2.2. CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales delimitados por un “parte aguas” (partes más altas de montañas) donde se concentran todos los escurrimientos (arroyos y/o ríos) que confluyen y desembocan en un punto común llamado también punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago (formando una cuenca denominada endorreica) o el mar (llamada cuenca exorreica). En estos territorios hay una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico (suelo, ecosistemas acuáticos y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y/o mercados) y las instituciones (organización social, cultura, reglas y/o leyes).

Las cuencas hidrográficas permiten entender espacialmente el ciclo hidrológico, así como cuantificar e identificar los impactos acumulados de las actividades humanas o externalidades (sedimentos, contaminantes y nutrientes) a lo largo del sistema de corrientes o red hidrográfica, que afectan positiva o negativamente la calidad y cantidad del agua, la capacidad de adaptación de los ecosistemas y la calidad de vida de sus habitantes (Swallow, Johnson y Meinzen, 2001).

### **2.2.1. PARTES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA**

Según García (2012), establece que una cuenca hidrográfica posee las siguientes partes:

**Parte alta:** Se considera sección alta ya netamente a la cordillera de los Andes

**Parte media:** se considera sección media a las faldas de la montaña justo donde empieza a mostrarse a una pequeña elevación de la cordillera de los Andes.

**Parte baja:** Se considera sección baja a las planicies o también conocido como zonas costeras.

### **2.2.2. ELEMENTOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA**

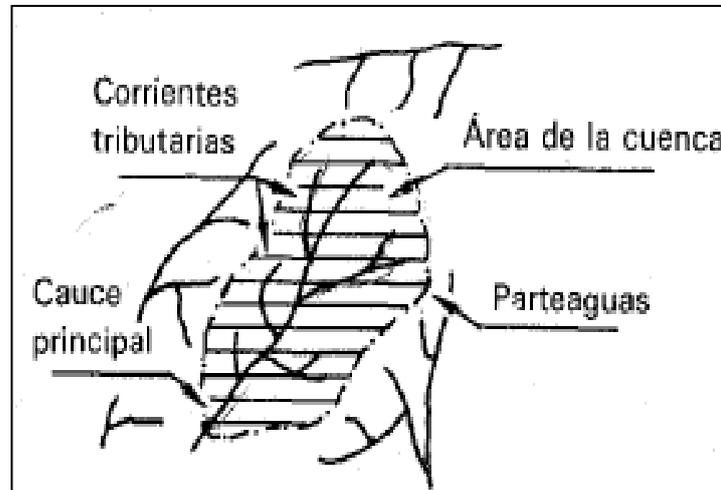
**El parteaguas:** es una línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográficos y que separan la cuenca de las cuencas vecinas.

**El área de la cuenca:** se define como la superficie, en proyección horizontal, delimitada por el parteaguas.

**La corriente principal:** es la corriente que pasa por la salida de la misma. Nótese que esta definición se aplica solo a las cuencas exorreicas. Las demás corrientes de una cuenca de este tipo se denominan corrientes tributarios. Todo punto de cualquier corriente tiene una cuenca de aportación, toda cuenca tiene una y sólo una corriente

principal. Las cuencas correspondientes a las corrientes tributarias o a los puntos de salida se llaman cuencas tributarias o subcuencas (Aparicio, 1992).

**Figura 1. Elementos de la cuenca hidrográfica**



Fuente: (Aparicio, 1992).

### 2.2.3. FUNCIONES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

Jiménez. (2005) menciona que las cuencas hidrográficas cumplen las diversas funciones detalladas a continuación:

**La función hidrológica:** Captan el agua de las lluvias la almacenan y la distribuyen a través de los manantiales y los ríos durante distintos momentos a lo largo del tiempo.

**La función ecológica:** Provee diversidad de espacios para completar las fases del ciclo hidrológico, además es un lugar para la flora y fauna que conviven con el agua.

**La función ambiental:** Ayudan en la captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), regula la distribución del agua de lluvia durante el invierno, evitando con ello las inundaciones en la parte baja de la cuenca y contribuye a conservar la biodiversidad, la cuenca es un espacio ideal para la implementación de la gestión ambiental.

**La función socioeconómica:** Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas de las poblaciones que habitan la cuenca.

#### 2.2.4. SERVICIOS AMBIENTALES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

Servicio ambiental: de manera general, se entiende como los beneficios que los ecosistemas proveen a los seres humanos. Los economistas lo consideran como una externalidad ambiental positiva (un impacto ex situ) determinada por una actividad humana (Quintero, 2010). Entre los cuales se mencionan los siguientes.

- El secuestro de carbono.
- El mantenimiento de caudales en época seca.
- El mantenimiento de la biodiversidad.
- La provisión de belleza escénica.

#### 2.2.5. DIVISIÓN DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

Para el ordenamiento y manejo de una cuenca, es necesario dividirla en unidades más pequeñas. Estas unidades más pequeñas son subcuencas, microcuencas y por último las quebradas (Umaña, 2002).

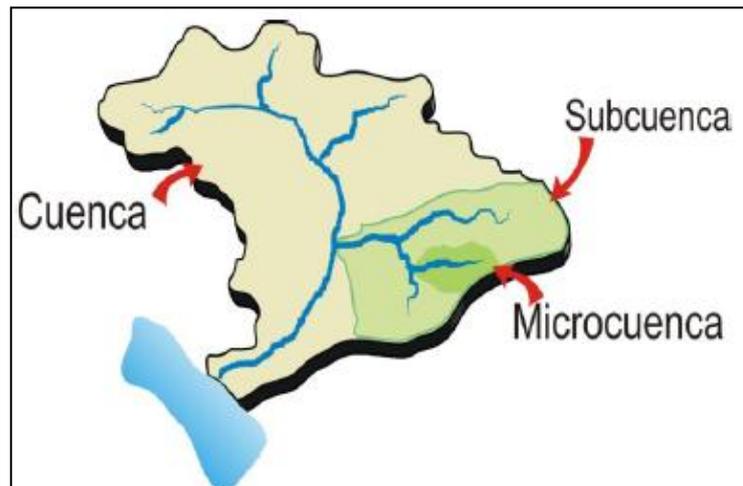
**Subcuenca:** Una subcuenca es toda área en la que su drenaje va directamente al río principal de la cuenca. También se puede definir como una subdivisión de la cuenca. Es decir que una cuenca puede haber varias subcuencas (Umaña, 2002).

**Microcuenca:** Una microcuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una Subcuenca; o sea que una Subcuenca está dividida en varias micro cuencas.

Las microcuencas son unidades pequeñas y a su vez son áreas donde se originan quebradas y riachuelos que drenan de las laderas y pendientes altas. En la práctica, las microcuencas se inician en la naciente de los pequeños cursos de agua, uniéndose a las otras corrientes hasta constituirse en la cuenca hidrográfica de un río de gran tamaño (Umaña, 2002).

**Quebradas:** Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca (Ordoñez, 2011).

**Figura 2. Cuenca, Subcuenca y Microcuenca**

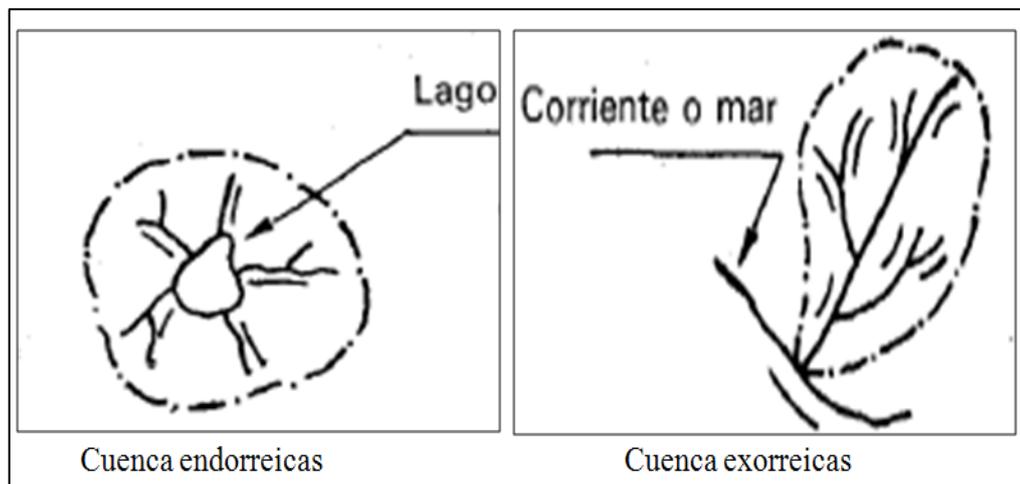


Fuente: (Ordoñez, 2011).

### 2.2.6. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Desde el punto de vista de su salida, existen fundamentalmente dos tipos de cuencas: endorreicas y exorreicas. En las primeras el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago; en las segundas, el punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca y está en otra corriente o en el mar (Aparicio, 1992).

**Figura 3. Tipos de cuencas**



Fuente: (Aparicio, 1992)

## **2.2.7. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA**

Ordoñez. (2011) afirma que para la caracterización de una cuenca se inicia con la delimitación de su territorio, la forma, tamaño o área, pendiente media y pendiente del cauce principal, red de drenaje, etc. Algunos de estos “parámetros geomorfológicos” sirven de base para identificar la vulnerabilidad y considerar peligros a los desastres

### **2.2.7.1. Delimitación de una cuenca**

Existen maneras de delimitar o delinear cuencas hidrográficas, cada una de ellas se utiliza de acuerdo del carácter ulterior o propósito que se desee alcanzar. Maneras de delimitar que van desde las realizadas manualmente, sobre un plano topográfico o directamente en pantalla, hasta las que se realizan digitalmente de forma semiautomática, utilizando las herramientas SIG y la información base geoespacial. Todas las formas de delimitar conducen al mismo objetivo, sin embargo, la diferencia radica en la precisión; y es allí donde el método que se utilice y la información base, determinarán la calidad del trabajo final (Rosas, 2009).

### **2.2.7.2. Sobre un plano topográfico**

Se utilizan mapas topográficos, que tenga suficiente detalle de relieve del terreno, entre las escalas más comunes se tiene, escala 1:100 000, 1: 25000, 1:50000, 1:10000 o 15000. Consiste en trazar la línea divisoria que se denomina parteaguas y se ubica en las partes más altas dividiendo el curso de la escorrentía hacia una u otra cuenca (Faustino, 2006).

### **2.2.7.3. Utilizando las herramientas SIG**

En la actualidad, con el avance científico y tecnológico (informática y de los sistemas de información geográfica) es posible representar digitalmente la superficie de la tierra, cuando la variable a representar es la cota o altura del terreno se denomina Modelo

Digital de Elevación (MDE), siendo fundamental para delimitar las cuencas de una manera automática (Rosas, 2009).

Se lo ejecuta utilizando softwares como ArcGis o Hidrisi, para ello se utiliza Modelos digital de terreno (MDT), curvas de nivel, cartografía digital a diversas escalas. Mediante la utilización en ArcGis de la herramienta “Spatial Analyst Tools”, se realiza la respectiva delimitación.

#### **2.2.7.4. Parámetros Morfométricos de la Cuenca Hidrográfica**

Las propiedades morfométricas de una cuenca hidrográfica proporcionan una descripción física espacial que permite realizar comparaciones entre distintas cuencas hidrográficas. Además, nos proporciona conclusiones preliminares sobre las características ambientales del territorio a partir de la descripción precisa de la geometría de las formas superficiales (Gaspari, *et al.*, 2012).

##### **2.2.7.4.1. Parámetros de Forma**

###### **a) Perímetro (P) (km)**

Es la medición de la línea envolvente de la cuenca hidrográfica, a lo largo de la divisoria de aguas topográficas (Gaspari, *et al.*, 2012).

###### **b) Longitud Axial (La) (km)**

Es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la cuenca (Gaspari, *et al.*, 2012). Es la longitud de la línea recta que conecta los puntos extremos de la cuenca en forma aproximadamente paralela al curso principal (Morisawa, 1985).

###### **c) Longitud del curso principal (L) (m)**

Es la longitud del río desde el punto más distante de la cuenca hasta la desembocadura (Gaspari, *et al.*, 2012).

###### **d) Longitud total del drenaje (Ln) (km)**

Es la longitud definida con la sumatoria de las longitudes de todos los cursos de agua que drenan por la cuenca (Gaspari, *et al.*, 2012).

**e) Área (A)( Km<sup>2</sup> )**

Es la superficie encerrada por la divisoria de aguas.

**f) Ancho de la cuenca**

Es la relacion entre el area y la longutud de la cuenca hiodrografica. Esta se expresa en Kilometros o metros (Tingo, 2016).

**g) Coeficiente de Compacidad (Cc) o Índice de Gravelius.**

Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el de una circunferencia. Cuánto más cercano esté el índice a la unidad, la cuenca será más circular y por tanto más compacta, y en la media que aumenta, la cuenca adquiere una forma más oval (Viramomentes, *et al.*, 2007).

$$C_c = \frac{(0.282)(P_c)}{A}$$

Dónde:

Cc = Coeficiente de compacidad.

A = Área de la cuenca.

Pc= Perímetro de la cuenca.

**Tabla 1. Formas de la cuenca de acuerdo al Índice de compacidad.**

<b>Clase de Forma</b>	<b>Índice de Compacidad (Cc)</b>	<b>Forma de la Cuenca</b>
<b>Clase I</b>	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval-redonda
<b>Clase II</b>	1.26-1.50	Oval-redonda a oval oblonga
<b>Clase III</b>	1.51 a más de 2	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

**Fuente: (Viramomentes, *et al.*, 2007)**

### a) Razón de Elongación (Re)

Es la relación entre el diámetro de un círculo con igual área que la de la cuenca y la longitud máxima de la misma.

$$Re = \frac{(1.128)(\bar{A})}{Lc}$$

Dónde:

Re= Relación de elongación.

Lc= Longitud del cauce principal de la cuenca.

A = Área.

La fórmula anterior, es la más extendida para calcular este índice debido a la alta correlación que guarda con la hidrología de la cuenca (Viramomentes, *et al.*, 2007). Valores cerca a la unidad implicará formas redondeadas y cuanto menor sea a la unidad, será más alargada (Gonzales, 2004).

### b) Factor de Forma (F).

Este factor relaciona el área de la cuenca y la longitud de la misma. En este sentido, valores inferiores a la unidad indican cuencas alargadas y aquellos cercanos a uno, son redondeados. Se expresa con la fórmula:

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

A= Área de la cuenca.

L2= Longitud de la cuenca.

### c) Tamaño de la cuenca.

Según Viramomentes *et al.* ( 2007) para establecer el tamaño de la cuenca propone una clasificación basada en la superficie.

**Tabla 2. Clasificación propuesta para el tamaño de cuencas.**

Tamaño de la Cuenca (km <sup>2</sup> )	Descripción
Menos de 25	Muy Pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia Pequeña
500 a 2,500	Intermedia Grande
2500 a 5000	Grande
Más de 5000	Muy Grande

Fuente: (Viramomentes, *et al.*, 2007)

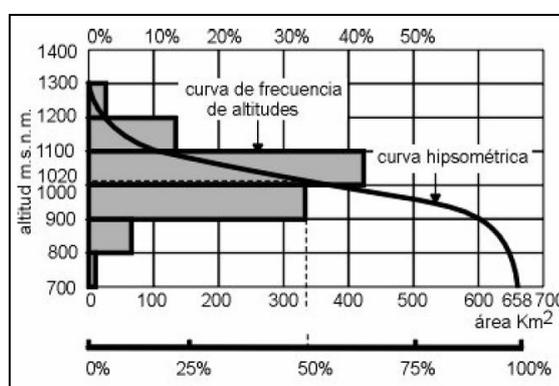
#### 2.2.7.4.2 Parámetros de Relieve

A mayor pendiente, corresponderá una menor duración de concentración de las aguas de escorrentía en la red de drenaje y afluentes del cauce principal (Navarrete, 2004).

##### a) Curva Hipsométrica.

Permite caracterizar el relieve, obteniéndose a partir de las cotas de altitud registradas en los MDE (Modelo Digital de Elevaciones) 1:50,000 y complementado con la estimación de la superficie acumulada por cada cota (Viramomentes, *et al.*, 2007). Puede hallarse con la información extraída del histograma de frecuencias altimétricas (Ordoñez, 2011).

**Figura 4. Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes**



Fuente: (Ordoñez, 2011).

### b) Pendiente media de la cuenca.

Es uno de los principales parámetros que caracteriza el relieve de la misma y permite hacer comparaciones entre cuencas para observar fenómenos erosivos que se manifiestan en la superficie (Viramomentes, *et al.*, 2007).

$$J = 100 * \frac{(\sum_{i=1}^n L_i) (E_i)}{A_t}$$

Dónde:

J = Pendiente media de la cuenca (%).

$\sum L_i$  = Suma de las longitudes de las curvas de nivel (km).

$E_i$  = Equidistancia entre curvas de desnivel (km).

$A_t$  = Área total de la cuenca ( $Km^2$ ).

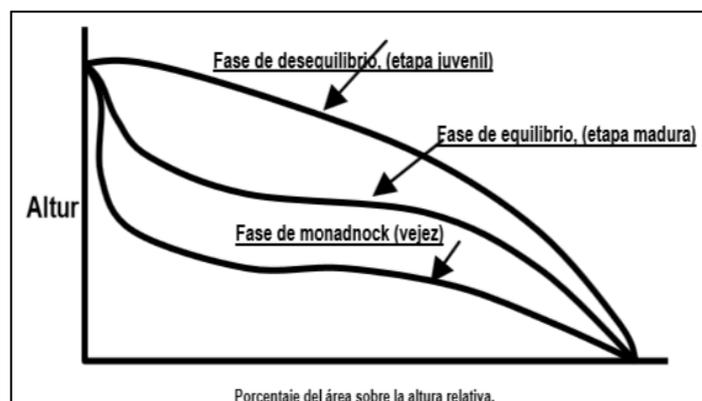
### c) Elevación media.

A partir de la curva hipsométrica, se determinará la elevación media equivalente al 50% del área de la cuenca, donde en el eje “X” del gráfico se aplicará el porcentaje.

### d) Análisis hipsométrico.

En base al análisis hipsométrico, podremos determinar el ciclo erosivo y la etapa evolutiva en que se encuentra la cuenca (Viramomentes, *et al.*, 2007).

**Figura 5. Modelo de curvas hipsométricas del ciclo de erosión**



Fuente: (Viramomentes, 2007)

### 2.2.7.4.3. Parámetros de Drenaje

**Red de Drenaje.** Es el arreglo de los canales que conducen las corrientes de agua dentro de la cuenca integrada por un río principal y una serie de tributarios cuyas ramificaciones se extienden hacia las partes más altas de la misma (Llamas, 1993).

#### a) Densidad de drenaje.

Definida para cada cuenca como la relación entre la suma de las longitudes de todos los cursos de agua que drena por la cuenca con respecto al área de la misma (Gaspari, *et al.*, 2012).

$$D = \frac{L}{A}$$

Dónde:

D = Densidad de drenaje (km-1).

$\sum L$  = Suma de las longitudes de los cursos que se integran en la cuenca (km).

A = Superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>).

#### b) Pendiente media del cauce principal.

Con este parámetro, se obtiene la pendiente media del río y su potencial para erosionar. Se expresa con “i” y se calcula con la fórmula:

$$i = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L_c} * 100$$

Dónde:

i = Pendiente media del cauce principal (%).

H<sub>max.</sub> = Altura máxima del afluente principal.

H<sub>min.</sub> = Altura mínima del afluente principal.

L<sub>c</sub> = Longitud del cauce.

Dependiendo de la media del cauce principal, la cuenca se clasifica:

**Tabla 3. Valores para relieve o topografía del terreno.**

<b>Pendiente en porcentaje (%)</b>	<b>Tipo de terrenos</b>
<b>2</b>	Llano
<b>5</b>	Suave
<b>10</b>	Accidente medio
<b>15</b>	Accidentado
<b>25</b>	Fuertemente accidentado
<b>50</b>	Escarpado
<b>Mayor a 50</b>	Muy escarpado

**Fuente: (Saavedra, 2001)**

**a) Criterio dos de pendiente del cauce principal.**

Según Viramomentes *et al.* ( 2007) consiste en eliminar 15% de la longitud del cauce, desde el punto más alto o punto superior y 10% de la longitud del cauce desde la salida (punto inferior) debido a la inconsistencia existente en la velocidad inicial de escurrimiento con la final:

$$\text{Criterio 2} = \text{LCP}-25\% \text{ de su longitud}$$

Dónde:

LCP = Longitud del cauce principal.

**b) Tiempo de concentración.**

Tiempo que tarda en llegar una gota de agua de lluvia desde el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca a la sección de salida (Viramomentes, *et al.*, 2007).

$$tc = \frac{(4 \overline{s} + 1.5L)}{(0.8 \overline{H})}$$

Dónde:

tc = Tiempo de concentración (h).

S = Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>).

L = Longitud del cauce principal (km).

H = Elevación media de la cuenca (km)

### c) Orden de la corriente.

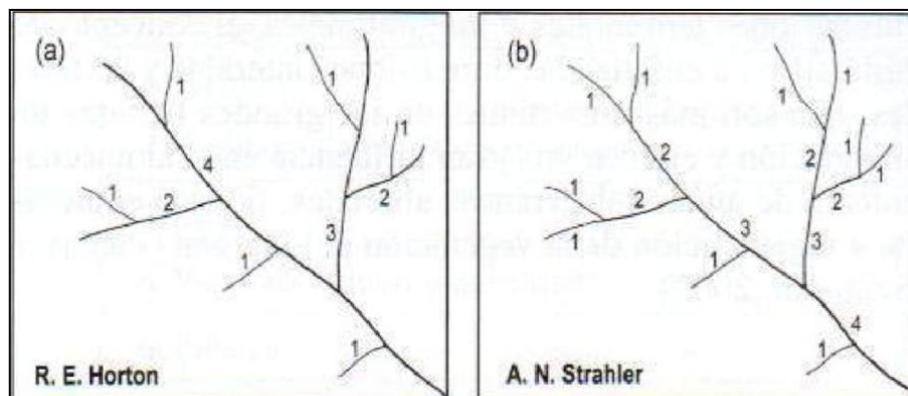
Según Viramomentes *et al.* (2007) la orden de corrientes refleja el grado de ramificación dentro de una cuenca.

Hay varios sistemas de jerarquización, siendo los más utilizados el de Horton (1945) y el de Strahler (1952).

Por el método de **Horton** los canales van numerados en función del número de afluentes que tengan, de forma que aquel que fluye desde el origen y no tiene ningún afluente es de orden 1, mientras que uno de orden 2 recibe dos afluentes. Si un canal recibe un afluente de orden 1 y otro de orden 2, su orden será 3. El orden de los canales va aumentando de uno en uno, de forma que, aunque un canal recibiera uno de orden 2 y otro de orden 3, su orden sería 4 (Ibáñez, Moreno y Gisbert, 2008).

El método de **Strahler** es muy parecido a Horton, con la diferencia de que un mismo canal puede tener segmentos de distinto orden a lo largo de su curso, en función de los afluentes que le llegan en cada tramo. El orden no se incrementa cuando a un segmento de un determinado orden confluye uno de orden menor (Ibáñez *et al.*, 2008).

**Figura 6. Métodos de ordenación de los segmentos y los flujos fluviales**



Fuente: (Ibáñez *et al.*, 2008).

## **2.3. CAUDAL**

El caudal de un río es la cantidad o volumen de agua que pasa por una sección determinada en un tiempo dado. Conocer el caudal es importante, ya que cuanto mayor sea, mayor capacidad tendrá de ser poco afectado cuando reciba descargas, mientras que las corrientes pequeñas tienen menos capacidad de diluir y degradar desechos. (Altamirano, 2013).

### **2.3.1. AFORO**

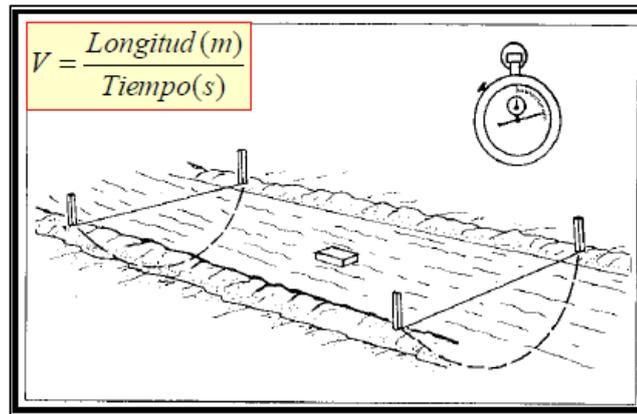
Aforar una corriente significa determinar a través de mediciones el gasto o caudal, que pasa por una sección dada (Aparicio, 1992), la cual se puede determinar por diversos métodos.

### **2.3.2. MÉTODO DEL FLOTADOR**

Altamirano. (2013) menciona que este método relaciona el área de la sección que conduce el agua y la velocidad de escurrimiento. Se utiliza en canales y acequias y da sólo una medida aproximada de los caudales, siendo necesario el uso de otros métodos cuando se requiere mayor precisión.

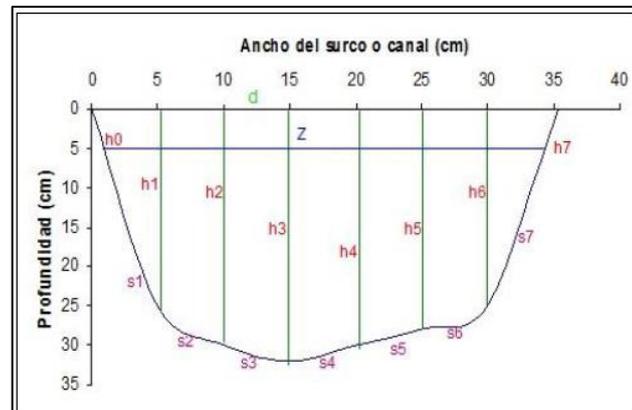
- Se elige un tramo de sección transversal uniforme, entre 10 y 30 metros de largo, donde el agua fluya libremente.
- Para determinar la velocidad que lleva el agua en esa sección, se marca en el terreno la longitud elegida y se toma el tiempo que demora un flotador en recorrerla.
- Como flotador se puede usar cualquier objeto que sea capaz de permanecer suspendido en el agua, como un trozo de madera, corcho u otro material similar.
- Determinación de velocidad. Se divide la longitud del tramo por el tiempo que tarda el flotador en recorrerla.

**Figura 7. Tramo de acequia o canal**



**Fuente: (Villavicencio y Villablanca, 2010).**

**Figura 8. Perfil de profundidades**



**Fuente (Villavicencio y Villablanca, 2010).**

A través de este método se puede conocer la velocidad media de la sección para ser multiplicada por el área, y conocer el caudal según la ecuación (Altamirano, 2013).

$$Q = V \cdot A_T \quad (1)$$

Dónde:

Q = Caudal m<sup>3</sup>/s

V = velocidad en m/s

A<sub>T</sub> = área transversal

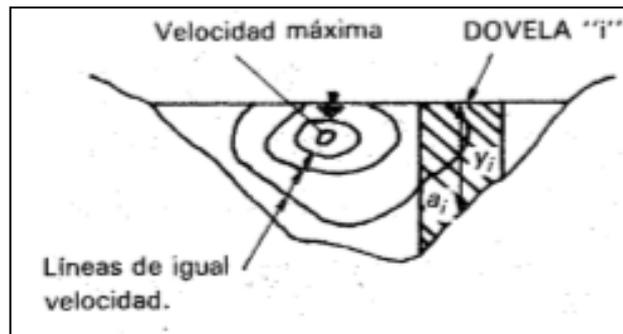
### 2.3.3. AFORO CON MOLINETE HIDROMÉTRICO

Según Aparicio. (1992) consiste en medir la velocidad en varios puntos de la sección transversal y después calcular el gasto por medio de la ecuación de continuidad:  $Q = VA$ . Para determinar el gasto no es suficiente medir la velocidad en un solo punto, sino que es necesario dividir la sección transversal del Cauce en varias subsecciones llamadas dovelas, debido a que la velocidad del flujo en una sección transversal de una corriente tiene una distribución (véase figura 9). El gasto que pasa por cada dovela es:

$$q_i = a_i * v_{mi}$$

Donde  $a_i$  es el área de la dovela  $i$  y  $v_{mi}$  es la velocidad media en la misma dovela.

**Figura 9 Distribución velocidad del flujo en una sección transversal**



**Fuente: (Aparicio, 1992).**

La velocidad media  $v_{mi}$  se puede tomar como la medida a una profundidad de  $0.6 y_i$  aproximadamente. Donde  $y_i$  es el tirante medido al centro de la dovela cuando  $y_i$  no es muy grande; en caso contrario, conviene tomar al menos dos medidas a profundidades de  $0.2 y_i$  y  $0.8 y_i$ : así la velocidad media es (Aparicio, 1992):

$$v_{mi} = \frac{v_{20} + v_{80}}{2}$$

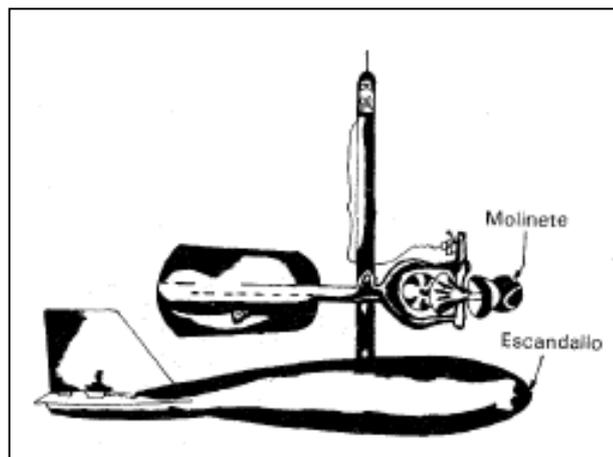
Donde  $v_{20}$  y  $v_{80}$  son las velocidades medidas a  $0.2 y_i$  y  $0.8 y_i$  respectivamente. Cuando  $y_i$  es muy grande. Puede ser necesario tomar tres o más lecturas de velocidad en la dovela. Es recomendable, además, medir la profundidad de cada dovela cada vez que se haga un aforo. Entonces, el gasto total será (Aparicio, 1992):

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i$$

Donde n es el número de dovelas.

La velocidad se mide con unos aparatos llamados molinetes que tienen una hélice o rueda de aspas o copas que gira impulsada por la corriente y, mediante un mecanismo eléctrico, transmiten por un cable el número de revoluciones por minuto o por segundo con que gira la hélice. Esta velocidad angular se traduce después a velocidad del agua usando una fórmula de calibración que previamente se determina para cada aparato en particular (Aparicio, 1992).

**Figura 10 Molinete**

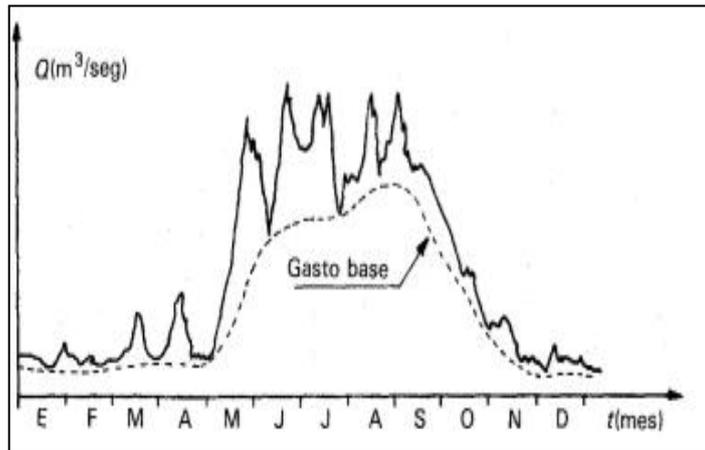


**Fuente: (Aparicio, 1992).**

#### **2.3.4. HIDROGRAMA**

Un hidrograma permite representar gráficamente la variación de gastos o caudal de un río en un determinado periodo de tiempo.

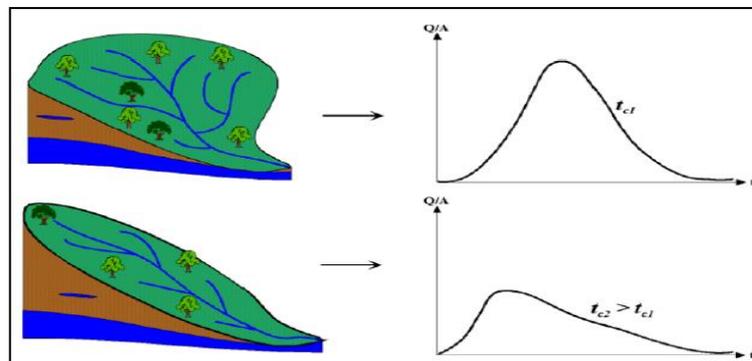
**Figura 11. Hidrograma del caudal en relación al tiempo**



**Fuente: (Aparicio, 1992).**

El hidrograma, está en función de las precipitaciones que ocurran en la cuenca y de las características físicas de ella, en la Figura 8, se observa una comparación de dos hidrogramas en función de la forma de la cuenca. Es decir para este caso a mayor pendiente de la cuenca la respuesta del hidrograma es más directa.

**Figura 12. Influencia de la forma de la cuenca en el hidrograma**



**Fuente: (Ordoñez, 2011).**

## 2.4. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua está determinada por la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico-químicos tales como pH y conductividad, cantidad de sales y de la presencia de fertilizantes. Los seres humanos tienen una gran influencia en todos estos factores, pues son los que depositan residuos en el agua y añaden toda clase de sustancias y de contaminantes que no están presentes de forma natural (Arco, 2005).

## 2.4.1. ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA ICA

Los índices de calidad del agua –ICA– surgen como una herramienta simple para la evaluación del recurso hídrico fundamental en procesos decisorios de políticas públicas y en el seguimiento de sus impactos. Se definen además los ICA como una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que sirven como expresión de la calidad del agua; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color (Torres, Cruz y Patiño, 2009).

### 2.4.1.1. Índices Físico-Químico, Microbiológico.

Reolon. (2010) menciona que los índices fisicoquímicos se basan en la combinación de diferentes parámetros fisicoquímicos para proporcionar una visión global de la calidad del agua.

Existen índices que a pesar de haber sido desarrollados para las condiciones propias de una región o un país son ampliamente utilizados en el mundo y han sido validados en diferentes estudios, como los índices ICA de la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (NSF) (1970) y el ICA de Dinius (1987). En la tabla 4, se describen los índices ICA más conocidos y utilizados.

**Tabla 4. Ecuaciones de Cálculo empleadas para la determinación de ICA.**

Grupo	Índice	Ecuación	Observaciones
1	ICA NSF (EU) ICA Dinius (EU) IQA CETESB (Brasil) ICA Rojas (Colombia) ICAUCA (Colombia)	$ICA_m = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{n}$	Promedio geométrico ponderado: Wi: peso o porcentaje asignado al i-ésimo parámetro Ii: subíndice de i-ésimo parámetro.

Grupo	Índice	Ecuación	Observaciones
2	CCME-WQI (Canadá) DWQI (EU)	$ICA=100 - \frac{\overline{F_1^2+F_2^2+F_3^2}}{1.732}$	<p>El índice incorpora tres elementos:</p> <p>Alcance (F1): porcentaje de parámetros que exceden la norma.</p> <p>Frecuencia (F2): porcentaje de pruebas individuales de cada parámetro que excede la norma.</p> <p>Amplitud (F3): magnitud en la que excede la norma cada parámetro que no cumple</p>
3	UWQI (Europa)	$UWQI = \sum_{i=1}^n w_i I_i$	<p>Promedio aritmético ponderado:</p> <p>Wi: peso o porcentaje asignado al i-ésimo parámetro</p> <p>Ii: subíndice de i-ésimo parámetro</p>
4	ISQA (España)	$ISQA = T (DQO + SS + OD + Cond)$	<p>T: Temperatura</p> <p>DQO: Demanda Química de Oxígeno</p> <p>OD: Oxígeno Disuelto</p> <p>Cond: Conductividad</p> <p>SS: Sólidos suspendidos</p> <p>A partir de 2003 el ISQA se empezó a calcular reemplazando la DQO por el carbono orgánico total (COT en mg/l)</p>
5	IAP (Brasil)	$IAP = ISTO \times IQA$ <p>CETESB</p> $ISTO = ST \times SO$ $ST = \text{Mín}-1 (q_1, q_2, \dots,$	<p>Dónde:</p> <p>IQA: Índice de Calidad del Agua adaptado del ICA NSF para las condiciones de Brasil.</p>

		$q_n) \times \text{Mín}-2 (q_1, q_2, \dots, q_n)$ SO=Media Aritmética $(q_a, q_b, \dots, q_n)$	ISTO: Índice de Sustancias Tóxicas y Organolépticas ST: Ponderación de los dos subíndices mínimos más críticos del grupo de sustancias tóxicas SO: Ponderación obtenida a través de la media aritmética de los subíndices del grupo de sustancias organolépticas.
--	--	--	---

Fuente: (Torres *et al.*, 2009).

#### 2.4.1.1.1. Índice de calidad del agua (ICA NSF).

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: Índice de Calidad del Agua (ICA) (Servicio Nacional de Estudios Territoriales [SNET], 2004).

Este índice es ampliamente utilizado siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no (SNET, 2004).

Para la determinación del ICA NSF interviene nueve parámetros, los cuales se detallan a continuación:

**Tabla 5. Parámetros del Índice de Calidad del Agua (ICA NSF).**

Nº	PARÁMETRO	UNIDAD
1	Oxígeno disuelto (OD % Saturación)	mg O2/l
2	Nitratos -N (NO3)	mg/l
3	Fosfatos (PO4)	mg/l
4	Sólidos Disueltos Totales	mg/l
5	DBO5	mg O2/l
6	Potencial Hidrogeno pH	-
7	Coliformes Fecales	NMP/100 ml
8	Turbidez	NTU
9	Temperatura	°C

**Fuente: (SNET, 2004).**

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA).

Estas agregaciones se expresan matemáticamente de la siguiente manera:

$$ICA = \sum_{i=1}^9 (I_i * W_i)$$

Dónde:

**w<sub>i</sub>**: Pesos relativos asignados a cada parámetro (I<sub>i</sub>), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

**I<sub>i</sub>**: Valor determinado del cada parámetro.

**Tabla 6. Pesos relativos para cada parámetro del ICA NSF.**

i	I <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>
1	Coliformes Fecales	0.15
2	pH	0.12
3	DBO5	0.10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10

<b>i</b>	<b>Ii</b>	<b>Wi</b>
6	Temperatura	0.10
7	Turbidez	0.08
8	Sólidos disueltos Totales	0.08
9	Oxígeno Disuelto (%)	0.17

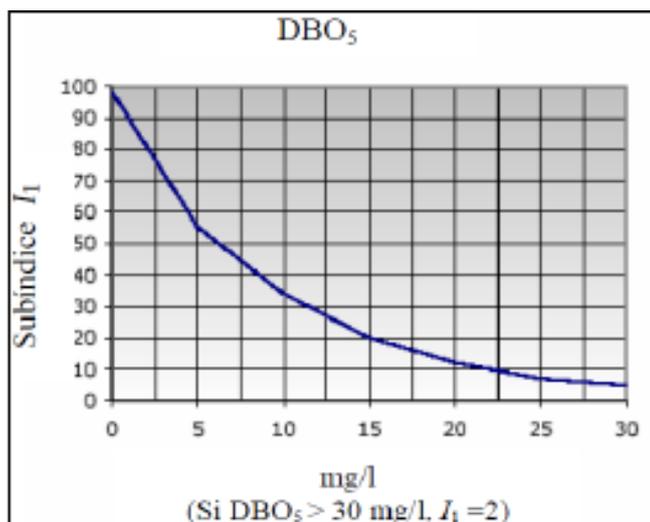
**Fuente: (SNET, 2004).**

Para calcular el  $I_i$  de cada parámetro se procede a lo siguiente.

### **DBO5:**

Para la DBO5 si el valor es mayor de 30 mg/L el  $I_i$  es igual a 2, si es menor se busca en el eje X e interceptar al valor en el eje Y. El valor encontrado es el  $I_i$  de DBO5.

**Figura 13 Valoración de la calidad de agua en función de los Fosfatos**

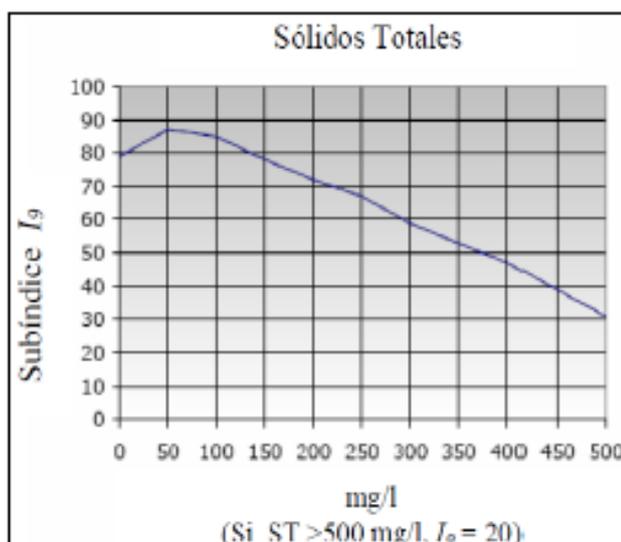


**Fuente: (Brown, 1970).**

### **Sólidos Disueltos Totales:**

Si los sólidos totales son mayores de 500 mg/L el  $I_i$  es igual a 20, si es menor, se busca el valor en el eje x e intercepta en el eje Y el valor de  $I_i$ , y este será el  $I_i$  de los sólidos totales.

**Figura 14 Valoración de la calidad de agua en función de los Sólidos Totales**

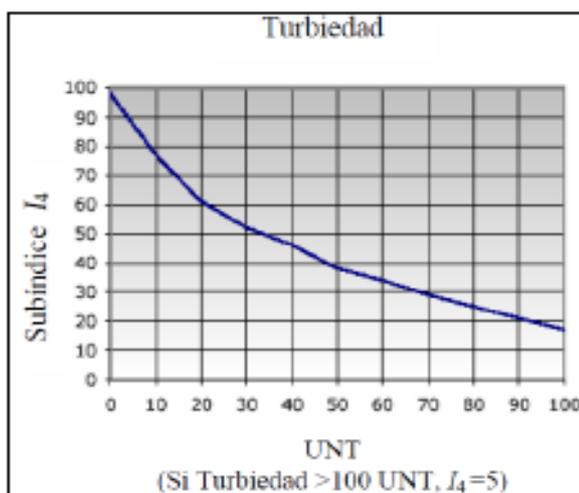


**Fuente: (Brown, 1970).**

**Turbidez:**

Si la turbidez es mayor de 100 (FAU) Unidades de Turbidez de Formazina (1FTU = 1FAU) el  $I_t$  es igual a 5. Si la turbidez es menor de 100 FTU, buscar el valor en el eje de X e interceptar en el eje Y el valor, lo obtenido es el  $I_t$  de turbidez.

**Figura 15 Valoración de la calidad de agua en función de la Turbiedad**

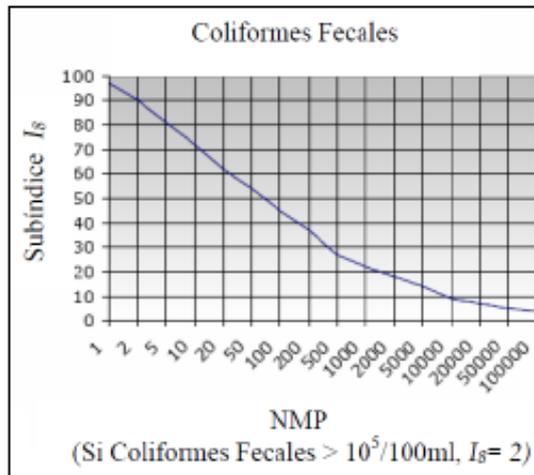


**Fuente: (Brown, 1970).**

### Coliformes fecales:

Si los coliformes fecales son mayores de 100,000 NMP/100 ml el Ii es igual a 2. Si el valor es menor de 100,000 NMP/100 ml, buscar el valor en el eje X e interceptar al valor del eje Y. El valor obtenido es el Ii de coliformes fecales, se continúa con multiplicarlo con su valor asignado de wi.

**Figura 16. Valoración de la calidad de agua en función de los Coliformes Fecales**

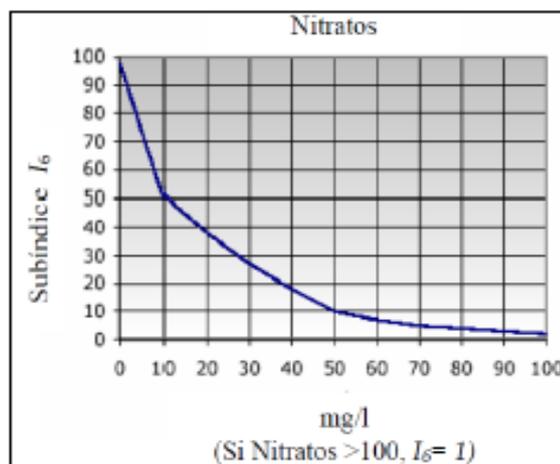


Fuente: (Brown, 1970).

### Nitratos:

Si los nitratos son mayores de 100 mg/L el Ii es igual a 1. Si este no es el caso encontrar el valor en eje de X e interceptar en el eje Y el valor de Ii para nitratos.

**Figura 17. Valoración de la calidad de agua en función de los Nitrato**

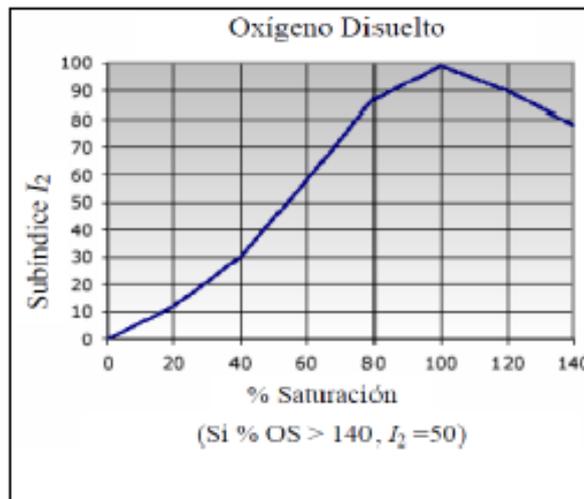


Fuente: (Brown, 1970).

**OD:**

Si el % de saturación de OD es mayor de 140 % el  $I_i$  es igual a 50. Si el valor obtenido es menor de 140 % de saturación de OD buscar el valor en el eje de las X y se procede a interceptar al valor en el Y. El valor encontrado es el  $I_i$  del oxígeno disuelto y se procede (conforme a la formula), a multiplicarlo por su peso relativo asignado ( $w_i$ ).

**Figura 18. Valoración de la calidad de agua en función del Oxígeno Disuelto**

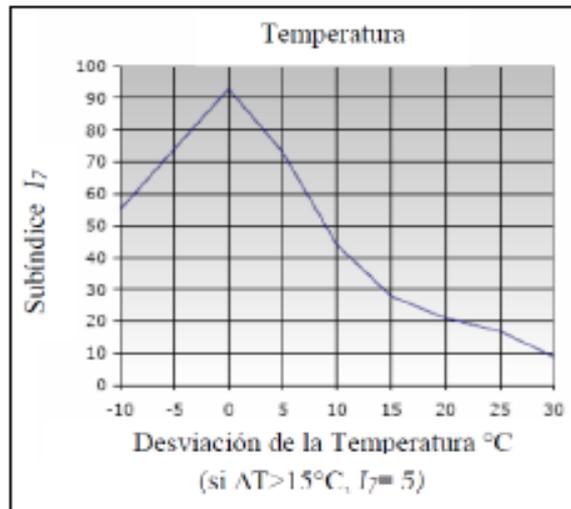


**Fuente: (Brown, 1970)**

**Temperatura:**

En el caso de la temperatura para obtener su  $I_i$  primero se debe calcular la diferencia entre la T ambiente y la T muestra. Una vez que se obtiene el valor del diferencial de temperatura y este es mayor de 15°C el  $I_i$  es igual a 5. Si el valor obtenido es menor de 15°C, se busca el valor en el eje X y se procede a interceptar al valor en el eje de Y. El valor encontrado es el  $I_i$  de la temperatura.

**Figura 19. Valoración de la calidad de agua en función de la temperatura**

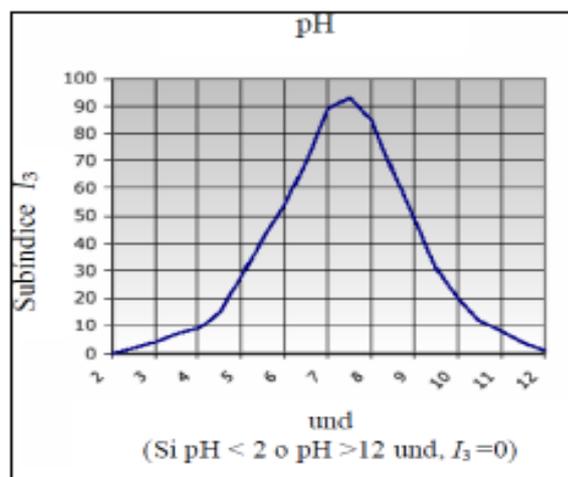


**Fuente: (Brown, 1970).**

### **pH:**

Si el valor de pH es menor o igual a 2, el I<sub>i</sub> es igual a 0, si el valor de pH es mayor o igual a 12 el I<sub>i</sub> es igual a 0. Si el valor está entre 2 y 12 buscar el valor en el eje de X y proceder a interceptar el valor en el eje Y. El valor encontrado es el q<sub>i</sub> de pH, ver Figura 20.

**Figura 20. Valoración de la calidad de agua en función al pH**

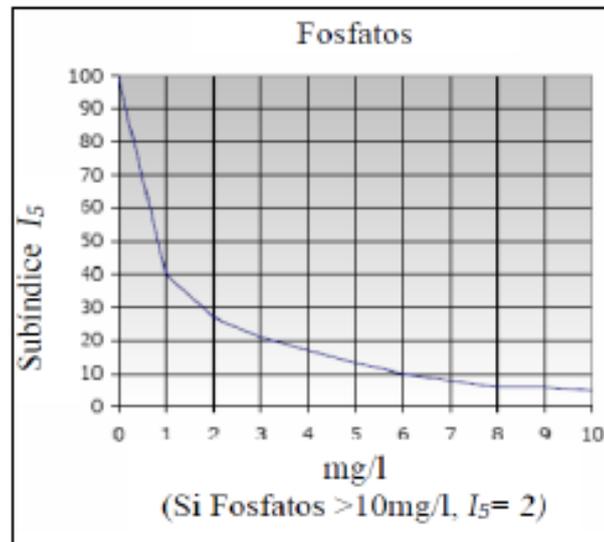


**Fuente: (Brown, 1970).**

### Fosfatos:

Si los fosfatos son mayores de 10 mg/L el  $I_5$  es igual a 2. Si los fosfatos son menores de 10 mg/L buscar en el eje X e interceptar al valor en el eje Y. El valor encontrado es el  $q_i$  para fosfatos, ver *Figura 21*.

**Figura 21. Valoración de la calidad de agua en función de los Fosfatos**



**Fuente: (Brown, 1970).**

#### 2.4.1.1.1. Estimación del índice de calidad de agua general ICA NSF.

El ICA NSF adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio (SNET, 2004). Luego al cálculo el índice de calidad de agua de tipo “General” se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

**Tabla 7. Clasificación del ICA NSF.**

<b>Valor de calidad</b>	<b>Calidad de agua</b>	<b>USO: Consumo humano</b>
<b>91-100</b>	Excelente	No requiere purificación
<b>71-90</b>	Buena	Ligera purificación
<b>51-70</b>	Regular	Consumo dudoso sin purificación
<b>26-50</b>	Mala	Tratamiento potabilizador
<b>0-25</b>	Pésima	Dudosa para consumo

**Fuente: (Brown ,1970).**

- La calidad de agua en el rango de 91 a 100 se considera excelente calidad, el agua es segura para todas las actividades que se quiera realizar ya que esta in ningún agente contaminante.
- La calidad de agua en rango de 71 a 91, se considera de buena calidad y para consumo humano tenemos que realizar una mínima purificación.
- La calidad de agua en rango de 51 a 70, se considera un agua de mediana calidad ya que podemos encontrar el crecimiento frecuente de algas. Para ser consumida es necesario tratamiento potabilizador
- La calidad de agua en rango de 26 a 50, se considera un agua de mala calidad y no es apta para consumo.
- La calidad de agua en rango de 0 a 25, se considera de pésima calidad no es apta para consumo y tampoco para otras actividades de uso. (Brown ,1970).

## 2.4.1.1.2. Parámetros Físicos-Químicos y Microbiológicos del agua ICA NSF.

### 2.4.1.1.2.1. Parámetros físicos

- a) **Sólidos y residuos** Según Martel. (2005) se denomina así a los residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada. Según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos.
- b) **Sólidos totales.** Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido. El residuo total del agua se determina a 103–105 °C.

#### Equivalencias:

Sólidos totales = sólidos suspendidos + sólidos disueltos

Sólidos totales = sólidos fijos + sólidos volátiles

- c) **Sólidos disueltos o residuos disueltos.** Mejor conocidos como *sólidos filtrables*, son los que se obtienen después de la evaporación de una muestra previamente filtrada.

Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro (1  $\mu$ ).

- d) **Sólidos en suspensión.** Corresponden a los sólidos presentes en un agua residual, exceptuados los solubles y los sólidos en fino estado coloidal. Se considera que los sólidos en suspensión son los que tienen partículas superiores a un micrómetro y que son retenidos mediante una filtración en el análisis de laboratorio (Martel, 2005).

- e) **Sólidos volátiles y fijos.** Los sólidos volátiles son aquellos que se pierden por calcinación a 550 °C, mientras que el material remanente se define como sólidos fijos.

La mayor parte de los sólidos volátiles corresponden a material orgánico.

Los sólidos fijos corresponden, más bien, a material inorgánico.

### **a) Color**

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella.

Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etc. (Martel, 2005).

### **b) Temperatura**

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente (Martel, 2005).

### **c) pH**

Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9. Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación. En algunos casos, se requerirá volver a ajustar el pH del agua tratada hasta un valor que no le confiera efectos corrosivos ni incrustantes.

Se considera que el pH de las aguas tanto crudas como tratadas debería estar entre 5,0 y 9,0. Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua (Martel, 2005).

### **d) Turbidez**

Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como consecuencia de la presencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o particulados. La presencia de materia suspendida en el agua puede indicar un cambio en su calidad (por ejemplo, contaminación por microorganismos) y/o la presencia de sustancias inorgánicas finamente divididas (arena, fango, arcilla) o de materiales orgánicos. La turbidez es un factor ambiental importante en las aguas naturales, y afecta al ecosistema ya que la actividad fotosintética depende en gran medida de la penetración de la luz. Las aguas

turbias tienen, por supuesto, una actividad fotosintética más débil, lo que afecta a la producción de fitoplancton y también a la dinámica del sistema (Martel, 2005).

#### **e) Densidad**

Las medidas de densidad son necesarias en aguas de alta salinidad para convertir medidas de volumen en peso. Es práctica común medir volumétricamente la cantidad de muestra usada para un análisis y expresar los resultados como peso/volumen (por ejemplo, mg/L).

Aunque ppm y mg/L sólo son medidas idénticas cuando la densidad de la muestra es 1, para muchas muestras se acepta el pequeño error que se introduce al considerar que 1 ppm es 1 mg/L (Martel, 2005).

#### **f) Conductividad**

La conductividad eléctrica de una solución es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica y permite conocer la concentración de especies iónicas presentes en el agua. Como la contribución de cada especie iónica a la conductividad es diferente, su medida da un valor que no está relacionado de manera sencilla con el número total de iones en solución. Depende también de la temperatura. Está relacionada con el residuo fijo por la expresión  $\text{conductividad } (\mu\text{S/cm}) \times f = \text{residuo fijo (mg/L)}$ . El valor de  $f$  varía entre 0.55 y 0.9 (Martel, 2005).

### **2.4.1.1.2.2. Parámetros Químicos**

#### **a) Aceites y grasas**

La presencia de aceites y grasas en el agua puede alterar su calidad estética (olor, sabor y apariencia).

El contenido de aceites y grasas en el agua se determina en el laboratorio mediante la extracción de todo el material soluble en un solvente orgánico tal como el hexano. Los resultados se reportan como mg/L de MEH (material extraíble en hexano) a la salud.

#### **b) Dureza**

Corresponde a la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los de magnesio.

Un agua dura puede formar depósitos en las tuberías y hasta obstruirlas completamente. Esta característica física es nociva, particularmente en aguas de alimentación de calderas, en las cuales la alta temperatura favorece la formación de sedimentos.

La remoción de la dureza en el tratamiento se lleva a cabo mediante la precipitación con cal o mediante el proceso combinado cal-carbonato, conocido como ablandamiento cal-soda. En términos generales, puede considerarse que un agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/L; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/L; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/L (en todos los casos, como  $\text{CaCO}_3$ ) (Martel, 2005).

### **c) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)**

Corresponde a la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia. Se expresa en mg/L. Esta demanda es ejercida por las sustancias carbonadas, las nitrogenadas y ciertos compuestos químicos reductores.

Es una prueba que reduce a números un fenómeno natural, muy sencillo en teoría, pero en esencia muy complejo.

El cálculo se efectúa mediante la determinación del contenido inicial de oxígeno de una muestra dada y lo que queda después de cinco días en otra muestra semejante, conservada en un frasco cerrado a 20 °C. La diferencia entre los dos contenidos corresponde a la DBO5 (Martel, 2005).

### **d) Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Equivale a la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en un agua sin la intervención de los organismos vivos.

La eliminación de la materia orgánica se lleva a cabo mediante la coagulación-floculación, la sedimentación y la filtración. Sin embargo, cuando la fuente de agua cruda tiene una carga orgánica y bacteriana muy grande -caso en el que la DBO5 puede alcanzar valores muy altos, será necesaria controlado (Martel, 2005).

### **e) Nitritos y nitratos**

El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los animales y las plantas acuáticas. Por lo general, en el agua se lo encuentra formando amoníaco, nitratos y nitritos.

Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos.

Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua.

En general, los nitratos (sales del ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ ) son muy solubles en agua debido a la polaridad del ion. En los sistemas acuáticos y terrestres, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos.

Los nitritos (sales de ácido nitroso,  $\text{HNO}_2$ ) son solubles en agua. Se transforman naturalmente a partir de los nitratos, ya sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en los sistemas acuáticos y terrestres o por reducción bacteriana.

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoníaco, y la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en agua. Generalmente, los nitratos son solubles, por lo que son movilizados con facilidad de los sedimentos por las aguas superficiales y subterráneas (Martel, 2005).

### **f) Oxígeno disuelto (OD)**

Su presencia es esencial en el agua; proviene principalmente del aire.

Niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua. Puede indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica o una actividad bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación.

La presencia de oxígeno disuelto en el agua cruda depende de la temperatura, la presión y la mineralización del agua. La ley de Henry y Dalton dice: “La solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial e inversamente proporcional a la temperatura”. El agua destilada es capaz de disolver más oxígeno que el agua cruda.

Las aguas superficiales no contaminadas, si son corrientes, suelen estar saturadas de oxígeno y a veces incluso sobresaturadas; su contenido depende de la aireación, de las plantas verdes presentes en el agua, de la temperatura y de la hora del día (Martel, 2005).

#### **g) Sulfatos**

Los sulfatos son un componente natural de las aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad.

Pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua y, en función del contenido de calcio, podrían impartirle un carácter ácido.

Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua y constituyen la dureza permanente. El sulfato de magnesio confiere al agua un sabor amargo.

Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio.

Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas en el agua ácida, le confiere propiedades corrosivas (Martel, 2005).

### **2.4.1.1.2.3. Parámetros Microbiológicos**

#### **a) Bacterias**

**Bacterias** Las bacterias que se encuentran más frecuentemente en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por lo tanto su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha usado el grupo de las bacterias *Coliformes* como indicadores, ya que su detección es más rápida y sencilla ( Arcos *et al.*, 2005).

La presencia de coliformes en el agua indica la contaminación bacteriana reciente y constituye un indicador de degradación de los cuerpos de agua.

## b) Coliformes totales

Los microorganismos que conforman el grupo de los coliformes totales; *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Edwardsiella* y *Citrobacter*, viven como saprofitos independientes o como bacterias intestinales ( Arcos *et al.*, 2005).

### b.1. Coliformes fecales

Coliformes fecales (*Escherichia*) son de origen intestinal. Se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Esta denominación está ganando más adeptos actualmente, pues sería una forma más apropiada de definir este subgrupo que se diferencia de los coliformes totales por la característica de crecer a una temperatura superior ( Arcos *et al.*, 2005).

**Tabla 8. Densidad/gramo de coliformes y estreptococos fecales en las heces de animales y hombre.**

<b>Grupo</b>	<b>Coliformes fecales</b>	<b>Estreptococos fecales</b>	<b>CF/EF</b>
Vaca	230000	1300000	0,18
Cerdo	3300000	84000000	0,04
Oveja	16000000	38000000	0,42
Pollo	1300000	3400000	0,38
Gato	7900000	27000000	0,29
Perro	23000000	980000000	0,02
Ratón	330000	7700000	0,04
Conejo	20	47000	0,0
hombre	13000000	3000000	4,33

**Fuente: ( Arcos *et al.*, 2005).**

**c) Virus**

A diferencia de las bacterias, los virus no se encuentran normalmente en las heces del hombre. Están presentes únicamente en el tracto gastrointestinal de individuos que han sido afectados. Más de 140 virus patógenos entéricos pueden ser transmitidos al hombre a través del agua, cuando son eliminados a través de las heces de personas infectadas. Los más comunes son los virus causantes de gastroenteritis y el virus de la hepatitis. Algunos de estos virus, rotavirus, virus Norwalk, no generan una inmunidad protectora a largo plazo por lo que la infección puede repetirse varias veces durante la vida.

La detección de virus entéricos requiere laboratorios especializados y los resultados demandan mucho tiempo ( Arcos *et al.*, 2005).

**d) Parásitos**

Los parásitos que son patógenos para el hombre se clasifican en dos grupos: los protozoos y los helmintos.

**e) Los protozoos**

Son organismos unicelulares cuyo ciclo de vida incluye una forma vegetativa (trofozoito) y una forma resistente (quiste). El estado de quiste de estos organismos es relativamente resistente a la inactivación por medio de los sistemas de tratamiento convencional de agua residual ( Arcos *et al.*, 2005).

**f) Helmintos**

Los huevos de helminto son un grupo de organismos que incluye los nematodos, trematodos y cestodos. Las características epidemiológicas que hacen de los helmintos patógenos entéricos causantes de infección por contacto con agua contaminada, son su alta persistencia en el medio ambiente, la mínima dosis infecciosa, la baja respuesta inmune y la capacidad de permanecer en el suelo por largos periodos de tiempo. El parásito *Ascaris lumbricoides* se ha sugerido como un buen indicador del comportamiento de los huevos de helminto (Arcos *et al.*, 2005).

### **g) Perifíton**

El término perifíton fue utilizado hasta hace un tiempo para designar a las algas que viven adheridas a las macrófitas acuáticas. En la actualidad el término perifíton se refiere a todas las comunidades de microorganismos animales y vegetales; algas, hongos, bacterias, protozoarios y animales que viven adheridas a sustratos vegetales, rocas o a cualquier tipo de material natural o artificial sumergido.

El grupo más representativo de ésta comunidad son las *microalgas*. Las microalgas son organismos autótrofos fotosintéticos, producen su propio alimento; en su gran mayoría son unicelulares, forman filamentos o placas de células; pero cada individuo es independiente, no tiene movimiento o es muy limitado ( Arcos *et al.*, 2005).

#### **2.4.1.1.2.4. Parámetros In situ**

La medición de parámetros in situ (en el lugar ), se lo lleva a cabo con equipos electrónicos portátiles. Los parámetros que se puede determinar depende de la capacidad del equipo con el que se cuente. Los parámetros físicos que usualmente se determinan son:

- Potencial Hidrogeno.
- Temperatura (°C).
- Oxígeno Disuelto (mg/l o % saturación).
- Conductividad (micro siemens/cm).
- Sólidos totales disueltos (mg/l).

#### **Equipo portátil Multiparametro HQ40D.**

Para nuestro estudio se utilizó el equipo portátil MULTIPARAMETRO HQ40D, provisto por la Universidad Nacional de Chimborazo. Es un equipo diseñado para aplicaciones de agua, es un medidor de vanguardia que elimina las conjeturas en las mediciones. Los medidores HQd se conectan con sondas inteligentes que reconocen automáticamente el parámetro de prueba, el historial de calibración y las configuraciones de método para reducir los errores y el tiempo de configuración (elicrom, 2016).

Electrodos del multiparametro HQ40D

- Electrodo de pH.
- Electrodo de conductividad.
- Electrodo de oxígeno disuelto.

#### **2.4.1.2. Índices Biológicos o Bioindicadores**

Los organismos que se utilizan como bioindicadores en medios acuáticos son; peces, algas, zooplancton, bacterias, protozoarios y macroinvertebrados (Byl y Smith, 1994).

En el presente trabajo de investigación se determinó el uso de macroinvertebrados como el más idóneo, debido a su presencia en esta región, a la facilidad para la identificación y a su bajo costo para el monitoreo.

##### **2.4.1.2.1. Macroinvertebrados Acuáticos**

Los macroinvertebrados acuáticos son bichos que se pueden ver a simple vista. Se llaman macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados porque carecen de un esqueleto interno; es decir no tienen huesos (Carrera y Fierro, 2001), y acuáticos denota que al menos durante algún estadio de su ciclo de vida, vivan exclusivamente en el ambiente acuático: esteros, ríos, lagos y lagunas (Roldán,1988).

Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Los macroinvertebrados incluyen larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chicaposos, perros de agua o moscas de aliso. Inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre.

Además de los insectos, otros macroinvertebrados son: caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río o minchillas, planarias, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupa-sangres (Carrera y Fierro, 2001).

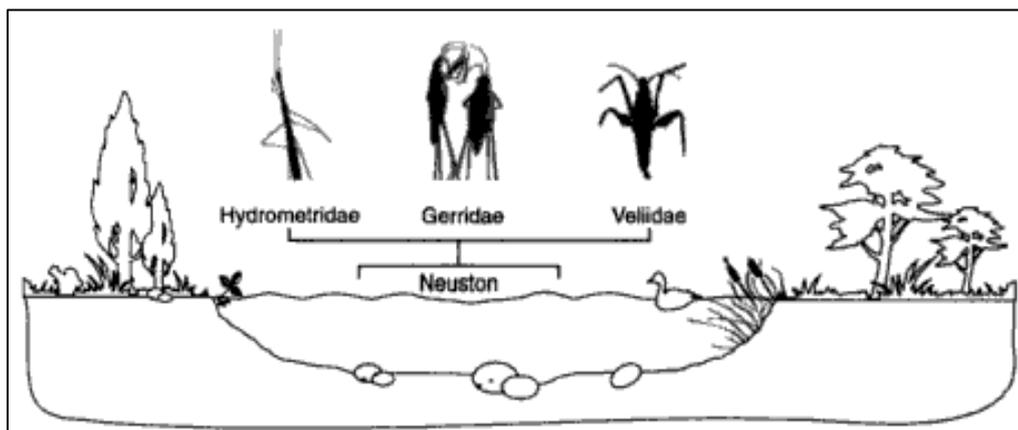
#### 2.4.1.2.1.1. Modos de Vida de los Macroinvertebrados Acuáticos.

Los macro invertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie del agua, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación.

##### **Neuston.**

Se refiere a los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando (Figura 22). Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que, en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están las familias *Gerridae*, *Hidrometridae* y *Mesoveliidae* (Albariño, 1999).

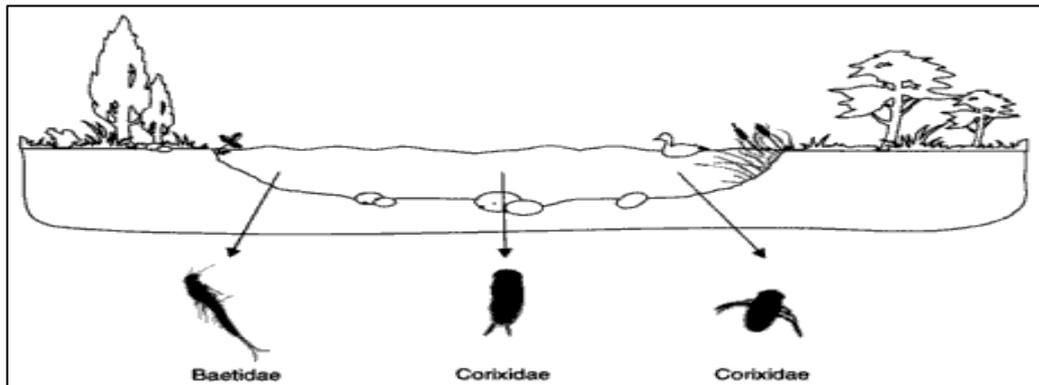
**Figura 22. Macroinvertebrados representantes del neuston en un ecosistema acuático Necton**



**Fuente: (Albariño, 1999).**

Además, existen otros organismos que nadan libremente en el agua (Figura 23). Entre ellos se encuentran: Corixidae y Notonectidae del orden Hemiptera; Dytiscidae, Gyrinidae e Hydrophilidae del orden Coleoptera y Bactidae del orden Ephemeroptera (Albariño, 1999).

**Figura 23. Macroinvertebrados representantes del necton en un ecosistema acuático**

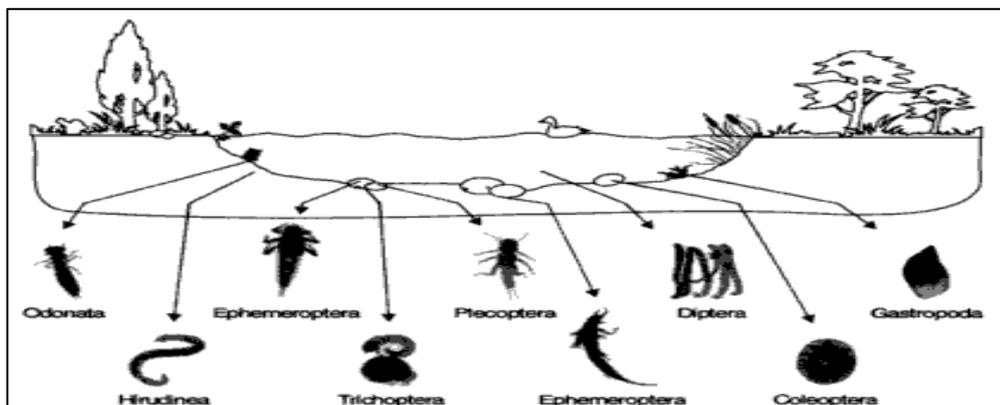


**Fuente: (Albariño, 1999).**

**Bentos.**

Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y sustratos similares (Figura 24). Los principales órdenes representantes son: Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, Megaloptera y Díptera. También pueden encontrarse algunos enterrados en el fondo a varios centímetros de profundidad, como la familia Euthyplociidae *Ephemeroptera*. Otros, como la familia Blephariceridae *Díptera*, se adhieren fuertemente a rocas mediante un sistema de ventosas en el abdomen. Ciertas especies pertenecientes al orden Odonata se encuentran adheridas a vegetación acuática sumergida o emergente (Barbour, Gerritsen, Snyder, y Stribling, 199).

**Figura 24. Macroinvertebrados representantes de los bentos en un ecosistema acuático**



**Fuente: (Barbour, et al., 199).**

## 2.4.2. LOS ÍNDICES MÁS UTILIZADOS

Los índices más utilizados para el monitoreo del agua en los sistemas lóticos (ríos y riachuelos) y lénticos (lagos, lagunas) son:

El Índice Biológico Andino (ABI) que es una modificación del Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party), adaptado específicamente para arroyos entre los 2000 y 4000 m.s.n.m, por Acosta (2009). Y el Índice ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecóptera ), adaptado por Carrera y Fierro (2001), los cuales son útiles en el análisis de la calidad del agua, debido a que necesitan bajo nivel taxonómico (Familia), bajo costo en términos de tiempo (identificación de insectos) y dinero, convirtiéndose en metodologías rápida (Roldán, 2003).

### 2.4.2.1. El Índice ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera,)

Este índice utiliza tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: *Ephemeroptera* o moscas de mayo, *Plecoptera* o moscas de piedra y *Trichoptera* (Carrera y Fierro, 2001). Se usan estos grupos por su sensibilidad a la contaminación debido a que son los primeros en desaparecer cuando los ríos se contaminan (Bautista, 2009).

**Tabla 9. Valores de referencia del índice ETP.**

Valor	Calidad del agua	Color
75 – 100 %	Muy buena	Blue
50 – 74 %	Buena	Green
25 – 49 %	Regular	Yellow
0 – 24 %	Mala	Red

**Fuente: (Carrera y Fierro, 2001).**

**Tabla 10. Familias del índice ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera).**

<b>CLASIFICACIÓN (Familias)</b>	<b>ABUNDANCIA (Número de Individuos)</b>	<b>EPT PRESENTES</b>
Anisoptera		
Bivalvia		
Baetidae		
Ceratopogonidae		
Chironomidae		
Corydalidae		
Elmidae		
Euthyplociidae		
Gastropoda		
Glossosomatidae		
Gordioidea		
Hirudinea		
Hydrachnidae		
Hydrobiosidae		
Hydropsichidae		
Leptoceridae		
Leptohyphidae		
Leptophlebiidae		
Naucoridae		
Oligochaeta		
Oligoneuridae		
Perlidae		
Philopotamidae		
Psephenidae		
Ptilodactylidae		
Pyralidae		
Simuliidae		
Tipulidae		
Turbelaria		
Veliidae		

CLASIFICACIÓN (Familias)	ABUNDANCIA (Número de Individuos)	EPT PRESENTES
Zygoptera		
Otros grupos		

Las familias marcadas de color azul son del orden ETP (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) Fuente: (Carrera y Fierro, 2001).

#### 2.4.2.2. El Índice Biológico Andino (ABI)

El Índice Biológico Andino (ABI) como ya se explicó anteriormente, es una modificación del Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) original, modificado y adaptado específicamente para arroyos entre los 2000 y 4000 m.s.n.m, por Acosta (2009) para interpretar mejor a las comunidades de macroinvertebrados que se encuentran en los paramos de america del sur.

Este índice relaciona la presencia o ausencia de grupos de organismos identificados hasta el nivel taxonómico de familia y su nivel de tolerancia a la contaminación hídrica.

Permite determinar una escala de valores para la comunidad en estudio y resume los puntajes en categorías de calidad ambiental basadas en información regional de tipo fisicoquímica. Debe tenerse en cuenta variaciones de tipo ecológico para definir las familias predominantes de la comunidad y sus niveles de sensibilidad a calidad de agua.

**Tabla 11. Significado de los valores del Índice Biológico Andino (A.B.I.).**

Valor	Calidad	Color
>74	MUY BUENO	
45 – 74	BUENO	
27 – 44	REGULAR	
< 27	MALA	

**Fuente: (Acosta et al, 2009).**

**Tabla 12. Puntuación del Índice Biológico Andino A.B.I**

Orden	Familia	Puntuación	Orden	Familia	Puntuación	
			Trichoptera	Helicopsychidae	10	
Turbellaria		5		Calamoceratidae	10	
Hirudinea		3		Odontoceridae	10	
Oligochaeta		1		Leptoceridae	8	
Gasteropoda	Ancylidae	6		Polycentropodidae	8	
	Physidae	3		Hydroptilidae	6	
	Hydrobiidae	3		Xiphocentronidae	8	
	Limnaeidae	3		Hydrobiosidae	8	
	Planorbidae	3		Glossosomatidae	7	
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Hydropsychidae	5	
Amphipoda	Hyaellidae	6		Anomalopsychidae	10	
Ostracoda		3	Philopotamidae	8		
Hydracarina		4	Limnephilidae	7		
Ephemeroptera	Baetidae	4	Lepidoptera	Pyralidae	4	
	Leptophlebiidae	10	Coleoptera	Ptilodactylidae	5	
	Leptohyphidae	7		Lampyridae	5	
Oligoneuridae	10	Psephenidae		5		
Odonata	Aeshnidae	6		Scirtidae (Helodidae)	5	
	Gomphidae	8		Staphylinidae	3	
	Libellulidae	6		Elmidae	5	
	Coenagrionidae	6		Dryopidae	5	
	Calopterygidae	8		Gyrinidae	3	
	Polythoridae	10		Dytiscidae	3	
Plecoptera	Perlidae	10		Hydrophilidae	3	
	Gripopterygidae	10		Hydraenidae	5	
Heteroptera	Veliidae	5		Diptera	Blepharoceridae	10
	Gerridae	5			Simuliidae	5
	Corixidae	5			Tabanidae	4
	Notonectidae	5	Tipulidae		5	
	Belostomatidae	4	Limoniidae		4	
	Naucoridae	5	Ceratopogonidae		4	
			Dixidae		4	
			Psychodidae		3	
			Dolichopodidae		4	
			Stratiomyidae		4	
			Empididae		4	
			Chironomidae		2	
			Culicidae		2	
			Muscidae		2	
			Ephydridae		2	
			Athericidae		10	
			Syrphidae		1	

Fuente: (Acosta et al, 2009).

## 2.5. CONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS

La actividad productiva del hombre y el consumo de agua de las poblaciones humanas generan aguas residuales y producción de desechos, los que constituyen contaminantes que menoscaban la calidad del agua de los cuerpos superficiales (Chán y Peña, 2015).

### 2.5.1. FUENTES DE CONTAMINACIÓN

#### 2.5.1.1. Fuentes naturales

García. (2002) menciona que dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera y el suelo (Ej. Sales minerales, calcio, magnesio, hierro etc.). Normalmente las fuentes de contaminación natural son muy dispersas y no provocan concentraciones altas de polución (Barba, 2002).

#### 2.5.1.2. Fuentes artificiales

##### 2.5.1.2.1. Industria

**Tabla 13. Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos.**

<b>Sector industrial</b>	<b>Sustancias contaminantes principales</b>
Construcción	Sólidos en suspensión, metales, pH.
Minería	Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica,
Energía	Calor, hidrocarburos y productos químicos.
Textil y piel	Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorantes, grasas,
Automoción	Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales.
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.

<b>Sector industrial</b>	<b>Sustancias contaminantes principales</b>
Siderurgia	Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones, sosas y ácidos.
Química inorgánica	Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, F,
Química orgánica	Organohalogenados, organosilícicos, compuestos cancerígenos y
Fertilizantes Nitratos y fosfatos.	Nitratos y fosfatos.
Pasta y papel	Sólidos en suspensión y otros que afectan al balance de oxígeno.
Plaguicidas	Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos,
Fibras químicas	Aceites minerales y otros que afectan al balance de oxígeno.

**Fuente: (Barba, 2002).**

#### **2.5.1.2.2. Vertidos urbanos.**

La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias: emisiones de los automóviles (hidrocarburos, plomo, otros metales, etc.), sales, ácidos (Barba, 2002).

#### **2.5.1.2.3. Agricultura y ganadería.**

Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable (Barba, 2002).

## **2.5.2. SUSTANCIAS CONTAMINANTES DEL AGUA**

García. (2002) menciona que hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar de diferentes maneras. Una posibilidad bastante usada es agruparlos en ocho grupos:

### **2.5.2.1. Microorganismos patógenos**

Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños (García, 2002).

La OMS recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.

### **2.5.2.2. Desechos Orgánicos.**

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno).

### **2.5.2.3. Sustancias Químicas Inorgánicas.**

En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

### **2.5.2.4. Nutrientes vegetales inorgánicos.**

Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento

desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

#### **2.5.2.5. Compuestos orgánicos.**

Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

#### **2.5.2.6. Sedimentos y materiales suspendidos**

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos.

#### **2.5.2.7. Sustancias radiactivas.**

Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

#### **2.5.2.8. Contaminación térmica.**

El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

#### **2.5.2.9. Eutrofización**

El término Eutrofización designa al proceso que presentan algunos sistemas acuáticos dado por el aumento del aporte de fósforo y nitrógeno desde la cuenca o drenaje que se

manifiesta en una intensa proliferación y acumulación excesiva de microalgas y plantas superiores (Ryding y Rast, 1992).

Los vertidos humanos aceleran el proceso de eutrofización hasta convertirlo, muchas veces, en un grave problema de contaminación. Las principales fuentes de eutrofización son:

- Los vertidos urbanos, que llevan detergentes y desechos orgánicos
- Los vertidos ganaderos y agrícolas, que aportan fertilizantes, desechos orgánicos y otros residuos ricos en fosfatos y nitratos.

### **2.5.3. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN LA SALUD**

La contaminación del agua representa un gran problema de salud Pública. Los mecanismos de transmisión de las enfermedades pueden ser:

#### **2.5.3.1. Directos**

Por ingestión de agua contaminada, procedente de abastecimientos de grandes poblaciones o de pozos contaminados. En otros casos es por contacto cutáneo o mucoso (con fines recreativos, contacto ocupacional o incluso terapéutico) pudiendo originar infecciones locales en piel dañada o infecciones sistémicas en personas con problemas de inmunodepresión (García, 2002).

#### **2.5.3.2. Indirecto.**

El agua actúa como vehículo de infecciones, o bien puede transmitirse a través de alimentos contaminados por el riego de aguas residuales. Así mismo, los moluscos acumulan gran cantidad de polivirus y pueden ser ingeridos y afectar a los seres humanos. Finalmente, algunos insectos que se reproducen en el agua son transmisores de enfermedades como el paludismo o la fiebre amarilla.

**Tabla 14. Enfermedades por patógenos contaminantes del agua**

Microorganismo	Enfermedad	Síntomas
Bacterias	Cólera	Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente
Bacterias	Tifus	Fiebres. Diarreas y vómitos. Inflamación del bazo y del intestino.
Bacterias	Disentería	Diarrea. Raramente es mortal en adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países poco desarrollados
Bacterias	Gastroenteritis	Náuseas y vómitos. Dolor en el digestivo. Poco riesgo de muerte
Virus	Hepatitis	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado
Virus	poliomielitis	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal
Protozoos	Disentería amebiana	Diarrea severa, escalofríos y fiebre. Puede ser grave si no se trata
Gusanos	Esquistosomiasis	Anemia y fatiga continuas

Fuente: (García, 2002).

## 2.6. LEGISLACIÓN RELACIONADA CON LA PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS HÍDRICOS

**Tabla 15. Legislación Relacionada con la Protección de los Cuerpos Hídricos.**

No	Documento	Texto
1	Constitución Política de la República del Ecuador. Registro Oficial N° 449, 20 de octubre del 2008.	<b>TÍTULO II –DERECHOS- Capítulo segundo-Sección segunda-Ambiente sano</b> Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Se declara de interés público la preservación del ambiente. <b>Capítulo séptimo</b> <b>Derechos de la naturaleza</b>

		<p>Art. 71.- La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.</p> <p>Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración.</p>
<b>No</b>	<b>Documento</b>	<b>Texto</b>
2	<p>Ley de Gestión Ambiental</p> <p>Ley No. 37.RO/245 de 30 julio de 1999</p>	<p><b>Art. 12.-</b> Establece las siguientes obligaciones a las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental.</p> <p>Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental.</p> <p>Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales.</p> <p>Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente.</p>
3	<p>Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.</p> <p>Registro Oficial: 305, 6 de agosto de 2014.</p>	<p>TÍTULO III DERECHOS, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES.</p> <p>-APÍTULO VI GARANTÍAS PREVENTIVAS.</p> <p>-Sección Segunda</p> <p>-Objetivos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua-</p> <p><b>Artículo 79.</b></p> <p>La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para los objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o sumak kawsay.</li> <li>- Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad.</li> </ul> <p>Controlar las actividades que puedan causar la</p>

		<p>degradación del agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas.</li> <li>- Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos.</li> <li>- Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua</li> <li>- Evitar la degradación de los ecosistemas relacionados al ciclo hidrológico.</li> </ul>
<b>No</b>	<b>Documento</b>	<b>Texto</b>
4	<p>Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente. Registro Oficial Suplemento: 2, 31- 3-2003</p>	<p><b>LIBRO VI.</b> Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua</p>

**Fuente:** (Const., 2008), (Ley 305, 2014, art. 79), (Ley 37, 1999, art. 12), (Decreto Ejecutivo No, 31-3-2003).

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de investigación que se realizó fue de campo, porque se obtuvo la información directamente del área de estudio y así se identificó las fuentes de contaminación de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi. Otra actividad fue la georreferenciación de los puntos de muestreo con la ayuda del GPS.

El nivel de la presente investigación es descriptivo ya que pretende describir la calidad de agua de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi. Para lo cual se respaldará por enfoques cualitativos y cuantitativos mediante Índices de calidad de Agua (ICA NSF) y los índices biológicos ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecóptera), he Índice Biológico Andino (ABI). Y en su posterior se propuso alternativas preventivas para reducir la contaminación de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi.

Para la investigación se aplicó el método inductivo ya que se generó la información mediante la toma de muestras y su análisis, lo que nos ayudó a determinar la calidad de agua de los ríos en estudio.

#### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La muestra es la parte más importante de una población que va a tener un estudio, cuando la población es extensa o infinita. Puede ser de personas, animales, objetos etc. Para nuestro estudio sabemos que la población es finita y calculamos con esta fórmula:

$$n = \frac{N}{e^2 N - 1 + 1}$$

**n**= Tamaño de muestra.

**N**= Tamaño de la población.

= Error admisible.

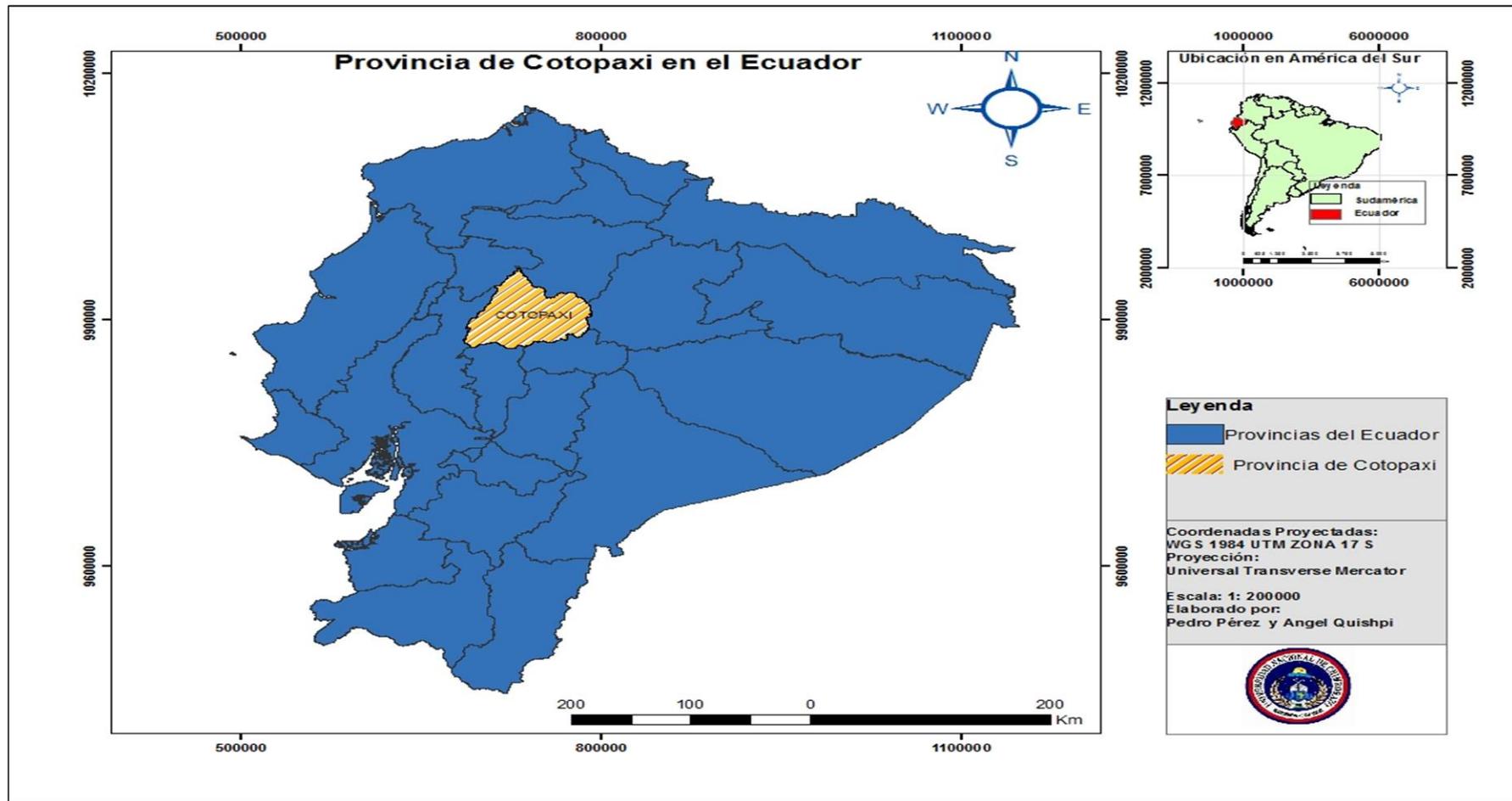
Para este estudio se tomó como población la longitud de los ríos Pumacunchi y Nagsiche que es 52,68 Km y se determinó la muestra aplicando la fórmula:

$$n = \frac{52,68}{0.25^2 \cdot 52,68 - 1 + 1} = 12,5$$

### **3.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

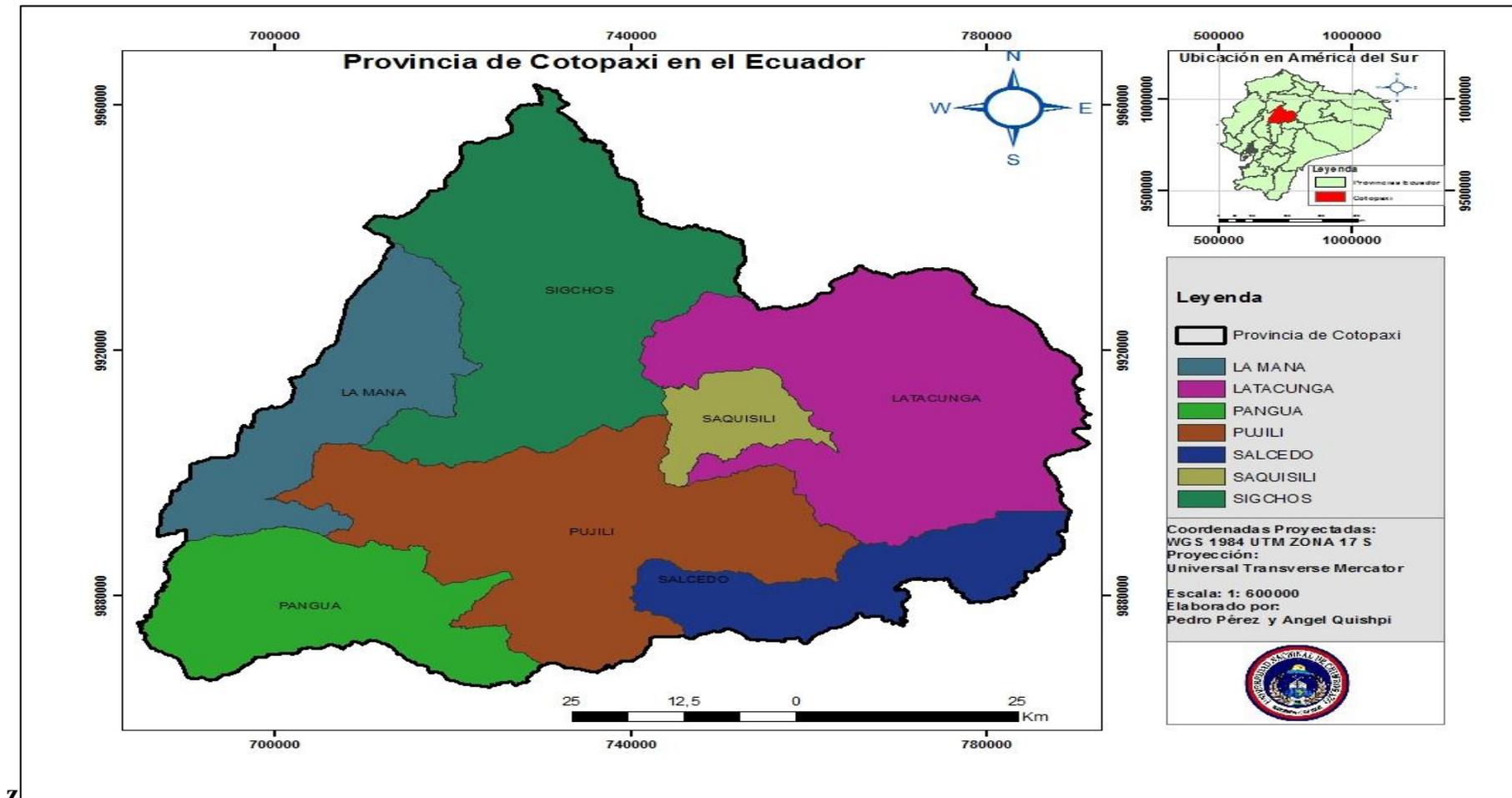
El trabajo de investigación se lo realizó en la provincia de Cotopaxi, es una de las 24 provincias de la República del Ecuador (figura 25), localizada en la región sierra del país, al centro-norte del país. Su capital es Latacunga. Cotopaxi se encuentra dividida políticamente en 7 cantones: Latacunga, Salcedo, La Mana, Pujili, Saquisili, Sigchos y Pangua. (Figura 26). Se determinó la calidad de agua de las microcuencas de los ríos Pumacunchi y Nagsiche ubicados en los cantones Saquisili y Salcedo.

Figura 25. Mapa de ubicación de la provincia de Cotopaxi dentro del Ecuador



Fuente: Los Tesistas.

Figura 26. Cantones de la provincia de Cotopaxi.



Fuente: Los Tesistas.

### **3.3.1. MICROCUENCA DEL RÍO PUMACUNCHI**

#### **3.3.1.1. Localización**

La microcuenca del río Pumacunchi encuentra ubicado al Oeste del cantón Latacunga entre los cantones de Saquisilí y Latacunga, de la provincia de Cotopaxi, Ecuador. Esta Microcuenca a su vez pertenece a la subcuenca del río Patate y desemboca en la cuenca del río Pastaza.

#### **3.3.1.2. Superficie**

La microcuenca del río Pumacunchi tiene una superficie de 359,32 km<sup>2</sup>

#### **3.3.1.3. Ubicación geográfica**

Coordenadas geográficas WGS 1984 UTM Zona 17 S

Coordenadas en X: 754021,47

Coordenadas en Y: 9909316,66

Altitud: 2800 - 4600 m.s.n.m.

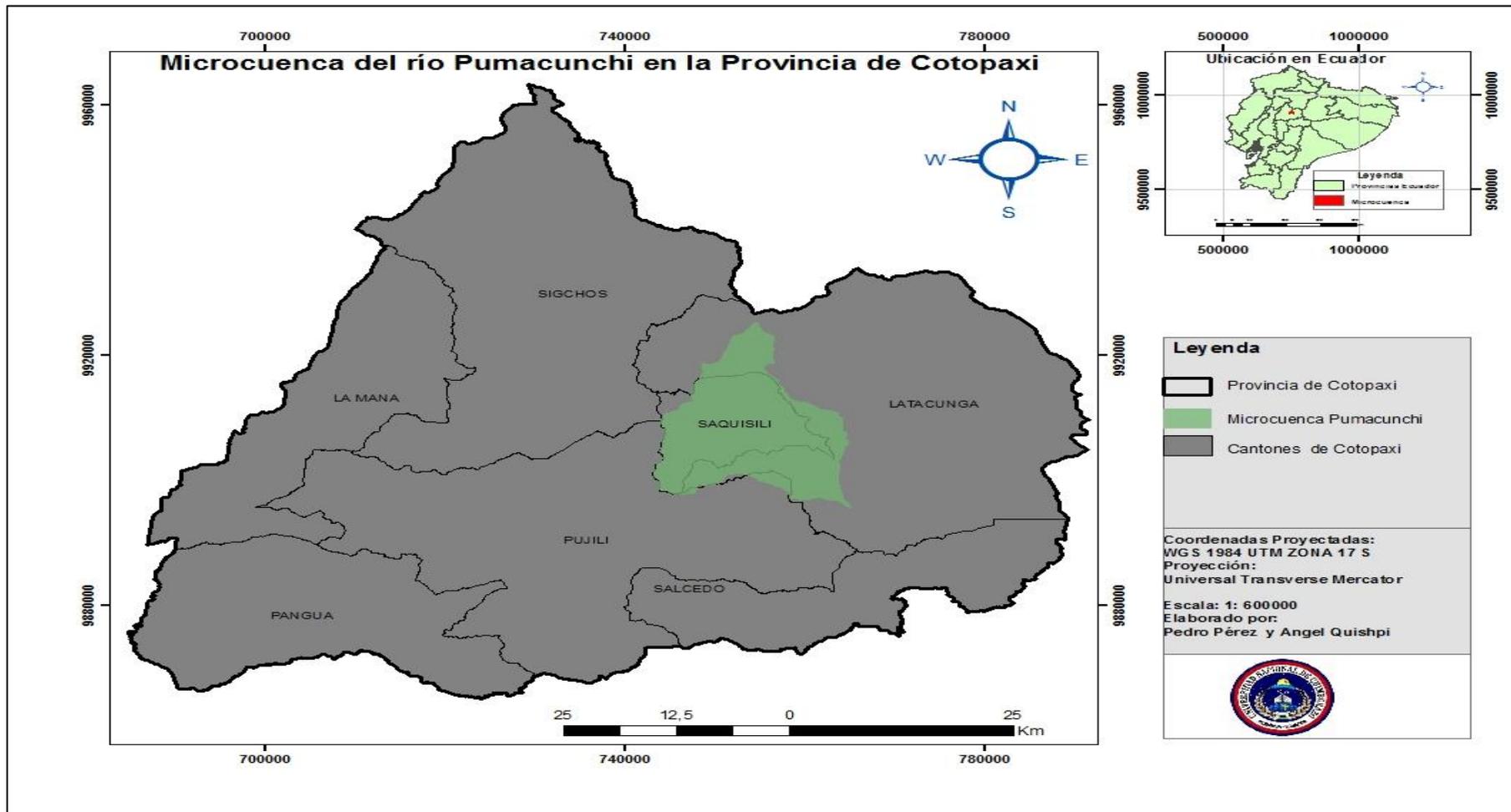
#### **3.3.1.4. Clasificación ecológica**

Según Sierra et al. (1999) Refiere para una variación altitudinal de 3500 hasta 4100-4200 msnm, le corresponde una clasificación ecosistemica de; Páramo seco, su cobertura es herbácea

Además, Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2012) para una variación altitudinal de 4100 - 4400/4500 m.s.n.m. le corresponde una clasificación ecosistemica de; Arbustal siempreverde montano alto superior y subnival de páramo, Su cobertura es arbustiva y herbácea.

Considerando que el 57,11% de la superficie de la microcuenca del río Pumacunchi, está dentro del cantón Saquisilí, se tomó como base los usos del suelo, la población y la Hidrología del mencionado cantón.

Figura 27. Mapa de ubicación geográfica de la microcuenca del río Pumacunchi



Fuente: Los Tesista

En la imagen superior derecha, el mapa del Ecuador y en la imagen inferior izquierda la microcuenca en estudio de color verde, dentro de la provincia de Cotopaxi. Fuente: Los Tesistas.

### 3.3.1.5. Clima

**Tabla 16. Características climáticas, datos tomados del anuario meteorológico 2012 INAMHI.**

<b>Variable</b>	<b>Detalle</b>
Temperatura	Máxima: 24,3 °C, Mínima: 1,8 °C, Media: 13,82 °C. Datos obtenidos de los anuarios de la estación meteorológica (M1238 INAMHI, 2012).
Precipitación	39,975 mm con rangos de (2,7- 130,5 mm). Datos obtenidos de los anuarios de la estación meteorológica (M0375 INAMHI, 2012).
Humedad relativa	Media 83%, con rangos de (46- 99%) Datos obtenidos de los anuarios de la estación meteorológica (M1238 INAMHI, 2012).

**Fuente: ( Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2015)**

### 3.3.1.6. Hidrología

De acuerdo al último Actualización del Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón, Saquisilí, 2014. El Cantón está ubicado en dos subcuencas y ocho Microcuencas distribuidas de la siguiente manera:

#### 3.3.1.6.1. Subcuenca del Río Patate

La subcuenca del río Patate pertenece al sistema Pastaza y se encuentra sobre una superficie de 19192,05 ha, que representa el 93,40% del territorio cantonal; esta subcuenca está formada por las microcuencas, del Río Blanco, Río Negro, Q. Catelilla y Drenajes menores.

### **3.3.1.6.2. Subcuenca del Río Blanco**

La subcuenca del Río Blanco pertenece al sistema Esmeraldas y se encuentra sobre una superficie de 1357,27 ha, lo que representa el 6,60% del total del territorio cantonal, esta subcuenca está formada por las microcuencas del Río Tigua, Río Guangaje, Río Jatuncama y Q. Chasupí.

### **3.3.1.6.3. Microcuencas hidrográficas**

El Cantón Saquisilí se encuentra ubicado en ocho microcuencas distribuidas de la siguiente manera:

#### **a) Microcuenca del Río Blanco**

La microcuenca del Río Blanco pertenece al sistema Pastaza abarca 985,36ha, que representa el 4,80% del territorio cantonal. Esta microcuenca está formada con diferentes quebradas, como son la Q. Timbuyacu, Q. Unguluro, R. Pumacunchi, y otras quebradas s/n.

#### **b) Microcuenca del Río Negro (Pumacunchi)**

La microcuenca del Río Negro pertenece al sistema Pastaza y es una de las que mayor superficie abarca con 13229,70 ha, que representa el 64,38% del territorio cantonal. Esta microcuenca está formada por el Río Chinchil, Río Acchin, Río Pumacunchi, además está formada por diferentes quebradas como son la Q. Atapulu, Q. Salamalag, Q. Calquin, Q. Chulco Toro, Q. Chulla Toro Cunga, Q. Huangajetinga, Q. Pucayacu, Q. Pucungo, Q. Yuracrumi, Q. Cachihuaycu, Q. Chalúa, Q. Chicorra, Q. de Chalioy, Q. Ishcopata, Q. Pie de Peluncucha, Q. Puncaungu, Q. Quinzahurcu, Q. Samelpugro, Q. Tagshana, Q. Teluncuchau y Q. Upayacu, Q. Solitaria y Q. Sulumbina.

c) **Microcuenca de la Quebrada Catelilla**

La microcuenca de la Quebrada Catelilla pertenece al sistema Pastaza, abarca 2976,47 ha. Que representa el 14,48% del territorio cantonal. Esta microcuenca está formada con diferentes quebradas, entre ellas la Q. Yanayacu, Q. Sulumbina, Q. Quila, Q. Macas y Q. Pusushisi.

d) **Microcuenca de Drenajes Menores**

La microcuenca de Drenajes Menores pertenece al sistema Pastaza, abarca 2000,52 ha, que representa el 9,74% del territorio cantonal. Esta microcuenca está formada por el Río Pumacunchi.

e) **Microcuenca de Río Tigua**

La microcuenca del Río Tigua pertenece al sistema Esmeraldas abarca una superficie de 39,60 ha, que representa el 0,19% del territorio cantonal.

f) **Microcuenca del Río Guangaje**

La microcuenca del Río Guangaje pertenece al sistema Esmeraldas abarcando 90,85 ha, que representa el 0,44% del territorio cantonal.

g) **Microcuenca de la Q. Chasupí**

La microcuenca de la Q. Chasupí pertenece al sistema Esmeraldas abarca una superficie de 3,65 ha, que representa el 0,02% del territorio cantonal aproximadamente.

h) **Microcuenca del Río Jatuncama**

La microcuenca del Río Jatuncama pertenece al sistema Esmeraldas, abarca 1223,17 ha, que representa el 5,95% del territorio cantonal. Esta microcuenca está formada por la Q. Jatunpungo, Q. Ochuyacu, Q. Samelpugro, Q. Yanaurcu y otras quebradas sin nombre.

### **3.3.1.7. Usos de suelo**

En el cantón Saquisilí se identifican los siguientes tipos de cobertura vegetal y usos de suelo:

- Vegetación Arbustiva y Eucalipto

- Área Erosionada
- Área Urbana
- Pasto Natural / Pantano
- Agricultura Intensiva
- Suelo Erosionado
- Páramo
- Cultivos en Suelos Erosionados
- Pajonal
- Páramo Intervenido
- Cultivos.

En la actualidad, predominan los cultivos con una superficie de 6659,90 ha que corresponde al 32,41% del territorio cantonal, ubicados en su mayoría en las parroquias Canchagua, Saquisilí y Chantilin, también se localizan cultivos en suelos erosionados con una superficie de 2364,09 ha que representa el 11,50%, estos cultivos se encuentran en las parroquias Saquisilí, Cochapamba y Canchagua.

El Páramo Intervenido se presenta también en el cantón con una superficie considerable con 1495,75 ha que corresponde al 27,70% del territorio cantonal, este se encuentra localizado en la parroquia Cochapamba, siendo éste intervenido por la presencia de asentamientos humanos, los mismos que se dedican a actividades agropecuarias.

**Tabla 17. Cobertura Vegetal y Uso del Suelo**

Usos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Vegetación Arbustiva y Eucalipto	96,14	0,47
Área Erosionada (Bosque Pino)	142,94	0,70
Área Urbana	518,33	2,52
Pasto Natural / Pantano	147,67	0,72
Agricultura Intensiva	214,16	1,04

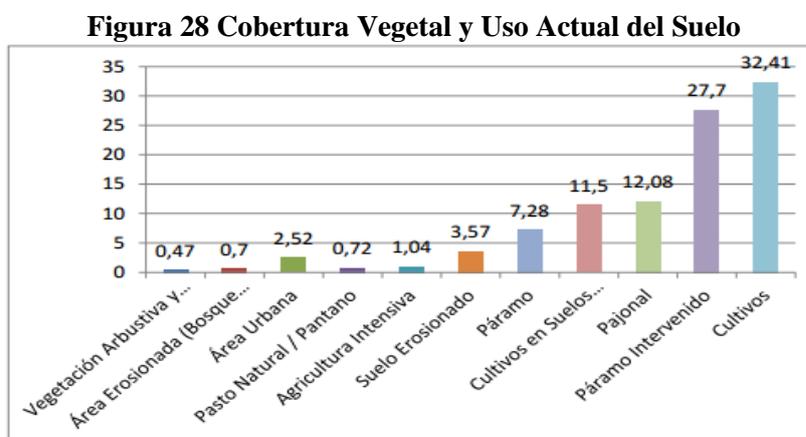
Usos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Suelo Erosionado	734,55	3,57
Páramo	1495,75	7,28
Cultivos en Suelos Erosionados	2364,09	11,50
Pajonal	2483,34	12,08
Páramo Intervenido	5692,41	27,70
Cultivos	6659,90	32,41
TOTAL	20549,28	100,00

Fuente: (PDOT Saquisilí, 2014).

Cabe destacar que a pesar de existir una gran superficie de páramo intervenido, aún el cantón preserva páramo en óptimas condiciones, este se ubica en la parroquia Cochapamba, con una superficie de existe en la parroquia Páramo que no está intervenido, con una superficie de 1495,75 ha, que representa el 7,28%, además también se puede localizar superficies de Pajonal en las parroquias Canchagua y Cochapamba abarcando una superficie de 2483,34 ha que corresponde al 12,08% del total de la superficie cantonal (PDOT Saquisilí, 2014).

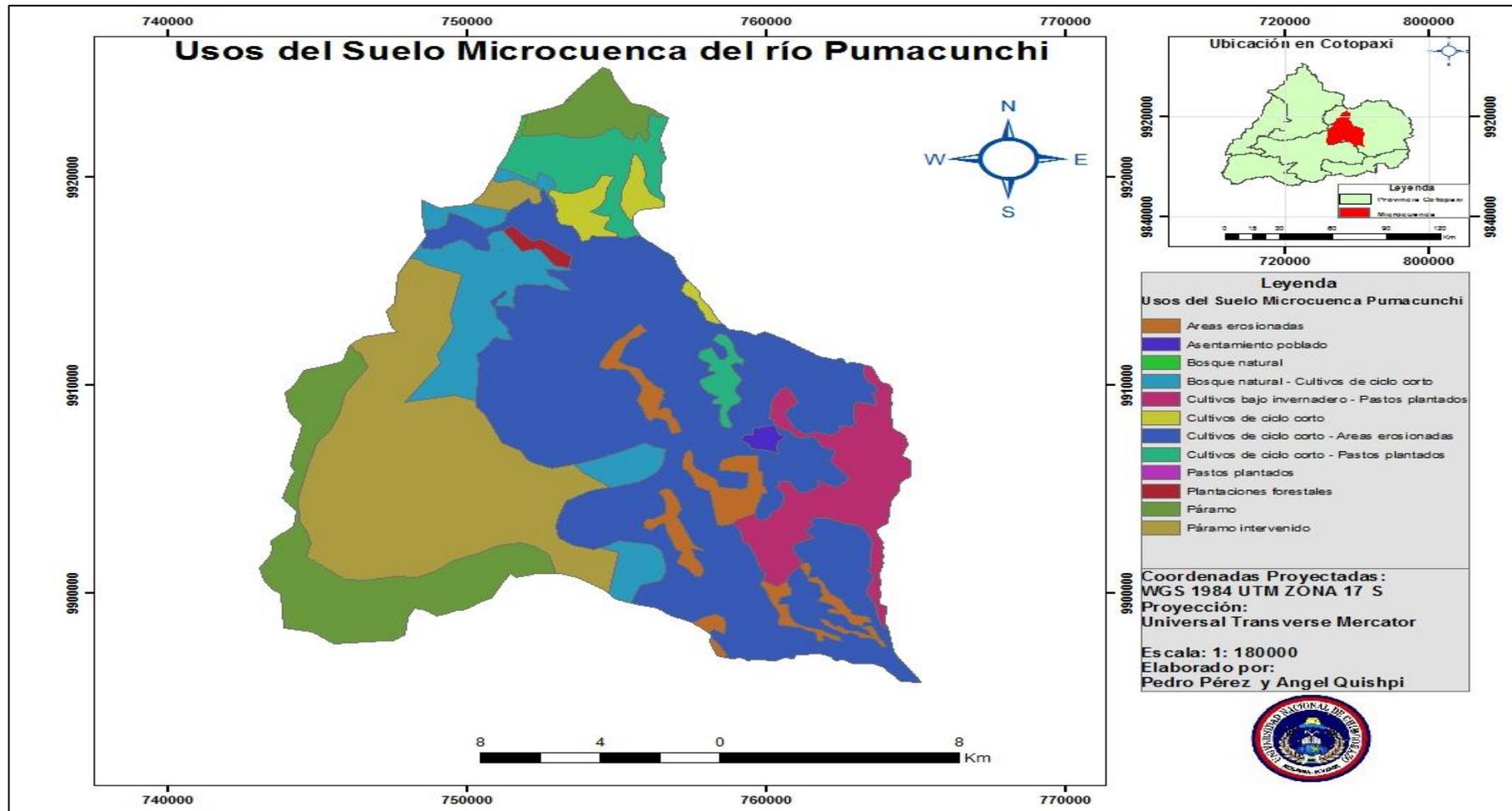
El suelo del cantón Saquisilí está siendo mayoritariamente utilizada para la actividad agrícola. Por tal razón la categoría cultivos ocupa una superficie de 6659,90 hectáreas y con un 32.41 % Fuente: (PDOT Saquisilí, 2014).

Representación gráfica de los usos del suelo en el cantón Saquisilí a continuación.



Fuente: (PDOT Saquisilí, 2014).

Figura 29. Usos del suelo.



Fuente: Los Tesistas.

### 3.3.1.8. Población

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC (2010) el cantón Saquisilí posee una población de 25300 habitantes.

**Tabla 18. Población del cantón Saquisilí.**

<b>Sectores</b>	<b>Número de Habitantes</b>	<b>Porcentaje %</b>
Urbana	7211	28.5
Rural	18090	71.5
<b>Total</b>	<b>25300</b>	<b>100</b>
Mujeres	13358	52.8
Hombres	11942	47.2
<b>Total</b>	<b>25300</b>	<b>100</b>

**Fuente: (INEC, 2010).**

La mayoría de la población se concentra en el sector rural con 18090 habitantes y un 71.5%, de la misma manera las mujeres son las que predominan con 13358 habitantes y un 52.8%. Fuente: (INEC, 2010).

### 3.3.1.9. Situación Económica

En el cantón Saquisilí existe una población económicamente activa (PEA) de 13.991 habitantes que representan el 55.3% de la población total del cantón (INEC, 2010).

**Tabla 19. Población del Cantón Saquisilí Ocupada por Rama de Actividad**

<b>Actividad</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Porcentaje %</b>
Agricultura y ganadería	7723	55.2%
Comercio al por mayor y menor	2057	14.7%
Construcción	853	6.1%
Transporte y almacenamiento	616	4.4%
Industrias manufactureras	574	4.1%

<b>Actividad</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Porcentaje %</b>
Enseñanza	462	3.3%
Administración pública y defensa	364	2.6%
Actividades de los hogares como empleadores	252	1.8%
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	238	1.7%
Otras actividades de servicios	210	1.5%
Otros	644	4.6%

**Fuente: (INEC, 2010).**

La actividad que mayoritariamente se dedican es a la agricultura y Ganadería, con 7723 habitantes que representa el 55.2% del total de la PEA y la actividad a la que menos personas se dedican es la se servicios con un total de 238 habitantes que representa el 1.7% del PEA. Fuente: (INEC, 2010).

### **3.3.1.10. Parámetros Morfométricos**

**Tabla 20. Parámetros Morfométricos de la Microcuenca del río Pumacunchi**

<b>Parámetros Morfométricos de la Microcuenca del río Pumacunchi</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Parámetros de forma</b>		
Área	Km <sup>2</sup>	359,32
Longitud Axial	Km	31,57
Perímetro	Km	98,72
Factor de forma		0,36
Coefficiente de compacidad o Índice de Gravelius		1,47
Cota Máxima	m.s.n.m.	4600
Cota Mínima	m.s.n.m.	2800
X centroide	m	754021,47

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Y centroide	m	9909316,66
Z centroide	m.s.n.m.	3625,55
<b>Parámetro de Relieve</b>		
Elevación media de la cuenca	m.s.n.m.	3455
<b>Parámetros de drenaje</b>		
Densidad de drenaje	Km/Km <sup>2</sup>	0,816
Orden de corrientes		5
Longitud del cauce principal	Km	23,4
longitud de red Hídrica	Km	293,3

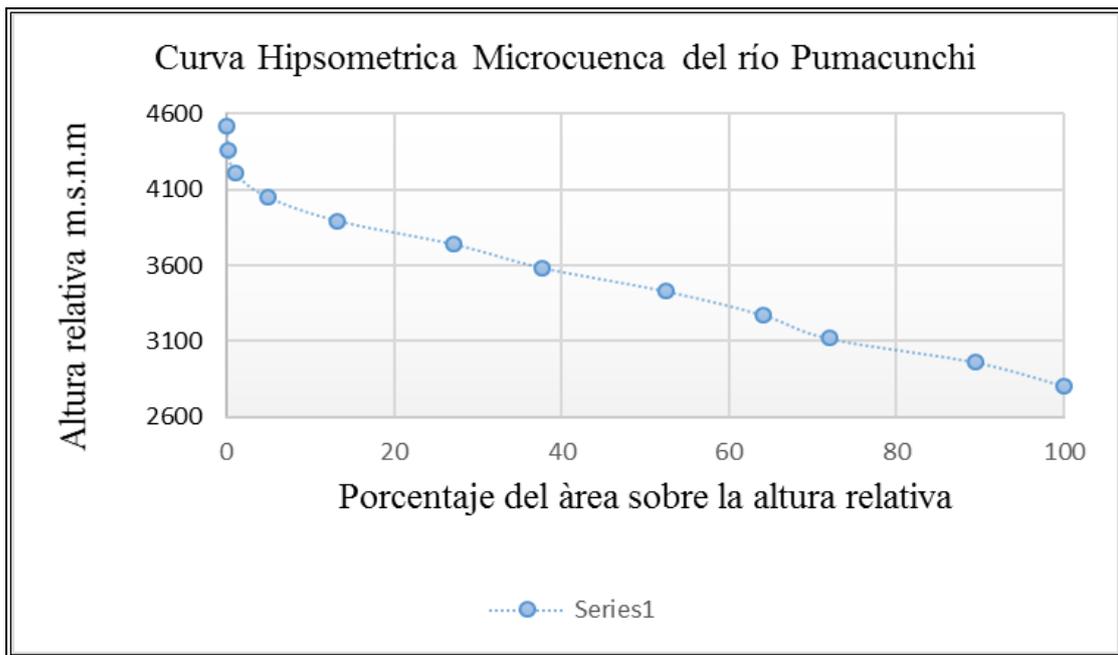
**Fuente: Los Tesistas.**

El área determinada para la microcuenca del río Pumacunchi es de 359.32 Km<sup>2</sup>, y según Campos (1992) le corresponde clasificarla como Intermedia Pequeña, sin embargo según la clasificación de Ortiz (2004) le corresponde subcuenca de orden 5. El perímetro encontrado es de 98.72 km.

El índice de compacidad es de 1.47 (adimensional) que determina la forma como Oval-redonda a oval oblonga según Campos (1992), y se estima que es no es muy susceptible a las crecidas, cuyas aguas fluyen en general por un solo curso principal (Gaspari el at, 2012). La cota máxima es de 4600 y la mínima es de 2800 m.s.n.m. La elevación media de la microcuenca es de 3455 m.s.n.m, esto se obtuvo a partir de la interpolación de la altura relativa y el 50% del área acumulada.

La densidad de drenaje fue de 0.816 Km/Km<sup>2</sup>, posee una orden de corrientes de 5, se entiende que es de orden alto según Fuentes (2004). Esto se lo interpreta como una microcuenca moderadamente drenada la respuesta es moderada frente a una tormenta evacuando el agua en menos tiempo. Fuente: Los tesistas.

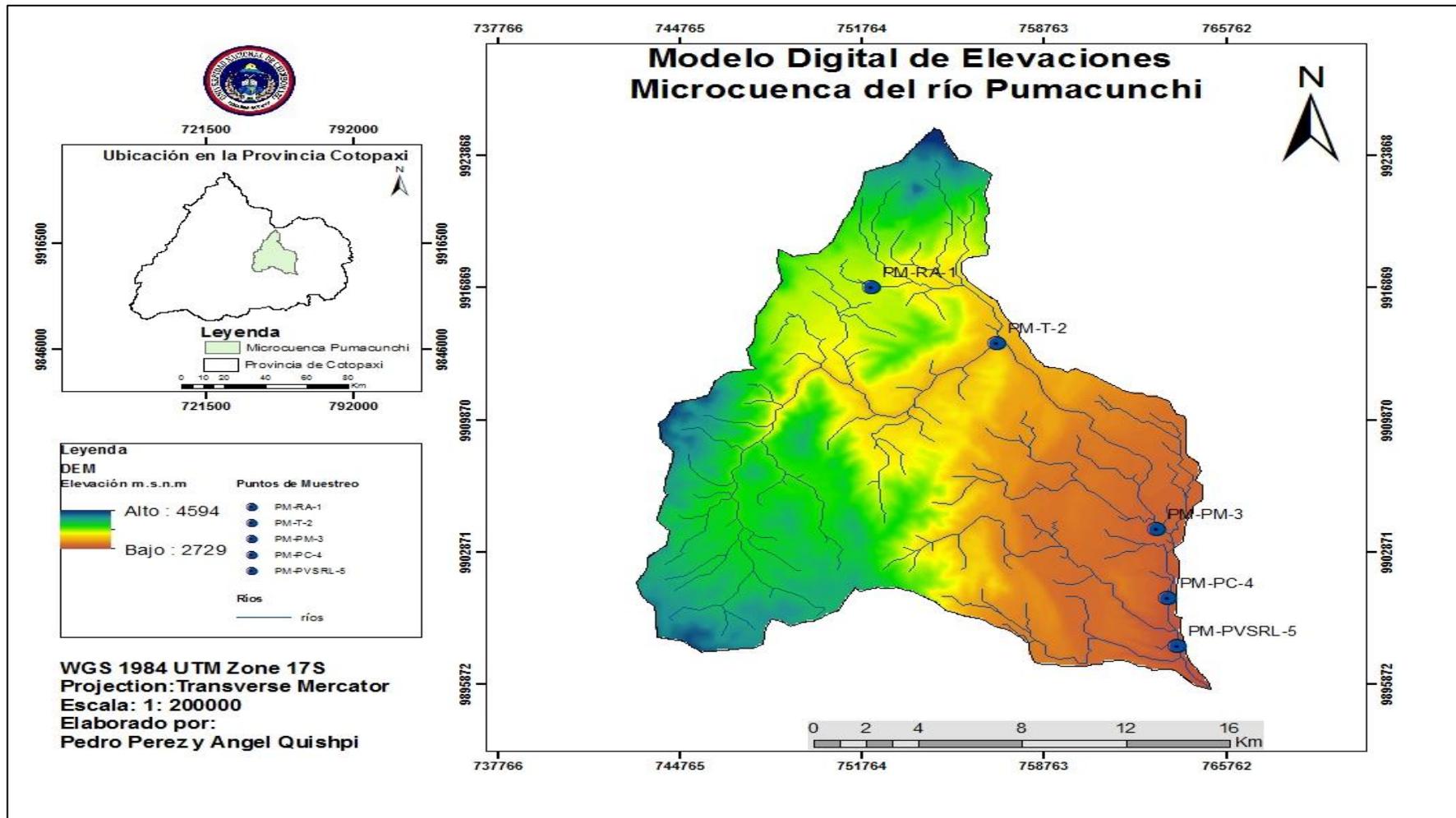
**Figura 30. Curva hipsométrica**



**Fuente: Los Tesistas.**

Analizado la curva hipsométrica, es una microcuenca en equilibrio fase de madurez la posibilidad de inundaciones y de sedimentación en la parte baja es escasa si la cobertura vegetal en la parte alta está en buenas condiciones según Solís et al (2006).

Figura 31. Microcuenca del río Pumacunchi en formato raster (Modelo digital de elevaciones DEM)



Fuente: Los Tesistas.

### **3.3.2 MICROCUENCA DEL RÍO NAGSICHE**

#### **3.3.2.1. Localización**

La microcuenca del río Nagsiche se encuentra ubicado al Oeste del cantón de Salcedo de la provincia de Cotopaxi, Ecuador que a su vez pertenece a la subcuenca del río Patate y desemboca en la cuenca del río Pastaza.

#### **3.3.2.2. Superficie**

La microcuenca del río Pumacunchi tiene una superficie de 256,90 km<sup>2</sup>

#### **3.3.2.3. Ubicación geográfica**

Coordenadas geográficas WGS 1984 UTM Zona 17 S

Coordenadas en X: 752267,89

Coordenadas en Y: 9880669,84

Altitud: 2660 - 4500 m.s.n.m.

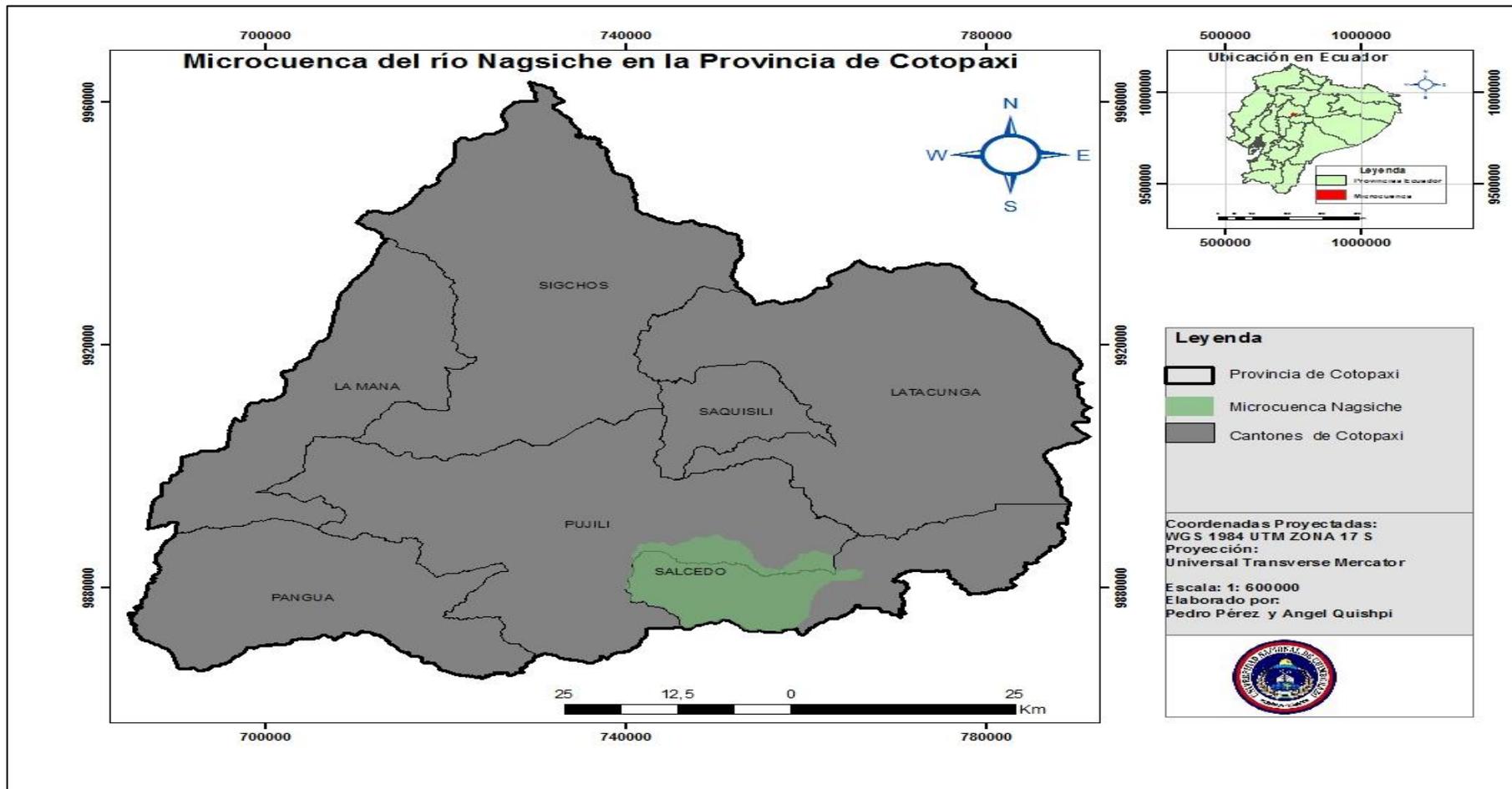
#### **3.3.2.4. Clasificación ecológica**

Según Sierra et al. (1999) Refiere para una variación altitudinal de 3500 hasta 4100-4200 m.s.n.m., le corresponde una clasificación ecosistémica de; Paramo seco, su cobertura es herbácea

Además, Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2012) para una variación altitudinal de 4100 - 4400/4500 m.s.n.m. le corresponde una clasificación ecosistémica de; Arbustal siempre verde montano alto superior y subnival de páramo, Su cobertura es arbustiva y herbácea.

Considerando que el 77,15% de la superficie de la microcuenca del río Nagsiche, está dentro del cantón Salcedo, se tomó como base los usos del suelo, la población, del mencionado cantón.

Figura 32. Mapa de ubicación geográfica de la microcuenca del río Nagsiche



Fuente: Los Tesistas.

### 3.3.2.5. Clima

**Tabla 21. Características climáticas, datos tomados del anuario meteorológico 2012 INAMHI.**

<b>Variable</b>	<b>Detalle</b>
Temperatura	Máxima: 20,4 °C, Mínima: 8,6 °C, Media: 13,8 °C. Datos obtenidos de los anuarios de la estación meteorológica (M0004 INAMHI, 2012).
Precipitación	85,8 mm con rangos de (12,7 – 243,5 mm). Datos obtenidos de los anuarios de la estación meteorológica (M0359 INAMHI, 2012).
Humedad relativa	Media 75%, con rangos de (31- 100%) Datos obtenidos de los anuarios de la estación meteorológica (M0004 INAMHI, 2012).

**Fuente: ( Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2015**

### 3.3.2.6. Uso del suelo

En el estudio del Inventario Hídrico de la microcuenca del río Nagsiche realizado por la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícola (CESA) en el año 2009 establece una clasificación de los usos de suelo para esta microcuenca.

**Tabla 22. Tipos de usos de del suelo y áreas para la microcuenca del Nagsiche.**

<b>Clase de cobertura</b>	<b>Descripción</b>	<b>% de las microcuenca</b>	<b>H.</b>
Nieve	Áreas de gran altura altamente reflejante	0,04	8,7
Suelo desnudo semidesnudo de gran altitud	Áreas con suelo desnudo y tierras semidesnudas a gran altura	0.145	31.7

<b>Clase de cobertura</b>	<b>Descripción</b>	<b>% de las microcuenca</b>	<b>H.</b>
Plantaciones de pinos	Áreas de plantaciones con una fina firma espectral distintiva (s)	0.91	198.5
Eucaliptos	Áreas de plantaciones con la firma espectral diferente a la de los pinos mencionados arriba, basados en fotografías en fotografías de campo	0.035	7.6
Matorral nativo	Áreas con una mezcla de firma espectral a menudo asociadas a las empinadas laderas de las quebradas, zonas que probablemente quedaron con la cobertura natural	14	3051
Mezcla de cultivos y pastos – muy variables en zonas más bajas	Todas las áreas en la microcuenca debajo de 3500 m.s.n.m., sin riego	45,15	9838
Pasto y cultivo – bajo riego – en zonas más bajas	Todas las áreas de la microcuenca debajo de 3500 m.s.n.m., sin riego	0.24	52.5
Una firma espectral distintiva/cultivos en zonas más bajas	Algunas áreas pequeñas en la microcuenca debajo de 3500 msnm muy distintas al resto de la zona, posiblemente un tipo distinto de cubierta vegetal- se recomienda que esta clase sea unidad a la clase mixta ( posiblemente brócoli)	0.047	10.25
Pasto a una latitud media-alta	Áreas de pasto encima de 3500 msnm, basado en parcelas de comprobación identificados a partir de las fotografías de campo	9.32	2031
Pastos pantanosos no mejorados	Áreas de pastizales con un aspecto más exuberante encima de los 3500 msnm, basados en parcelas de comprobación identificados a partir de las fotografías de campo.	0.9	196

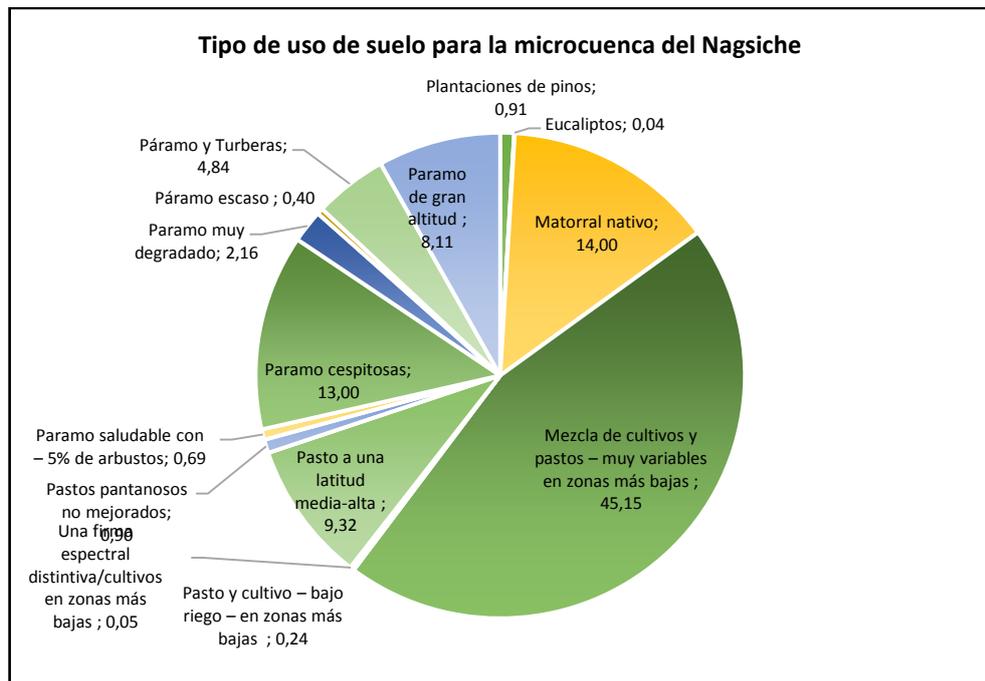
<b>Clase de cobertura</b>	<b>Descripción</b>	<b>% de las micro cuenca</b>	<b>H.</b>
Páramo saludable con – 5% de arbustos	Áreas cespitosas con matorral escaso encima de 3500 m.s.n.m., basado en parcelas de comprobación identificados a partir de fotografías de campo	0.69	150.4
Páramo cespitosas	Áreas cespitosas encima de los 3500 m.s.n.m., basados en parcelas de comprobación identificados a partir de fotografías de campo	13	2833
Páramo muy degradado	Áreas cespitosas mezclado con áreas desnudas/sami desnudas y algunas pastizales encima de los 3500 m.s.n.m., basadas en parcelas de comprobación identificación a partir de fotografías de campo	2.16	471
Páramo escaso	Áreas cespitosas mezclado con pastizales y algunos parches semidesnudos encima de 3500 m.s.n.m., basadas en parcelas de comprobación identificación a partir de fotografías de campo	0.4	87.2
Páramo y Turberas	Áreas cespitosas con algunas plantas de pantano, en su mayoría encima de 3800 m.s.n.m., basados en parcelas de comprobación identificación a partir de fotografías de campo	4.84	1055
Páramo de gran altitud	Áreas cespitosas en su mayoría encima de 3800 m.s.n.m, basados en parcelas de comprobación identificación a partir de fotografías de campo	8.11	1768

**Fuente: (Chancunsig et al, 2012).**

El suelo de la microcuenca del río Nagsiche está ocupada por los cultivos y pastos muy variables en zonas más bajas y es la que mayor superficie ocupa con 9838 hectáreas y un 45,15%. Fuente: (Chancunsig et al, 2012).

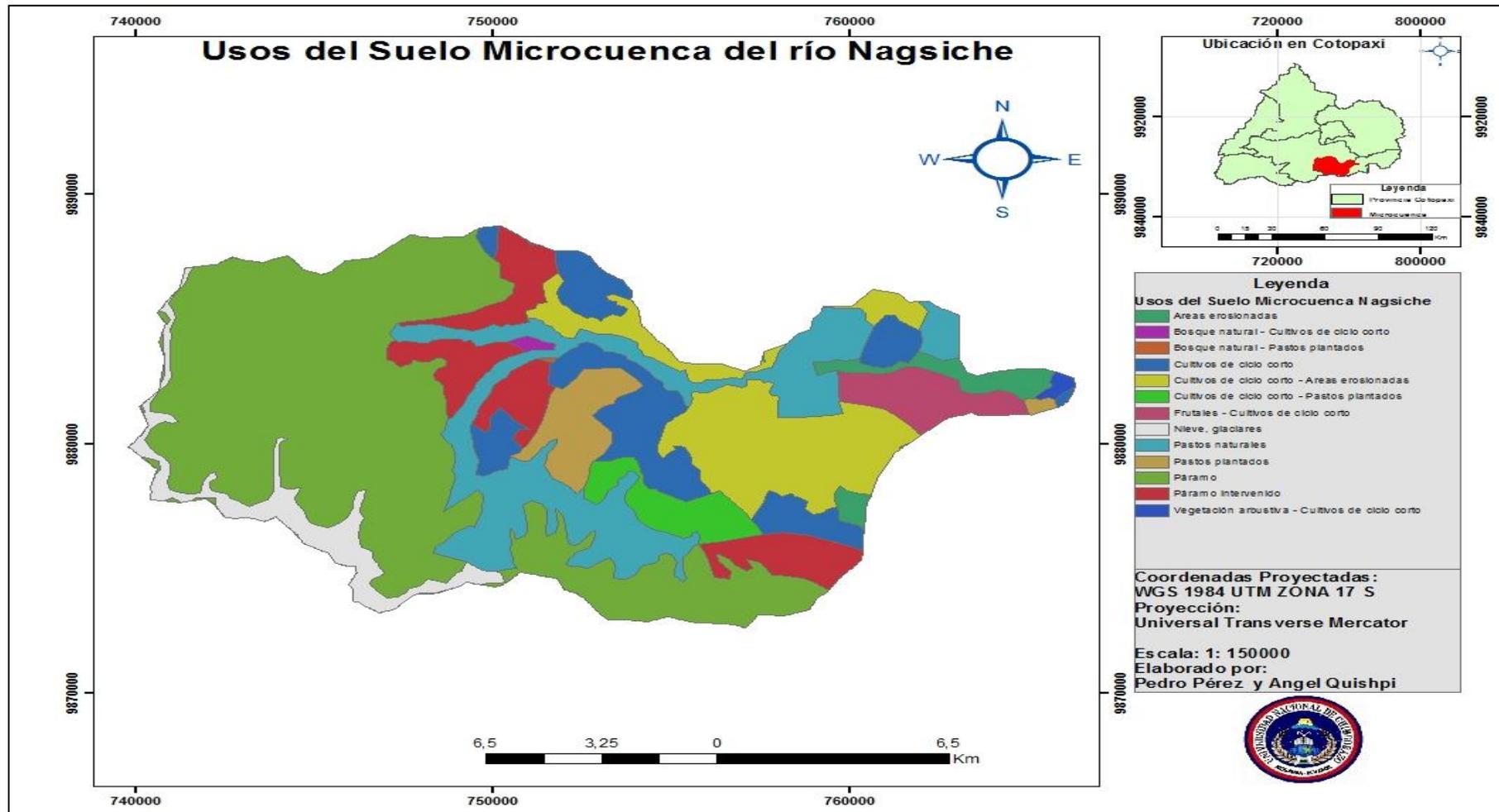
A continuación, se representa mediante un gráfico de pastel los diferentes tipos de usos de suelo.

**Figura 33 Tipo de uso del suelo para la microcuenca del Nagsiche**



**Fuente: (Chancunsig et al, 2012).**

Figura 34. Usos del suelo.



Fuente: Los Tesistas.

### **3.3.2.7. Hidrología**

El territorio del cantón se encuentra bañado por diferentes cuencas y micro cuencas, las mismas que facilitan el desarrollo del mismo y ayudan a la producción agrícola de la zona, existen vertientes tanto de la cordillera central como accidental, que mantienen en las zonas altas páramos ricos en el preciado líquido (Escobar, 2010).

#### **3.3.2.7.1. Río Cutuchi**

Nace en los deshielos del Cotopaxi, es el principal río que atraviesa el cantón de norte a sur.

#### **3.3.2.7.2. Río Nagsiche**

Ubicado al lado occidental del cantón, su origen es en la parte más alta de la Cordillera Occidental y sirve de límite entre la Parroquia de Cusubamba y el Cantón Pujilí; sus afluentes son el Zamora, Sunfo y el Atocha (Escobar, 2010).

#### **3.3.2.7.3. Río Yanayacu**

Nace en las vertientes que se encuentran en la parte más alta de la Cordillera Central con el nombre de Quillopaccha en el Sector del Parque Nacional los Llanganates, ubicado al lado sur oriental del cantón; sirve de límite entre los cantones de Salcedo y Píllaro (Escobar, 2010).

### **3.3.2.8. Población**

La población que se detalla a continuación, son datos proporcionados por el INEC, la población total es de 58215 habitantes. Según el último censo de población y vivienda.

**Tabla 23. Población del cantón Salcedo**

<b>Sectores</b>	<b>Número de Habitantes</b>	<b>Porcentaje %</b>
Urbana	12516	21.5
Rural	45699	78.5
<b>Total</b>	<b>58215</b>	<b>100</b>
Mujeres	30330	52.1
Hombres	27885	47.9
<b>Total</b>	<b>58215</b>	<b>100</b>

**Fuente: (INEC, 2010).**

La mayor población se concentra en el sector rural con 45699 habitantes y un 78.5%, a si mismo las mujeres son las que predominan con 30330 habitantes y un 52.1% esto hasta el 2010. Fuente: (INEC, 2010).

### **3.3.2.9. Situación Económica**

Según el Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censo INEC. (2010) en el cantón Salcedo existe una población económicamente activa (PEA) de 31785 que representan el 54.6 % de la población total del cantón.

**Tabla 24. Población del Cantón Salcedo Ocupada por Rama de Actividad**

<b>Actividad</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Porcentaje %</b>
Agricultura y ganadería	15670	49.3
Construcción	3592	11.3
Comercio al por mayor menor	3210	10.1
Industrias manufactureras	2257	7.1
Transporte y almacenamiento	1494	4.7
Enseñanza	1017	3.2
Administración pública y defensa	858	2.7

<b>Actividad</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Porcentaje %</b>
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	795	2.5
Otras actividades de servicios	667	2.1
Actividades de los hogares como empleadores	667	2.1
Otros	1526	4.8

**Fuente: (INEC, 2010).**

La actividad a la mayoritariamente se dedican los pobladores es la agricultura y la ganadería con 15670 habitantes y con un 49.3 % del total de PEA, por otro lado la actividad de servicio doméstico es la que menos número de personas se dedican con 667 habitantes y con un 2.1 % del PEA. Fuente: (INEC, 2010).

### **3.3.2.10 Parámetros Morfométricos**

**Tabla 25. Parámetros Morfométricos de la Microcuenca del río Nagsiche**

<b>Parámetros Morfométricos de la Microcuenca del río Nagsiche</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Parámetros de forma</b>		
Área	Km <sup>2</sup>	256,90
Longitud Axial	Km	26,63
Perímetro	Km	80,90
Factor de forma		0,362
Coefficiente de compacidad o Índice de Gravelius		1,42
Cota Máxima	m.s.n.m.	4500
Cota Mínima	m.s.n.m.	2660
X centroide	m	752267,89
Y centroide	m	9880669,84
Z centroide	m.s.n.m.	3719,28

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Parámetro de Relieve</b>		
Elevación media de la cuenca	m.s.n.m.	3873,4
<b>Parámetros de drenaje</b>		
Densidad de drenaje	Km/Km <sup>2</sup>	0,783
Orden de corrientes		4
Longitud del cauce principal	Km	30,51
longitud de red Hídrica	Km	201,26

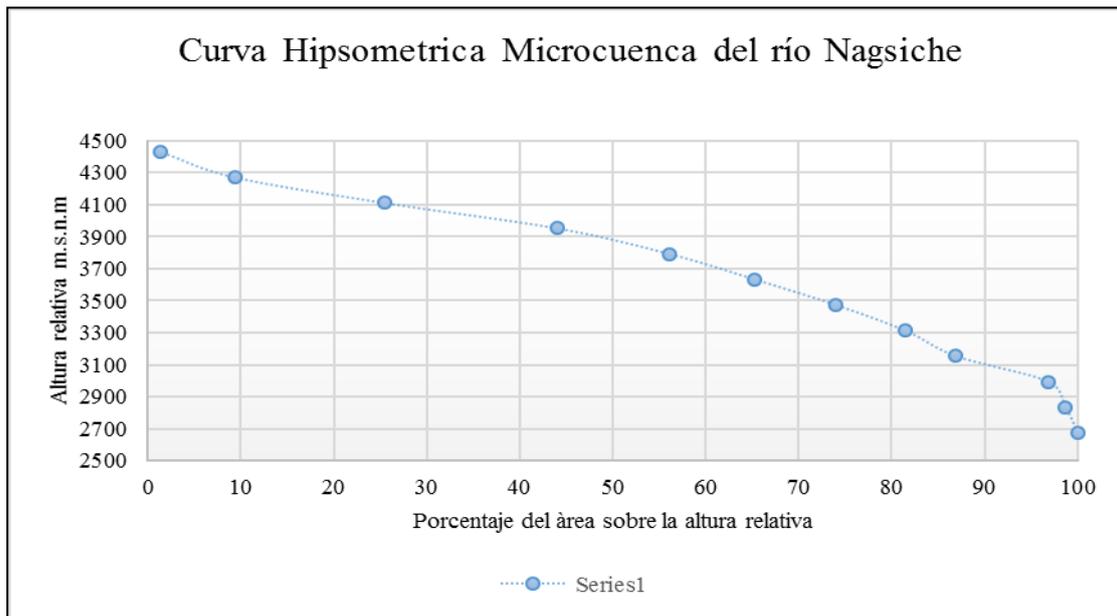
**Fuente: Los Tesistas.**

El área determinada para la microcuenca del río Nagsiche es de 256,90Km<sup>2</sup>, y según Campos (1992) le corresponde clasificarla como Intermedia Pequeña, sin embargo, según la clasificación de Ortiz (2004) le corresponde subcuenca de orden 4. El perímetro encontrado es de 80,90 km.

El índice de compacidad es de 1.47 (adimensional) que Según Campos (1992) tiene una forma; Oval-redonda a oval oblonga: que es más largo que ancho y se estima que es no es muy susceptible a las crecidas (Gaspari el at, 2012). La cota máxima es de 4500 y la mínima es de 2660 m.s.n.m. La elevación media de la microcuenca es de 3873,4 m.s.n.m, esto se obtuvo a partir de la interpolación de la altura relativa y el 50% del área acumulada.

La densidad de drenaje es de 0,783 Km/km<sup>2</sup>, posee una orden de corrientes de 4, se entiende que es de orden alto según Fuentes (2004). Esto se lo interpreta como una microcuenca moderadamente drenada la respuesta es moderada frente a una tormenta evacuando el agua en menos tiempo. La longitud del río principal es de 30.51 km, posee una longitud de red hídrica de 201.26 Km.

**Figura 35. Analizado la curva hipsométrica**

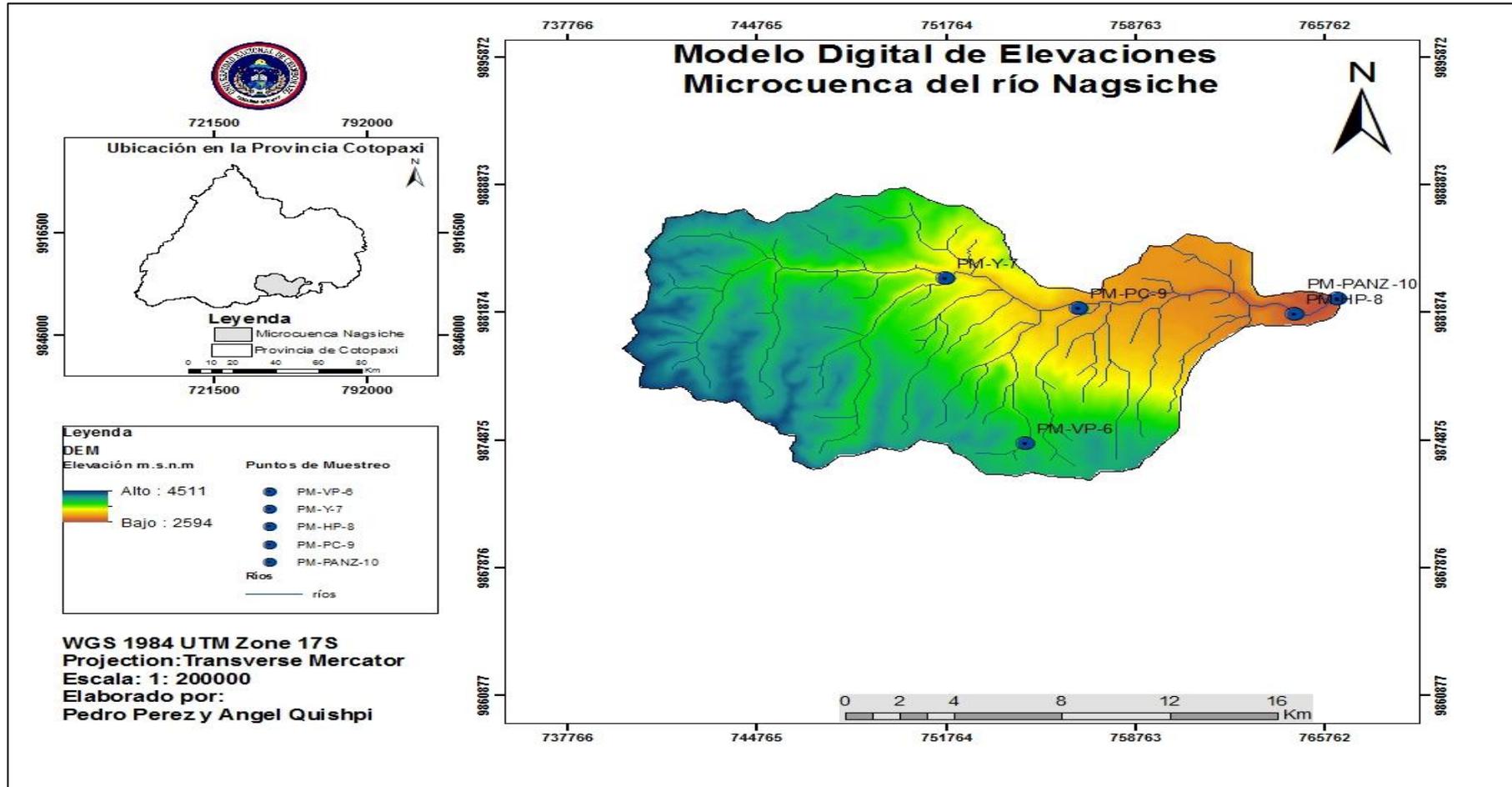


**Fuente: Los Tesistas.**

Analizado la curva hipsométrica, posee una mayor cantidad de área a mayor altura, es microcuenca en fase de juventud con gran potencia erosivo, si la cobertura vegetal en la parte alta no está en buenas condiciones según Solís et al (2006).

La flora y la fauna para las Microcuencas del río Nagsiche y río Pumacunchi se han considerado similares debido que ambas se encuentran en la región andina, sus altitudes van desde los 2600-4600 m.s.n.m. y están ubicadas en la provincia de Cotopaxi

Figura 36. Microcuenca del río Nagsiche en formato raster (Modelo digital de elevaciones DEM)



Fuente: Los Tesistas.

### 3.3.3 Flora

La flora se representa por especies propias tanto de los valles centrales andinos como del páramo, teniendo así especies forestales nativas representadas por parches en las zonas altas y bajas como también en su mayoría plantaciones con especies exóticas, entre ellas: frutales, herbáceas, ornamentales, medicinales y forrajeras (Escobar, 2010).

**Tabla 26. Especies vegetales nativas y exóticas**

<b>Nombre vulgar</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Liquen fruticoso	<i>Usnea barbata</i>	Usneáceas
Almohadilla	<i>Azorella pedunculata</i>	Apiaceae
Valeriana	<i>Valeriana rigida</i>	Valerianaceae
Achicoria	<i>Hypochaeris sonchoides</i>	Asteraceae
Candelilla	<i>Castilleja arvensis</i>	Scrophulariaceae
Cashpachina	<i>Gentianella cerastioides</i>	Gentianaceae
Urcutañi	<i>Hypochaeris sessiflora</i>	Asteraceae
Chuquiragua	<i>Chuquiraga jussieui</i>	Asteraceae
Romerillo	<i>Hypericum laricifolium</i>	Lamiaceae
Zapatito	<i>Calceolaria sp.</i>	Scrophulariaceae
Mortiño	<i>Vaccinium floribundum</i>	Ericaceae
Achupalla	<i>Puya sp.</i>	Bromeliaceae
Cacho de venado	<i>Halenia weddelliana</i>	Gentianaceae
Pucachaglla/ colca	<i>Brachiotum ledifolium</i>	Melastomataceae
Coralillo	<i>Bomarea hirsuta</i>	Alstroemeriaceae
Yagual	<i>Polylepis racemosa</i>	Rosaseae
Tarugarinri	<i>Werneria nubigena</i>	Asteraceae
Genciana	<i>Gentianella sp.</i>	Gentianaceae
Paja sigse	<i>Agrostis sp.</i>	Poaceae
Paja	<i>Stipa ichu</i>	Poaceae
Ashpachocho	<i>Lupinus pubescens</i>	Favaceae
Trebol	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
Guanto/ Wanto	<i>Brugmansia sanguine</i>	Solanaceae

<b>Nombre vulgar</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Chilca negra	<i>Gynoxis sp.</i>	Asteraceae
Sigse	<i>Cortaderia jubata</i>	Asteraceae
Taxo	<i>Passiflora mixta</i>	Passifloraceae
Cartucho	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Araceae
Eucalipto	<i>Eucalyptus globules</i>	Myrtaceae
Mora	<i>Rubus glaucus</i>	Rosaceae
Capulí	<i>Prunus serotina</i>	Rosaceae
Tuna	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Cactaceae
Chamico	<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae

**Fuente: (Escobar, 2010).**

### 3.3.4 Fauna

**Tabla 27. Mamíferos Representativos**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>
Conejo	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Leporidae
Zorro	<i>Conepatus semistriatus</i>	Mephitidae
Lobo	<i>Pseudolopex culpaeus</i>	Cannidae
Murciélago común	<i>Desmodus rotundus</i>	Phyllostoridae
Venado	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Cervidae
Raposa	<i>Didelphis albiventris</i>	Didelphimorphia
Ratón campestre ecuatoriano	<i>Akodon latebricola</i>	Cricetidae
Ratón andino de páramo	<i>Thomasomys rhoadsi</i>	Cricetidae
Chucuri	Chucuri <i>Mustela frenata</i>	Mustelidae
Oso de anteojos	<i>Tremarctos ornatus</i>	Ursidae

**Fuente: (Escobar, 2010).**

Según Escobar. (2010) la fauna se representa por especies propias tanto de los valles centrales andinos como del páramo, teniendo así especies características de la zona, con ejemplares de mamíferos, reptiles, aves e insectos.

Algunas especies importantes han ido desapareciendo de la zona a causa del avance de la frontera agrícola, pero principalmente por el calentamiento global como por ejemplo el jambato rana característica de la zona alta occidental del cantón salcedo. A continuación, se presenta un resumen de las especies más representativas de fauna del cantón:

**Tabla 28. Aves Representativas**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>
Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>	Paseriforme
Mirlo	<i>Turdus fuscater</i>	Turdidae
Garza blanca	<i>Egretta thula</i>	Ardeidae
Lechuza campanaria	<i>Tito alba</i>	Strigidae
Búho	<i>Asio stygius</i>	Strigidae
Colibri real/ gigante	<i>Patagona gigas</i>	Trochilidae
Colibri coruscans	<i>Sparkling violetear</i>	Trochilidae
Colacintillo colinegro	<i>Lesbia victoriae</i>	Trochilidae
Pajaro brujo/ petirojo	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Tyrannidae
Tórtola orejuda	<i>Zenaida auriculata</i>	Columbidae
Gorrión chingolo	<i>Zonotrichia capensis</i>	Emberizidae
Riccha	<i>Thraupis bonariensis</i>	Thraupidae
Golondrina	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Hirundinidae
Gaviota andina	<i>Larus serranus</i>	Laridae
Garceta grande	<i>Ardea alba</i>	Ardeidae
Pato rojizo	<i>Oxyura ferruginea</i>	Anatidae
Frigilo plumizo	<i>Phrygilus unicolor</i>	Emberizidae
Curiquinge	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Falconidae
Cernícalo americano	<i>Falco sparverius</i>	Falconidae
Guarro/ águila pechinegra	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Accipitridae
Avefría andina/ ligue	<i>Vanellus resplendes</i>	Charadriidae
Playero lomiblanco	<i>Calidris fuscicollis</i>	Scolopacidae

**Fuente: (Escobar, 2010).**

### **3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Análisis de la calidad de agua de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi, pertenecientes a la subcuenca del río Patate, de la provincia de Cotopaxi.

**Tabla 29. Operacionalización de Variables**

<b>VARIABLE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
<b>INDEPENDIENTE</b>  <b>Actividades antropogénicas</b>	Todo lo que es relativo al ser humano, por oposición a lo natural, y especialmente se aplica a todas las modificaciones que sufre lo natural a causa de la acción de los humanos (DeConceptos, 2015).	Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrias</li> <li>• Actividades agrícolas</li> <li>• Actividades ganaderas</li> <li>• Descargas domesticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check list</li> <li>• Método cualitativo</li> </ul>
<b>DEPENDIENTE</b>  <b>Calidad de agua de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi</b>	La calidad del agua está determinada por la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico-químicos tales como pH y conductividad, cantidad de sales y de la presencia de fertilizantes (Arco, 2005).	Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• Olor</li> <li>• Solidos totales disueltos</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• DBO5</li> <li>• OD</li> <li>• Macroinvertebrados acuáticos</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Coliformes fecales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de Calidad de Agua (ICA NSF)</li> <li>• Índice Biológico Andino (ABI)</li> <li>• Índice ETP (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera)</li> <li>• Multiparametro</li> </ul>

**Fuente: Los Tesistas.**

### **3.5 PROCEDIMIENTOS**

A continuación, detallamos los procedimientos que se realizó para el cumplimiento de las actividades planificadas para la elaboración de nuestro trabajo de investigación:

#### **3.5.1 PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PRIMER OBJETIVO**

Identificar las fuentes de contaminación de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi.

##### **3.5.1.1 Delimitación del sitio de estudio**

- Se procedió a la delimitación de nuestro sitio de estudio utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica, exclusivamente las Microcuencas Hidrográficas de los ríos Nagsiche y Pumacunchi pertenecientes a la subcuenca del río Patate.
- Se utilizó cartografía elaboradas y difundidas por el Sistema Nacional de Información. Además, utilizamos un Modelo Digital de Terreno (DEM), Flujo de acumulación de, 3 segundos de arco de resolución, publicadas por el proyecto HydroSHED que está disponible en internet, esto nos facilitó el trabajo de investigación, El proceso utilizado para la delimitación fue de Rosas (2009).

##### **3.5.1.2. Información directa**

- La información se obtuvo de las estaciones de monitoreo establecidas por CESA, en los ríos, Nagsiche y Pumacunchi.
- Se realizó recorrido por los ríos en estudio.
- Se utilizó un formulario para identificar las fuentes de contaminación ver (Anexos 6), la cual nos sirvió como base para establecer los puntos de monitoreo. Se estableció mapas con las fuentes de contaminación y puntos de monitoreo que se realizaron en ArcGis 10.2.

- Se tomó en consideración los lugares de descargas de aguas residuales y que tengas vías de acceso, esto nos permitirán acceder con facilidad a los lugares de muestreo.

### 3.5.1.3 Información indirecta

#### Revisión cartográfica

- Se revisaron la cartografía en base a asentamientos humanos (ciudades), que es en donde se genera la mayor contaminación en los ríos.
- Cartografía de vías esto con el fin de tener facilidad de acceso.
- Para esto se utilizaron cartografía, elaboradas y difundidas por el Sistema Nacional de Información (Sistema Nacional de Información [SNI], 2014).

## 3.5.2 PARA EL CUMPLIMIENTO DEL SEGUNDO OBJETIVO

Determinar la calidad del agua de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi, utilizando el índice de calidad de agua (ICA NSF) y su comparación con la legislación nacional vigente.

### 3.5.2.1 Para calcular el Índice de Calidad de Agua ICA NSF

Para calcular el Índice ICA NSF se utiliza una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA). Estas agregaciones se expresan matemáticamente de la siguiente manera:

$$ICA = \sum_{i=1}^9 (I_i * W_i)$$

Dónde:  $w_i$ ; Pesos relativos asignados a cada parámetro (i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.  $I_i$ : Subíndice del parámetro i.

El valor  $I_i$  de cada parámetro se debe multiplicar conforme a la Ecuación por su respectivo peso relativo ( $w_i$ ).

### **3.5.2.2 Descripción del método de recolección de las muestras para análisis Físico-Químicos y microbiológicos. “ICA NSF”.**

#### **Tipo de muestreo**

El tipo de muestreo que se utilizó es el “muestreo compuesto” que consiste en tomar varias muestras simples en distintas partes del río, pero del mismo punto de monitoreo.

### **3.5.2.3 Descripción del periodo de muestreo.**

El periodo de monitoreo se lo realizó durante dos meses en la cual se tomó para el índice (ICA NSF) dos veces por cada mes, en total se tomaron 40 muestras, en todos los puntos establecidos. Para el análisis de macroinvertebrados se realizó dos meses una por cada mes por cada punto de muestreo, se tomaron 20 muestras en total.

Meses de muestreo: mayo y junio.

Días de medición:

10/mayo/2016; 11/mayo/2016; 17/mayo/2016; 18/mayo/2016

21/junio/2016; 22/junio/2016; 28/junio/2016; 29/junio/2016

La técnica de muestreo se lo aplicó de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176 (1998) y el Manejo y conservación de muestras de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169 (1998).

#### 3.5.2.4 Preparación para la toma de muestras de los parámetros físicos químicos

- Elaboración del cronograma de monitoreo y aprobación con CESA Saquisili.
- Preparación de los envases de plástico de 1000 ml y envases estériles para análisis microbiológicos.
- Preparación de etiquetas para muestras.
- Preparación de las fichas de campo.
- Preparación de equipo de campo (multiparametro HACH HQ40d).
- Preparación de equipo de conservación muestra (Cooler y gel)
- Preparación de equipo de muestreo (GPS, cámara fotográfica).
- Preparación equipos de protección personal (guantes, botas, pantalón impermeable).

También se tomó en cuenta algunas condiciones para la determinación de los puntos de muestreo como se los menciona a continuación.

- **Accesibilidad:** Los puntos de muestreo deben estar en lugar de fácil acceso para la toma de las muestras y así tener datos muy confiables por su rápido transporte para sus análisis en laboratorio.
- **Seguridad:** La seguridad de las personas que van a coger las muestras es muy importante por eso debemos ver las condiciones idóneas para que garanticen la seguridad. Debemos utilizar los equipos de protección personal necesarios y así evitar incidentes.

##### 3.5.2.4.1 Procedimiento para la toma de muestras:

- Llenado de la ficha de campo.
- Toma de fotografías del punto a muestrear.
- Toma de parámetros físicos-Químicos en situ.
- Llenado de recipiente con agua del rio de tres partes distintas (orillas y centro).
- Etiquetación de la muestra.

### **3.5.2.5 Análisis de parámetros Físico-Químicos In situ.**

#### **3.5.2.5.1 Medición de Temperatura, pH, conductividad eléctrica, STD.**

Para la medición se utilizó:

- Equipo multiparametro HACH.
- Agua destilada.
- Envases 100 ml.

#### **Procedimiento:**

- Calibrado de equipo multiparametro HACH en laboratorio servicios ambientales.
- Encendido equipo, colocación del electrodo y la sonda de medición de pH posteriormente enjuagar con agua destilada.
- Tomar la muestra del rio en el envase y colocar el electrodo y la sonda presionando el botón de medir y dejar que se estabilice.
- Una vez que se estabilizo anotar el valor temperatura, STD, conductividad eléctrica y el pH.

#### **3.5.2.5.2 Medición de Oxígeno disuelto.**

**Para la medición de oxígeno disuelto en situ se utilizó:**

- Equipo multiparametro HACH.
- Agua destilada.
- Envases pequeños.

#### **Procedimiento:**

- Calibrado de equipo multiparametro HACH en laboratorio servicios ambientales.
- Encendido equipo, colocación de la sonda de OD y enjuagar con agua destilada.
- Tomar la muestra del rio en el envase y colocar la sonda presionando botón de medir y dejar que se estabilice.
- Una vez que se estabilizo anotar el valor.

### **3.5.2.6 Análisis de parámetros Físico-Químicos, microbiológicos “ICA NSF”**

#### **3.5.2.6.1 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)**

Para el análisis se utilizan procedimientos ya estandarizados de laboratorio.

##### **Equipo y materiales:**

- Incubadora a 20°C.
- Botellas de vidrio de incubación.
- Sensores de lectura.
- Agitador magnético.
- Probeta de 500 ml.

##### **Sustancias:**

- Hidróxido de sodio

##### **Procedimiento:**

- Agitar muestras a ser analizadas.
- Seleccionar la cantidad de muestra (400 ml para agua de río).
- Colocar en botellas de incubación.
- Colocar agitador magnético.
- Colocar sensor de lectura y seleccionar la escala dependiendo volumen utilizado.
- Dejar por 5 días en la incubadora.
- Leer los resultados.

#### **3.5.2.6.2 Nitratos –N (NO<sub>3</sub>)**

##### **Materiales y equipos:**

- Equipo HACH
- Celda de vidrio de 10 ml.
- Agua destilada.

**Reactivos:**

- Indicador de nitratos (Nitrate Reagent).

**Procedimiento:**

- Poner 10 ml de la muestra en la celda y poner el indicador de nitratos y dejar 5 minutos en reposo.
- Colocar 10 ml de agua destilada en la celda de vidrio.
- Prender el equipo HACH y poner en el programa 355.
- Colocar la celda en el equipo HACH y enserar.
- Colocar la celda con 10 ml de la muestra a ser analizada y esperar el valor de nitratos.

**3.5.2.6.3 Fosfatos (PO<sub>4</sub>)****Materiales y equipos:**

- Equipo HACH
- Celda de vidrio de 10 ml.
- Agua destilada.

**Reactivos:**

- Indicador de fosfatos (Phosphate Reagent).

**Procedimiento:**

- Poner 10 ml de la muestra en la celda y poner el indicador de fosfatos y dejar 5 minutos en reposo.
- Colocar 10 ml de agua destilada en la celda de vidrio.

- Prender el equipo HACH y poner en el programa 490.
- Colocar la celda en el equipo HACH y enserar.
- Colocar la celda con 10 ml de la muestra a ser analizada y esperar el valor de fosfatos.

#### **3.5.2.6.4 Sólidos Disueltos Totales**

##### **Materiales y equipos:**

- pHmetro Mettler.
- Agua destilada.

##### **Procedimiento:**

- Prender el pHmetro Mettler de pH.
- Cambiar de modo a medidor de SDT
- Sacar la tapa de la sonda y enjuagar con agua destilada
- Colocar la sonda en las muestras esperar unos minutos y observar el valor de SDT.

#### **3.5.2.6.5 Potencial Hidrogeno pH**

##### **Materiales y equipos:**

- pHmetro Mettler de pH.
- Agua destilada.

##### **Procedimiento:**

- Prender el pHmetro Mettler de pH.
- Sacar la tapa de la sonda del pHmetro y enjuagar con agua destilada
- Colocar la sonda en las muestras esperar unos minutos y observar el valor de pH.

### **3.5.2.6.6 Coliformes Fecales**

#### **Equipos y materiales:**

- Pera de succión.
- Pipeta
- Filtro petrifilm.
- Incubadora.
- Contador de colonias.

#### **3.5.2.6.7 Procedimiento:**

- Esterilizar los materiales a ocupar.
- Preparar una solución al 10% con la muestra.
- A partir de la solución anterior preparar soluciones de 10<sup>-2</sup> y 10<sup>-3</sup>.
- Etiquetar las placas petrifilm.
- Tomar 1 ml de las soluciones 10<sup>-1</sup> y 10<sup>-3</sup> y colocar en los petrifilm.
- Llevar a la incubadora por 24 horas a una temperatura de 35 °C.
- Identificar y contar los coliformes fecales (colonias azules respectivamente).

### **3.5.2.6.8 Turbidez**

#### **Materiales y equipos:**

- Agua destilada.
- Turbidimétrico Hanna Instruments.

#### **Procedimiento:**

- Colocar la muestra de agua destilada en la celda hasta la marca señalada.
- Encender el turbidímetro y colocar la celda ahí y tapamos.
- Presionamos Read y esperamos unos minutos hasta que se encere.
- Colocar la celda con la muestra a ser analizada en el turbidimétrico y tapar.
- Tomar el valor de turbiedad cuando se estabilice el equipo.
- Presionamos Read y esperamos unos minutos hasta que nos de valor y copiamos.

### **3.5.2.6.9 Detergentes tensoactivos**

#### **Materiales y equipos:**

- Embudo plástico con llave de 500ml
- Pinza y soporte universal
- Probeta de 300ml
- Equipo HACH
- Celda de vidrio de 25 ml.

#### **Reactivos:**

- Benceno
- Bufer de sulfato
- Indicador de detergentes en polvo.

#### **Procedimiento:**

- Colocamos en el embudo separador 300 ml de la muestra
- Agregar 10 ml del búfer de sulfato y agitamos durante 5 segundos suavemente
- Agregar un sobre del indicador de detergentes en polvo y agitamos durante 1 minuto.
- Agregar 30 ml de benceno, agitamos durante 1 minuto, y dejamos reposar la muestra por 30 minutos.
- Eliminar la capa inferior del embudo de separación.
- Programar el espectrofotómetro en el programa 710.
- Colocar en una celda de 25 ml benceno y enceramos.
- Colocar en una celda de 25 ml la muestra sobrante de la parte superior del embudo.
- Leer el valor de detergentes.

### **3.5.3 PARA EL CUMPLIMIENTO DEL TERCER OBJETIVO**

Diagnosticar la calidad de agua mediante macroinvertebrados utilizando los índices ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecóptera) y el Índice Biológico Andino (ABI).

#### **3.5.3.1 Descripción del método de recolección de las muestras de macroinvertebrados.**

Existen varias técnicas para coleccionar macroinvertebrados, de todas éstas hemos elegido, por su sencillez y bajo costo, el método de Red de Patada. Y utilizando una red de tipo “D” en cada muestreo.

Esta técnica consiste en atrapar macroinvertebrados, removiendo el fondo del río. Se llama ‘de patada’ porque mientras uno de los miembros de la pareja de patada, removiendo el fondo, el otro coloca la red río abajo para atraparlos así realizamos en diferentes lugares del río como son rápidos, lentos y pozas.

Se colocó en bandejas blancas y con pinzas se fue sacando cada uno de los macroinvertebrados observados y depositados en los envases de 1 litro de boca ancha etiquetándoles cada uno. Para su conservación se adiciono formol al 10% con agua del río.

#### **3.5.3.2 Análisis de Macroinvertebrados en el Laboratorio.**

Para el análisis necesitamos los siguientes materiales:

- Pinzas
- Guantes
- Mascarillas
- Alcohol industrial
- Caja Petri
- Microscopio
- Envases plástico pequeños

- Láminas de macroinvertebrados

Una vez colocados todos los equipos de protección personal para trabajar en el laboratorio realizamos el siguiente procedimiento:

- Abrimos los envases con la muestra traída del campo y lavamos con alcohol los macroinvertebrados y colocamos en caja Petri con alcohol.
- La caja Petri la llevamos al microscopio y empezamos a separar en familias y colocamos en los frascos pequeños.
- Con la ayuda de las láminas identificamos a cada uno de los individuos.
- Hacemos el conteo de los individuos y su registro.

### **3.5.3.3 Determinación de la calidad de agua**

#### **3.5.3.3.1 Índice biológico ETP**

Para establecer el índice ETP se sumó el total de individuos de una muestra y se sumó también el total de individuos de los grupos ETP. El valor total ETP se divide para el valor del total de individuos. El resultado se multiplica por 100 para obtener el porcentaje (Bautista, 2009), comparamos con los valores de referencia del índice ETP, y establecemos la calidad del agua.

#### **3.5.3.3.2 Índice biológico Andino (ABI)**

Este índice toma en cuenta el grado de sensibilidad que tienen las diferentes familias de macroinvertebrados a los contaminantes. Por tal razón se determinó la Presencia de los diferentes grupos de macroinvertebrados, y no el número de individuos (Abundancia).

Para el cálculo del índice se sumó las puntuaciones parciales que se obtuvieron de la presencia de cada familia de macroinvertebrados y de esta forma se obtuvo la puntuación global del punto de muestreo (Rosero y Fossati, 2009). Se debe llenar una hoja por cada área de muestreo (Carrera y Fierro, 2001).

### **3.5.4 CANTIDAD DE AGUA**

La cantidad de agua que tenemos en los dos ríos en estudio se pudo determinar mediante la utilización del equipo de medidor caudal molinete.

Equipo digital perteneciente a la Central Ecuatoriana Servicios Agrícolas Saquisilí.

#### **3.5.4.1 Metodología para determinación del caudal.**

Los datos de caudal recogidos en campo se lo realizó en los meses de mayo y junio en los mismos puntos de toma de muestra. El lugar determinado para la medición fue no muy profundo y que cubra todo el ancho del río y viendo un trayecto no muy turbulento.

### **3.5.5 PARA EL CUMPLIMIENTO DEL CUARTO OBJETIVO**

Proponer alternativas preventivas para reducir la contaminación de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi y socializar a los habitantes conjuntamente con el apoyo de la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA).

#### **3.5.5.1 Alternativas preventivas para la reducción de la contaminación de los ríos Nagsiche y Pumacunchi.**

Se analizó los resultados finales del monitoreo de calidad del agua, que nos permitió determinar el estado final de los afluentes.

Con los datos obtenidos en el primer objetivo “Identificar las fuentes de contaminación de los ríos, Nagsiche y Pumacunchi”, se propuso las alternativas que nos permiten prevenir, reducir, detener la contaminación, que en el futuro mejorara la calidad del agua de las dos microcuencas en estudio.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. PUNTOS DE MUESTREO.

##### 4.1.2. CODIFICACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

En las dos microcuencas en estudio se identificaron diez puntos de muestreo, los que fueron determinados tomando en cuenta los criterios de fuentes de contaminación y accesibilidad. Los puntos de muestreo son descritos en la tabla 30.

**Tabla 30. Puntos de muestreo.**

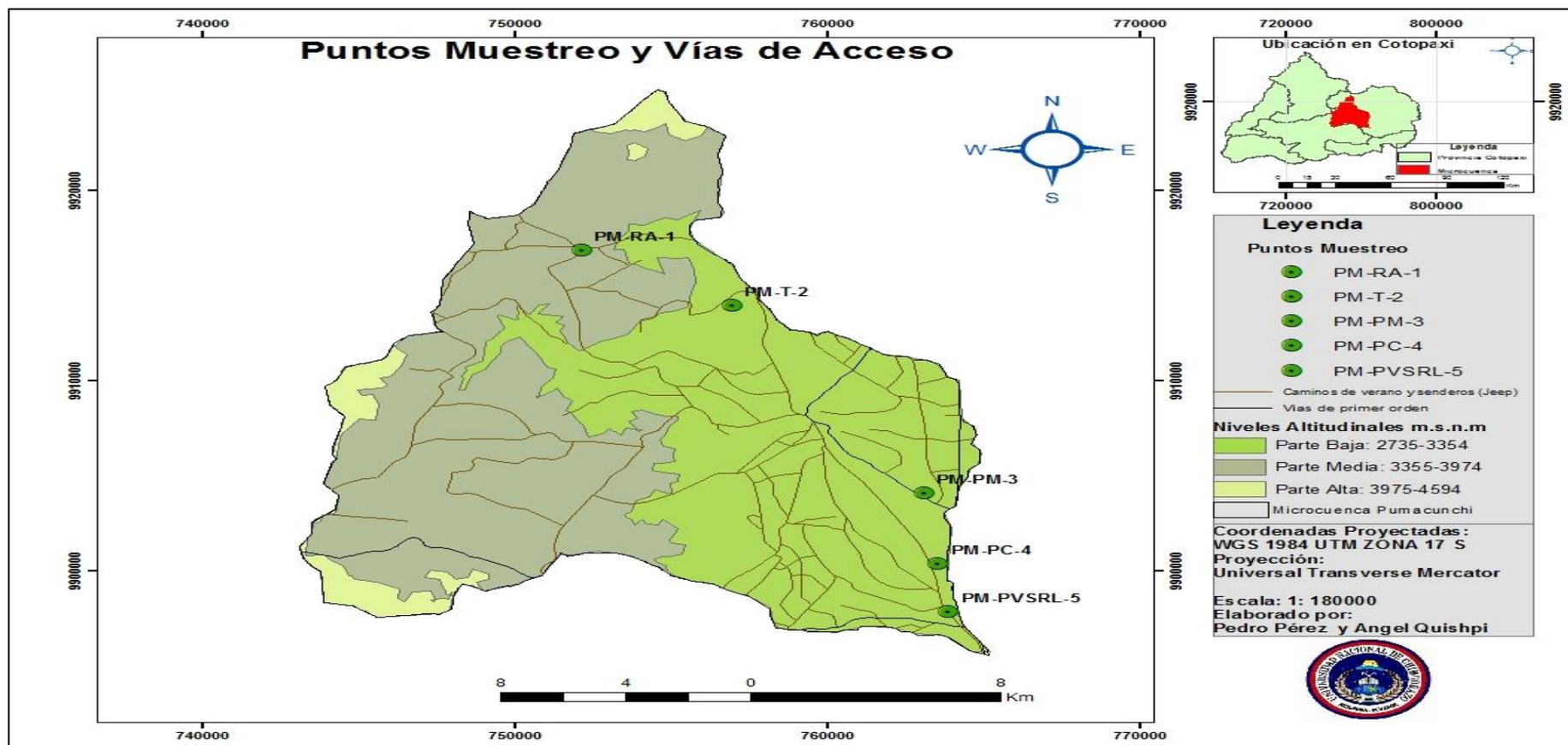
N°	Lugar de muestreo	Código de Identificación (ID)	CORDENADAS UTM WGS 1984 17 S		
			X	Y	Z(msnm)
<b>Microcuenca del Río Pumacunchi</b>					
1	Puka Guayco (Río Amarillo Pumacunchi)	PM-RA-1	752173	9916849	3405
2	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	PM-T-2	756991	9913931	3113
3	Panamericana ( Pumacunchi)	PM-PM-3	763129	9904077	2848
4	Puente Calera (Pumacunchi)	PM-PC-4	763574	9900386	2815
5	Puente VSRL (Pumacunchi)	PM-VSRL-5	763906	9897839	2790
<b>Microcuenca del Río Nagsiche</b>					
6	Verde Pamba( Nagsiche)	PM-VP-6	754724	9874655	3808
7	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	PM-Y-7	751768	9883713	3259
8	Puente california (Nagsiche)	PM-PC-8	756691	9882111	2972
9	Hacienda La Playa (Nagsiche)	PM-HP-9	764680	9881794	2649
10	Panzaleo ( Nagsiche)	PM-PANZ-10	766267	9882631	2610

**Fuente: Los Tesistas.**

#### **4.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PUMACUNCHI**

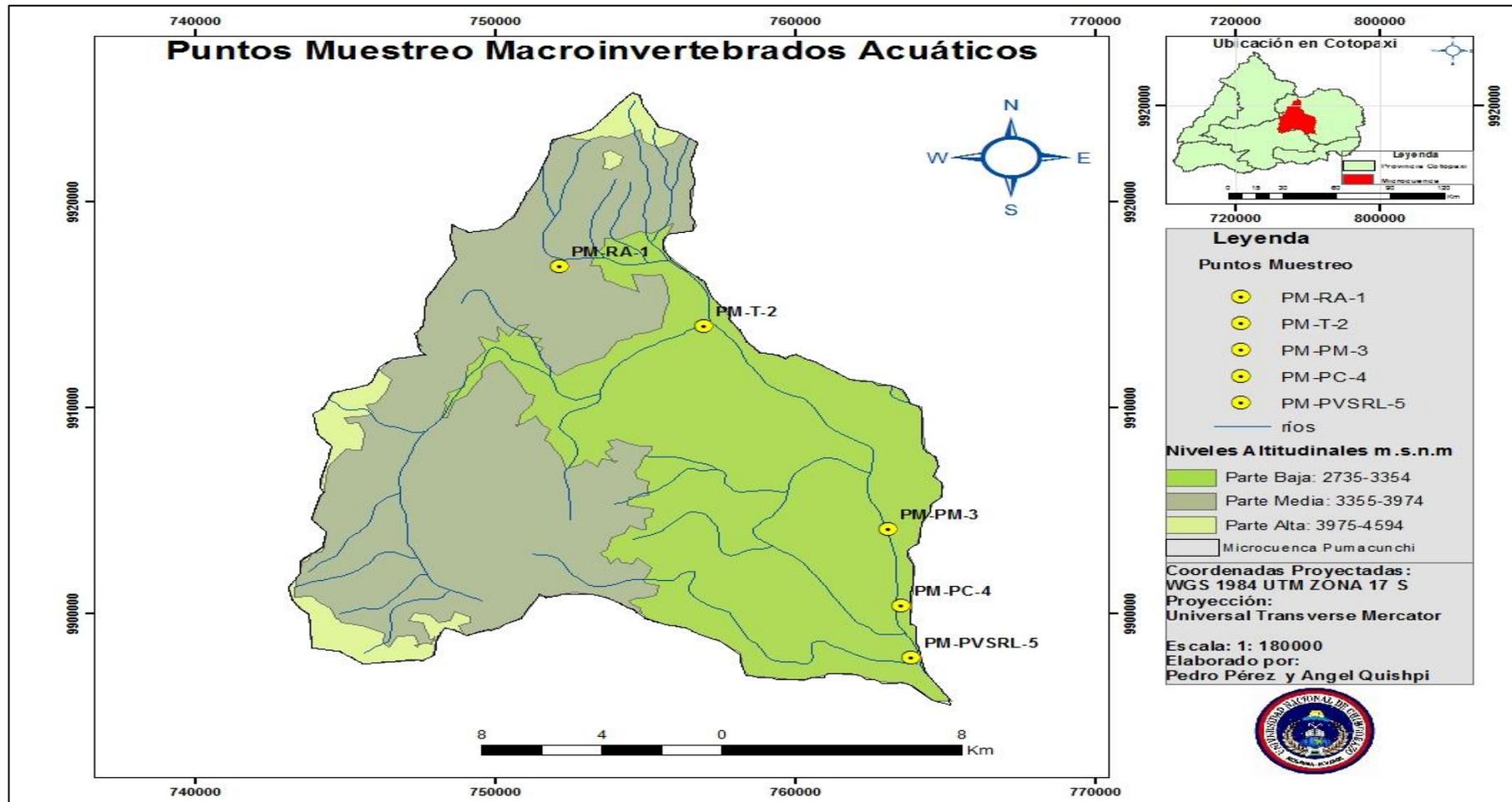
Los puntos de muestreo son sitios importantes porque nos permitió realizar la toma de muestras para análisis físicos químicos representados mapa (figura 37), microbiológicos representado mapa (figura 39) y microinvertebrados representados en mapa (figura 38) para su análisis de calidad de agua, la cantidad de agua lo determinamos de los mismos puntos. De estos puntos obtuvimos información valiosa para conocer el estado ambiental de la zona de estudio.

Figura 37. Mapa de puntos de muestreo para parámetros físicos químicos en el río Pumacunchi



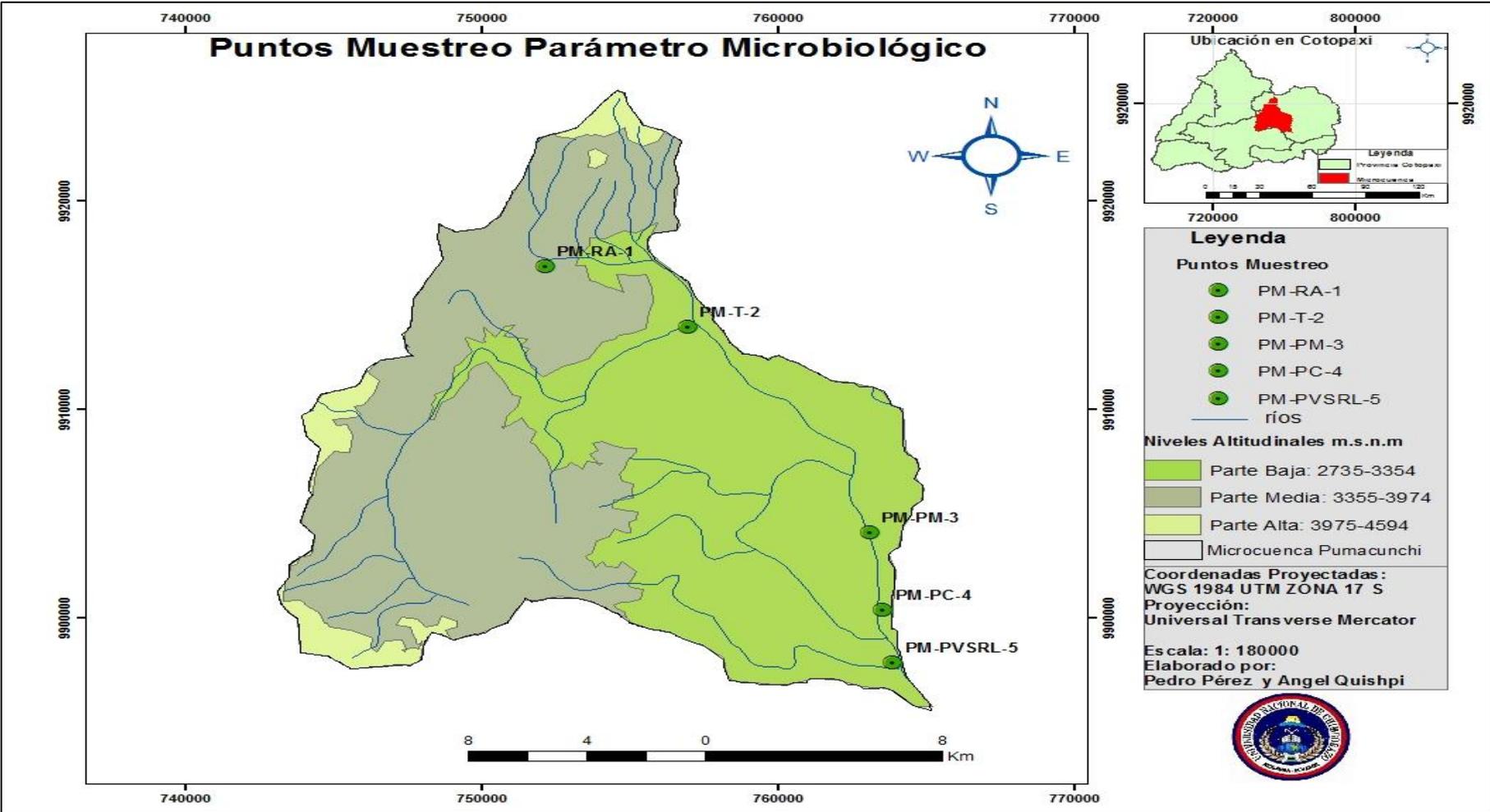
Fuente: Los Tesistas.

Figura 38. Mapa de los de muestreo de macroinvertebrados en el río Pumacunchi



Fuente: Los Tesistas.

Figura 39. Mapa de puntos de muestreo de parámetros microbiológicos del río Pumacunchi



Fuente: Los Tesistas.

#### **4.1.3.1. Punto 1 (PM-RA-1)**



**Fuente: (Autores, 2016)**

#### **Imagen 1. El punto uno (PM-RA-1)**

Es un afluente del río Pumacunchi a una altitud de 3405 m.s.n.m. se ubica en el sector Puka Guayco. Es una zona agrícola y pastoreo de ovinos.

#### **4.1.3.2. Punto 2 (PM-T-2)**



**Fuente: (Autores, 2016)**

#### **Imagen 2. El punto dos (PM-T-2)**

Es la formación del río Pumacunchi a una altitud de 3113 m.s.n.m. se ubica en el sector de Toacaso. Se observaron residuos sólidos en las orillas del río.

#### 4.1.3.3. Punto 3 (PM-PM-3)



**Fuente: (Autores, 2016)**

#### **Imagen 3. El punto tres (PM-PM-3)**

Se encuentra a una altitud de 2848 m.s.n.m. después del paso del río por el cantón Saquisilí. Se observó descargas de haciendas cercanas, productoras de brócoli y también se observó ganadería de una forma no controlada.

#### 4.1.3.4. Punto 4 (PM-PC-4)



**Fuente: (Autores, 2016)**

#### **Imagen 4. El punto cuatro (PM-PC-4)**

Se encuentra ubicado en el sector Calera a una altitud de 2815 m.s.n.m. Se evidenciaron descargas domiciliarias y desechos sólidos en el río.

#### **4.1.3.5. Punto 5 (PM-VSRL-5)**



**Fuente: (Autores, 2016)**

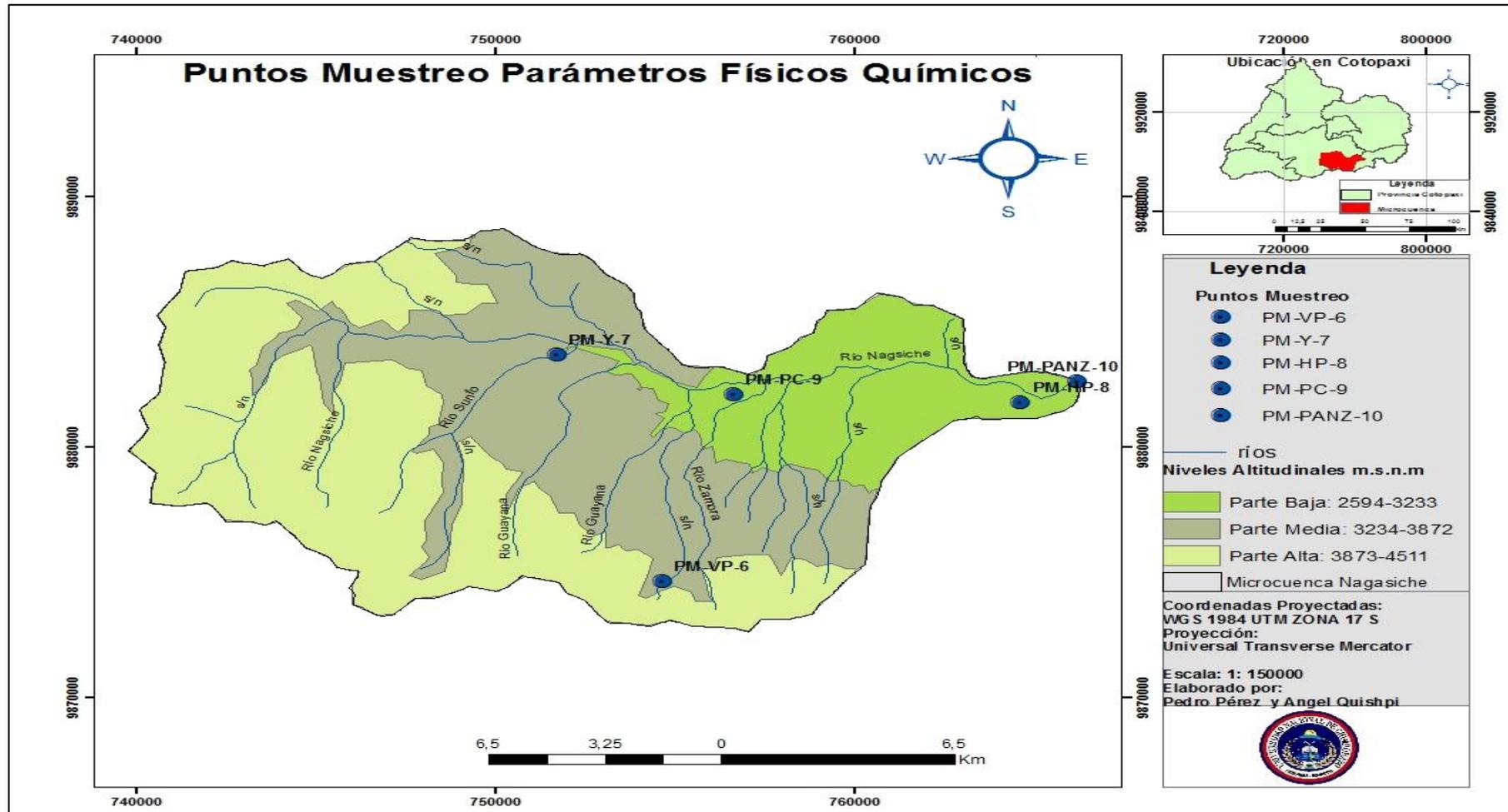
#### **Imagen 5. El punto cinco (PM-VSRL-5)**

Se encuentra ubicado por el sector de la vía a san Rafael Latacunga a una altitud de 2790 m.s.n.m. Se observaron las descargas domesticas directo al río y pastoreo a las orillas de río.

#### **4.1.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO NAGSICHE**

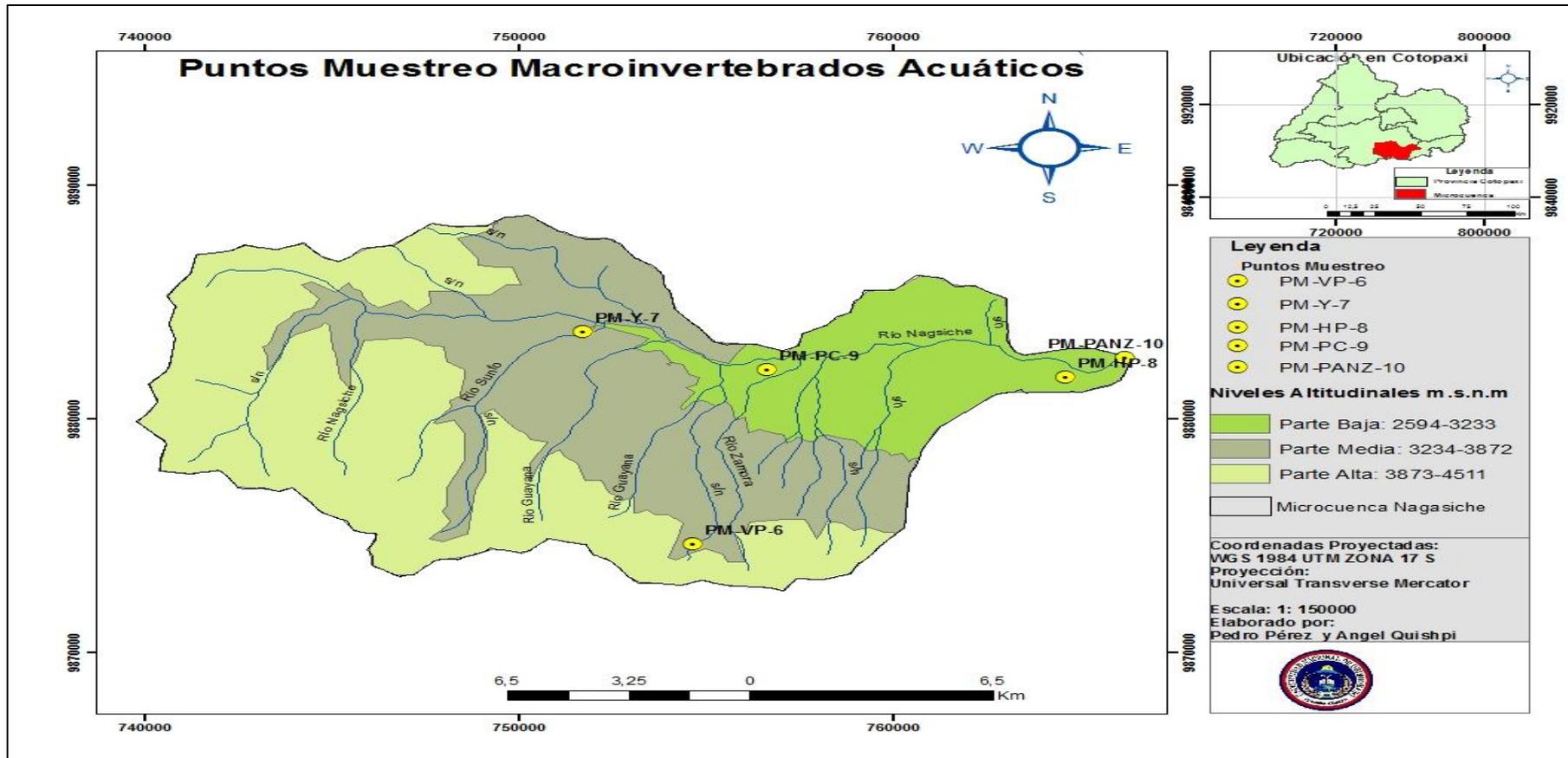
Los puntos de muestreo son sitios importantes porque nos permitió realizar la toma de muestras para análisis físicos químicos representados mapa (figura 40), microbiológicos representado mapa (figura 42) y microinvertebrados representados en mapa (figura 41) para su análisis de calidad de agua, la cantidad de agua lo determinamos de los mismos puntos. Dé estos puntos obtuvimos información valiosa para conocer el estado ambiental de la zona de estudio.

Figura 40. Mapa de puntos de muestreo para parámetros físicos químicos del río Nagsiche



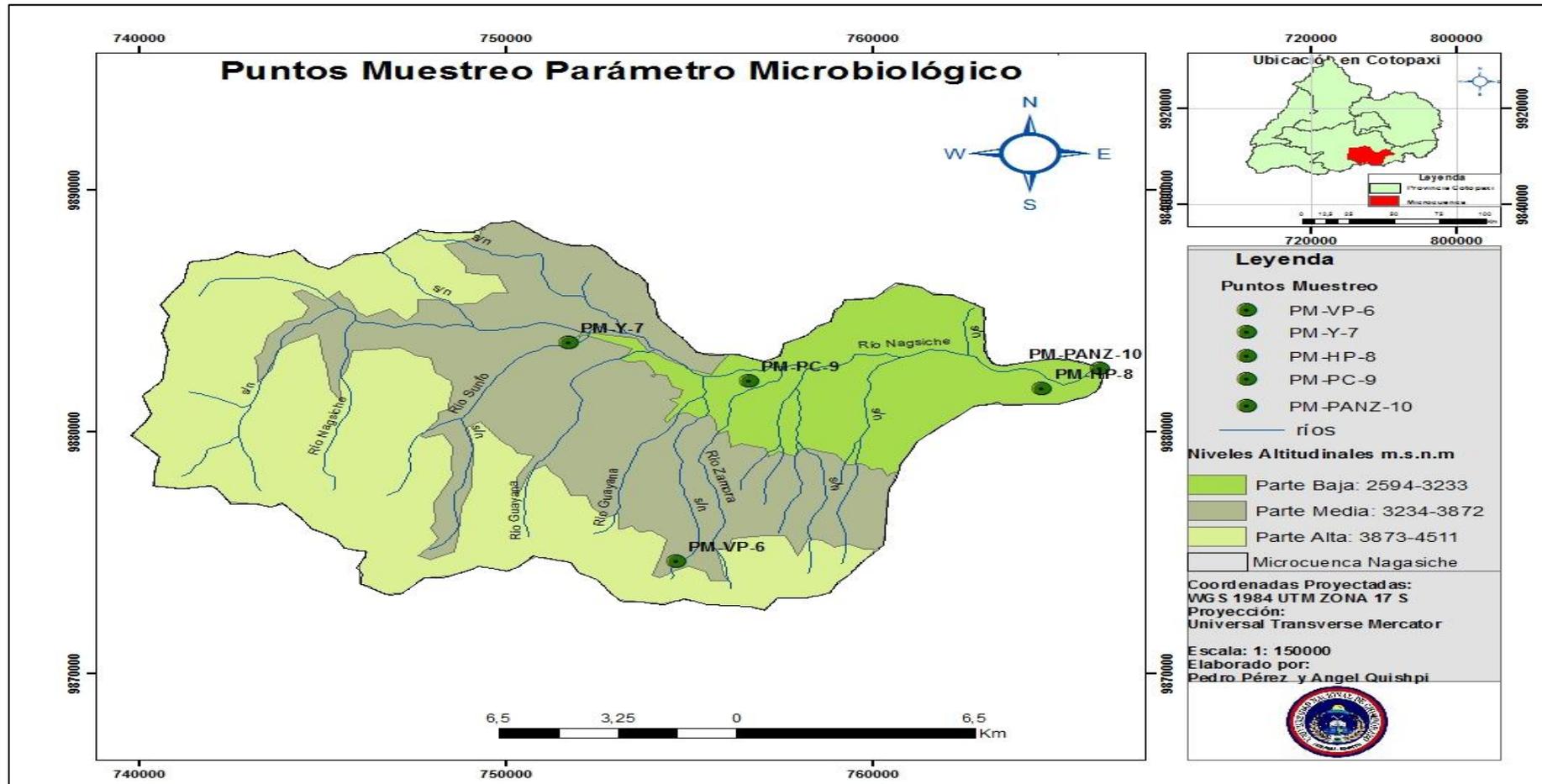
Fuente: Los Tesistas.

Figura 41. Mapa de los puntos de muestreo de macroinvertebrados del río Nagsiche.



Fuente: Los Tesistas.

Figura 42. Mapa de puntos de muestreo de parámetros microbiológicos del río Nagsiche



Fuente: Los Tesistas.

#### **4.1.4.1. Punto 6 (PM-VP-6)**



**Fuente: (Autores, 2016)**

#### **Imagen 6. El punto seis (PM-VP-6)**

Es un afluente del río Nagsiche a una altitud de 3808 m.s.n.m. Se encuentra ubicado en el sector de Verde Pamba es la zona de páramo. Una de las actividades del sector es la ganadería. A simple vista es una zona de impactos mínimos. No podemos encontrar viviendas cercanas.

#### **4.1.4.2. Punto 7 (PM-Y-7)**



**Fuente: (Autores, 2016)**

#### **Imagen 7. El punto siete (PM-Y-7)**

Se encuentra ubicado en sector de Yanahurco a una altitud de 3259 m.s.n.m. es la zona alta del río Nagsiche. Es un lugar donde no hay contaminación por que no se observaron impactos.

#### **4.1.4.3. Punto 8 (PM-PC-8)**



**Fuente: (Autores, 2016)**

#### **Imagen 8. El punto ocho (PM-PC-8)**

Se encuentra ubicado en el puente California a una altitud de 2972 m.s.n.m. es la zona media del río Nagsiche. Se observó descargas de viviendas ubicadas en las orillas del río, desechos sólidos en las riberas del río.

#### **4.1.4.4. Punto 9 (PM-HP-9)**



**Fuente: (Autores, 2016)**

#### **Imagen 9. El punto nueve (PM-HP-9)**

Se encuentra ubicado en el sector Hacienda la Playa a una altitud de 2649 m.s.n.m. Se observó descargas de la hacienda la playa la cual se dedica a la ganadería.

#### **4.1.4.5. Punto 10 (PM-PANZ-10)**



**Fuente: (Autores, 2016)**

#### **Imagen 10. El punto diez (PM-PANZ-10)**

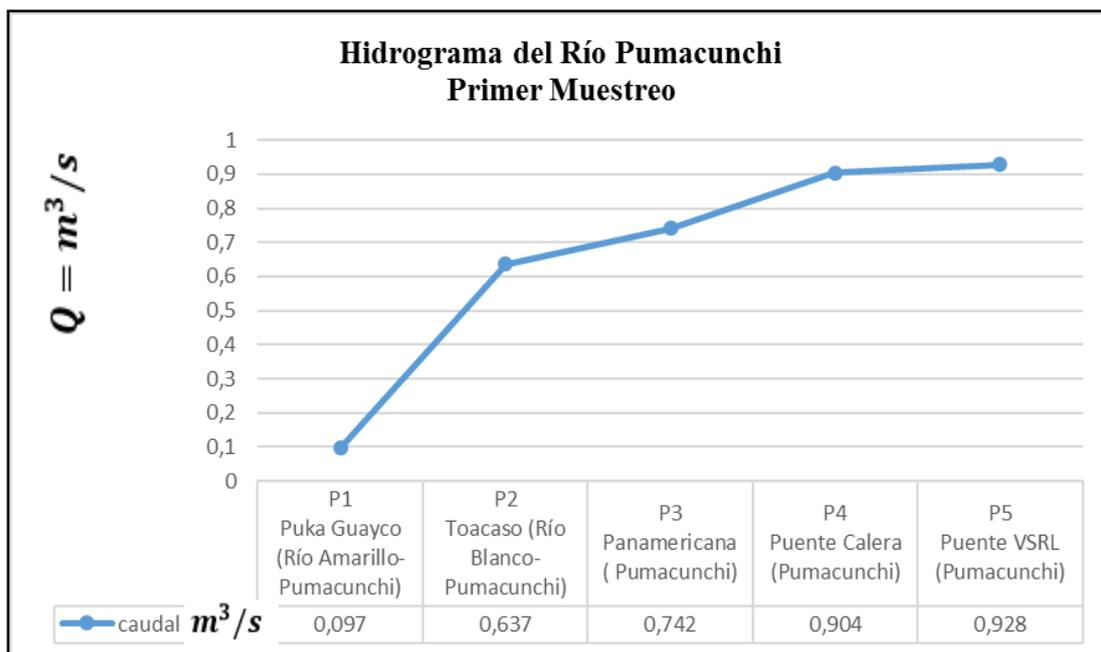
Se encuentra ubicado en el sector de Panzaleo a una altitud de 2610 msnm es la parte baja del río Nagsiche. Se observaron descargas de un parque acuático del sector. Material pétreo en las orillas del río.

## **4.2. CANTIDAD DE AGUA**

### **4.2.1. MICROCUENCA DEL RÍO PUMACUNCHI**

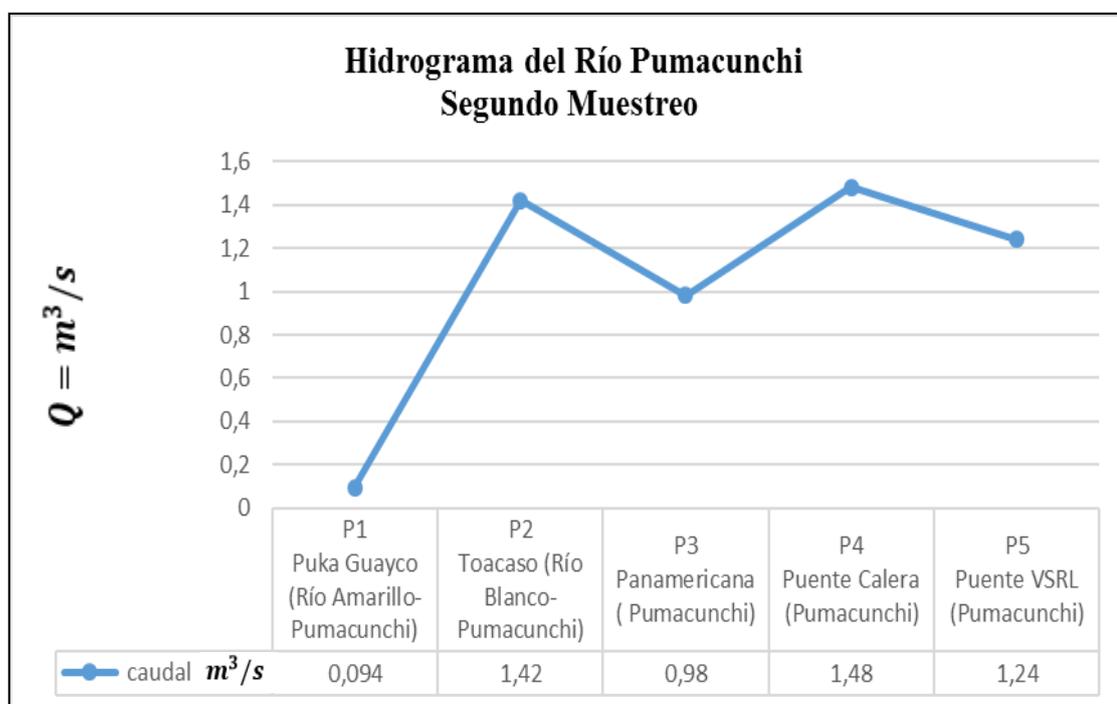
El caudal a lo largo del río Pumacunchi durante los muestreos realizados en los meses de mayo y junio, una por semana tiene un comportamiento poco variado (figura 43 y 44). En los puntos iniciales tiene un caudal bajo y se va incrementando conforme los afluentes aportan al cauce principal del río; en el segundo muestreo el punto tres tiene una reducción considerable debido que el agua es captada por parte de haciendas ubicadas en el sector Panamericana para producción agrícola y ganadera.

**Figura 43. Caudal del mes de mayo río Pumacunchi**



**Fuente: Los Tesistas.**

**Figura 44. Caudal del mes de junio río Pumacunchi**



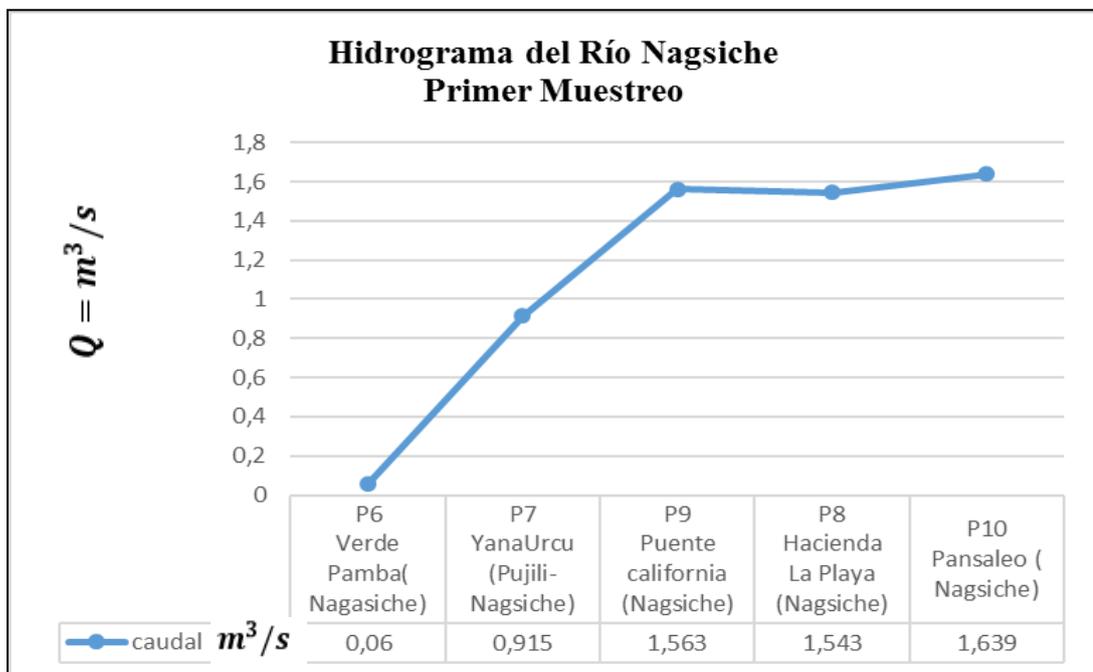
**Fuente: Los Tesistas.**

#### 4.2.2. MICROCUENCA DEL RÍO NAGSICHE

El caudal a lo largo del río Nagsiche durante los muestreos realizados en los meses de mayo y junio, una por semana tiene un comportamiento poco variado (figura 45 y 46).

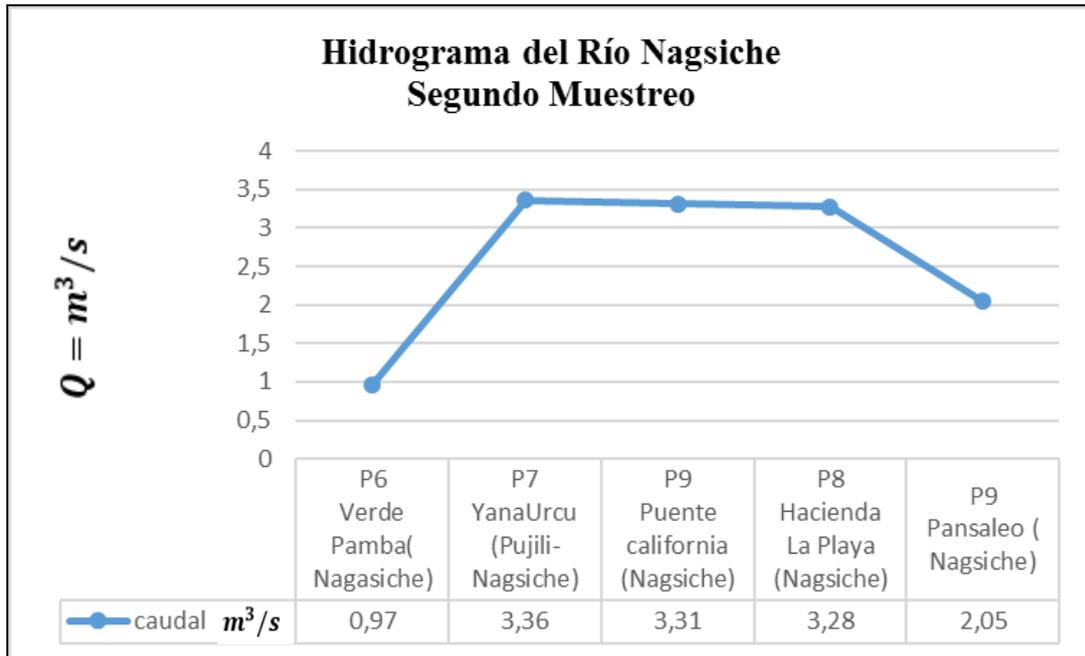
En el punto inicial tiene un caudal bajo y a partir del punto siete tiene un aumento por el aporte de los afluentes al cauce principal del río; en el segundo muestreo el punto diez tiene una reducción considerable debido que el agua es captada para riego del sector Mulalillo para producción agrícola y ganadera.

Figura 45. Caudal del mes de mayo



Fuente: Los Tesistas.

Figura 46. Caudal del mes de junio.



Fuente: Los Tesistas.

### 4.3. CALIDAD DE AGUA

#### 4.3.1. ÍNDICES BIOLÓGICOS

##### 4.3.1.1. Índice Biológico ETP (Carrera y Fierro, 2001)

El índice biológico ETP toma en cuenta el total de individuos de una muestra y se sumó también el total de individuos de los grupos ETP. El valor total ETP se divide para el valor del total de individuos. El resultado se multiplica por 100. Para cada uno de los puntos determinados para el muestreo, los puntos están ubicados en los ríos Pumacunchi y Nagsiche.

Los resultados del índice (Tabla 31 y Tabla 32) se obtuvieron después del análisis de las muestras en el Laboratorio de Microbiología de Servicios Ambientales de la

Universidad Nacional de Chimborazo, los cuales determinan la calidad de agua de los ríos Pumacunchi y Nagsiche durante los dos muestreos.

#### 4.3.1.1.1. Microcuenca del Río Pumacunchi

Tabla 31. Resultados de calidad de agua índice biológico ETP.

Microcuenca del Río Pumacunchi			
Código de Identificación (ID)	Lugar de muestreo	Valor Calculado ETP (%)	Calidad
PM-RA-1	Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)	72	Buena
PM-T-2	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	41	Regular
PM-PM-3	Panamericana (Pumacunchi)	3	Mala
PM-PC-4	Puente Calera (Pumacunchi)	0	Mala
PM-VSRL-5	Puente VSRL (Pumacunchi)	0	Mala

Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

Los resultados en el punto PM-RA-1 nos dan que la calidad es **Buena** esto lo relacionamos con la poca cercanía de casas, en el punto PM-T-2 la calidad es **Regular** debido a la poca vegetación y suelos erosionados. Finalmente, en los puntos PM-PM-3, PM-PC-4, PM-VSRL-5 la calidad es **Mala** debido a la descarga de aguas residuales de viviendas e industrias pequeñas de producción de brócoli y pastoreo en las riberas del río. Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

#### 4.3.1.1.2. Microcuenca del Río Nagsiche

Tabla 32. Resultados de calidad de agua índice biológico ETP.

Microcuenca del Río Nagsiche			
Código de Identificación (ID)	Lugar de muestreo	Valor Calculado ETP (%)	Calidad
PM-VP-6	Verde Pamba( Nagsiche)	36	Regular
PM-Y-7	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	74	Buena
PM-PC-8	Puente california (Nagsiche)	72	Buena
PM-HP-9	Hacienda La Playa (Nagsiche)	69	Buena
PM-PANZ-10	Panzaleo ( Nagsiche)	49	Regular

Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

Los resultados en el punto PM-VP-6 nos dan una calidad de **Regular** debido avance de la frontera agrícola. En los puntos PM-Y-7, PM-PC-8, PM-HP-9 la calidad es **Buena** las descargas son mínimas y la topografía del sector ayuda a la oxigenación y recuperación del río. Finalmente, en el punto PM-PANZ-10 la calidad es **Regular** debido a poca vegetación y descargas de haciendas ubicadas en el sector. Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

#### 4.3.1.2. Índice Biológico Andino ABI (Acosta et al, 2009)

El índice biológico Andino (ABI) toma en cuenta grado de sensibilidad que tienen las diferentes familias de macroinvertebrados a los contaminantes. Por tal razón se determinó la Presencia de los diferentes grupos de macroinvertebrados, y no el número de individuos (Abundancia). Para dar un estado de calidad de agua en cada uno de los puntos determinados para el muestreo. (Anexo 6), los puntos están ubicados en los ríos Pumacunchi y Nagsiche.

Los resultados del Índice Biológico Andino (ABI) (Tabla 33, Tabla 34) se obtuvieron después del análisis de las muestras en el Laboratorio de Microbiología de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo, los cuales indican la calidad de agua de los ríos Pumacunchi y Nagsiche durante los dos muestreos.

#### 4.3.1.2.1. Microcuenca del Río Pumacunchi.

**Tabla 33. Resultados de calidad de agua Índice Biológico Andino (ABI).**

<b>Microcuenca del Río Pumacunchi</b>			
<b>Código de Identificación (ID)</b>	<b>Lugar de muestreo</b>	<b>ABI</b>	<b>Calidad</b>
<b>PM-RA-1</b>	Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)	27	Regular
<b>PM-T-2</b>	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	28	Regular
<b>PM-PM-3</b>	Panamericana ( Pumacunchi)	23	Mala
<b>PM-PC-4</b>	Puente Calera (Pumacunchi)	12	Mala
<b>PM-VSRL-5</b>	Puente VSRL (Pumacunchi)	13	Mala

**Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).**

Los resultados de calidad de agua del Índice Biológico Andino (ABI) nos muestran una calidad de **Regular** en los puntos PM-RA-1, PM-T-2 por que la contaminación no es significativa. Sin embargo, en los puntos PM-PM-3, PM-PC-4, PM-VSRL-5 la calidad es **Mala** debido que ya entra a la parte urbana y se pudo observar descargas de agua residuales al cauce del río. Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

#### 4.3.1.2.2. Microcuenca del Río Nagsiche

**Tabla 34. Resultados de calidad de agua Índice Biológico Andino (ABI).**

Microcuenca del Río Nagsiche			
Código de Identificación (ID)	Lugar de muestreo	ABI	Calidad
<b>PM-VP-6</b>	Verde Pamba( Nagsiche)	28	Regular
<b>PM-Y-7</b>	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	45	Buena
<b>PM-PC-8</b>	Puente california (Nagsiche)	29	Regular
<b>PM-HP-9</b>	Hacienda La Playa (Nagsiche)	15	Mala
<b>PM-PANZ-10</b>	Panzaleo ( Nagsiche)	11	Mala

**Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).**

Los resultados de calidad de agua con el índice Biológico Andino (ABI) nos muestran una calidad de **Regular** en el punto PM-VP-6 que está ubicado cuenca alta debido a la ganadería sin control y el pastoreo en las riveras del río, en el punto PM-Y-7 nos da una calidad de **Buena** debido que los impactos no son significativos. La calidad en el punto PM-PC-8 es de **Regular** por las descargas aguas residuales de casas ubicadas cerca al río. Finalmente, en los puntos PM-HP-9, PM-PANZ-10 la calidad es **Mala** debido que ya entra a la zona baja de la cuenca y se evidencio descargas de aguas residuales de las viviendas del sector y desechos en el río. Fuente:(Datos investigación. Los Tesistas).

### 4.3.2. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA NSF)

El índice de calidad de agua (ICA NSF) toma en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para dar un estado de calidad de agua en cada uno de los puntos determinados para el muestreo. (Anexo 4), los puntos están ubicados en los ríos Pumacunchi y Nagsiche.

Los valores del índice de calidad de agua (ICA NSF) (Tabla 35 y Tabla 36) se obtuvieron después del análisis de las muestras en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo, los cuales indican la calidad de agua de los ríos Pumacunchi y Nagsiche durante los 4 muestreos.

#### 4.3.2.1. Microcuenca del Río Pumacunchi.

Tabla 35. Resultados del Índice de Calidad de Agua (ICA NSF).

Microcuenca del Río Pumacunchi			
Código de Identificación (ID)	Lugar de muestreo	ICA NSF %	Calidad de agua
PM-RA-1	Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)	64	Regular
PM-T-2	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	67	Regular
PM-PM-3	Panamericana ( Pumacunchi)	53	Regular
PM-PC-4	Puente Calera (Pumacunchi)	52	Regular
PM-VSRL-5	Puente VSRL (Pumacunchi)	50	Mala

Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

Los resultados que nos muestran nos dan una calidad de agua **Regular** en los puntos PM-RA-1, PM-T-2, PM-PM-3, PM-PC-4 con un rango que va de 51-70. Y una calidad **Mala** en el punto PM-VSRL-5 con un rango que va desde 26-50. Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

#### 4.3.2.2. Microcuenca del Río Nagsiche

Tabla 36. Resultados del Índice de Calidad de Agua (ICA NSF).

Microcuenca del Río Nagsiche			
Código de Identificación (ID)	Lugar de muestreo	ICA NSF %	Calidad de agua
PM-VP-6	Verde Pamba( Nagsiche)	72	Buena
PM-Y-7	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	75	Buena
PM-PC-8	Puente california (Nagsiche)	72	Buena
PM-HP-9	Hacienda La Playa (Nagsiche)	68	Regular
PM-PANZ-10	Panzaleo ( Nagsiche)	70	Regular

Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

Los resultados que nos muestran nos dan una calidad de agua **Buena** en los puntos PM-VP-6, PM-Y-7, PM-PC-8 con un rango que va de 71-90. Y una calidad **Regular** en los puntos PM-HP-9, PM-PANZ-10 con un rango que va desde 51-70. Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas.).

#### 4.4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ÍNDICES BIOLÓGICOS ETP, ABI Y EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA NSF)

Los índices biológicos ETP, ABI y el índice de calidad de agua “ICA NSF”, no reflejan una calidad de agua similar en todos los puntos muestreados: Esto se debe al incremento de caudal que hubo en los diferentes periodos de muestreo y a la variación del tipo de descargas que hacen a los ríos.

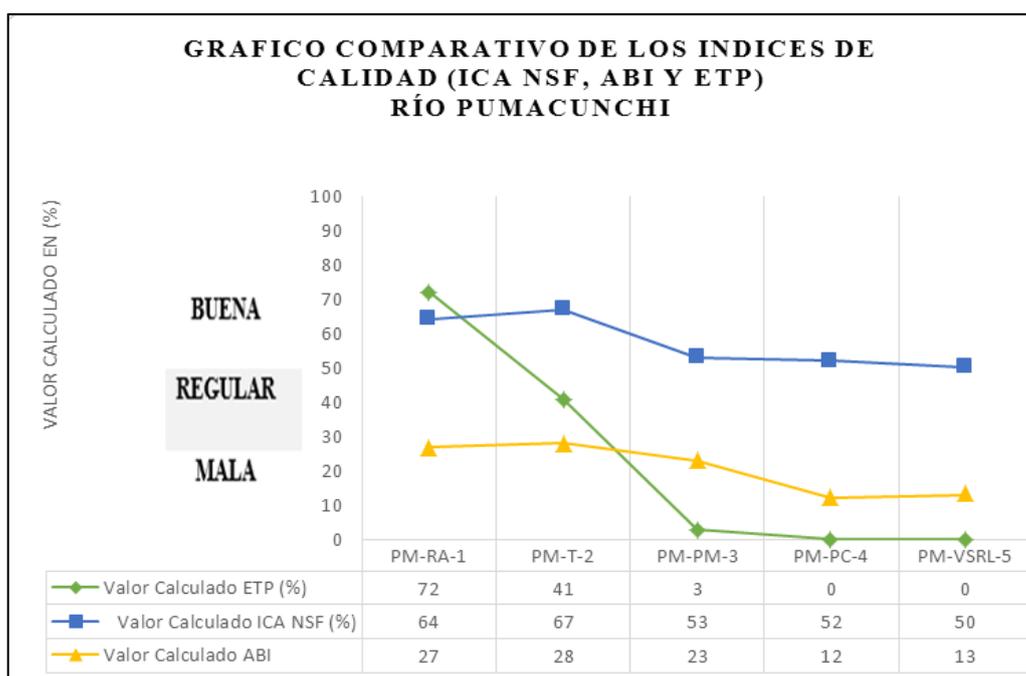
**Tabla 37. Comparación de los resultados de los Índices Biológicos ETP, ABI y el índice de Calidad de Agua (ICA NSF)**

<b>Microcuenca del Río Pumacunchi</b>						
<b>Código de Identificación (ID)</b>	<b>Valor Calculado ETP (%)</b>	<b>Calidad</b>	<b>Valor Calculado ABI</b>	<b>Calidad</b>	<b>Valor Calculado ICA NSF (%)</b>	<b>Calidad de agua</b>
PM-RA-1	72	Buena	27	Regular	64	Regular
PM-T-2	41	Regular	28	Regular	67	Regular
PM-PM-3	3	Mala	23	Mala	53	Regular
PM-PC-4	0	Mala	12	Mala	52	Regular
PM-VSRL-5	0	Mala	13	Mala	50	Mala
<b>Microcuenca del Río Nagsiche</b>						
<b>Código de Identificación (ID)</b>	<b>Valor Calculado ETP (%)</b>	<b>Calidad</b>	<b>Valor Calculado ABI</b>	<b>Calidad</b>	<b>Valor Calculado ICA NSF (%)</b>	<b>Calidad de agua</b>
PM-VP-6	36	Regular	28	Regular	72	Buena
PM-Y-7	74	Buena	45	Buena	75	Buena
PM-PC-8	72	Buena	29	Regular	72	Buena
PM-HP-9	69	Buena	15	Mala	68	Regular
PM-PANZ-10	49	Regular	11	Mala	70	Regular

**Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).**

Los índices biológicos ETP, ABI y el índice de calidad de agua “ICA NSF”, no reflejan una calidad de agua similar en todos los puntos muestreados: Esto se debe al incremento de caudal que hubo en los diferentes periodos de muestreo y a la variación del tipo de descargas que hacen a los ríos. Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas.)

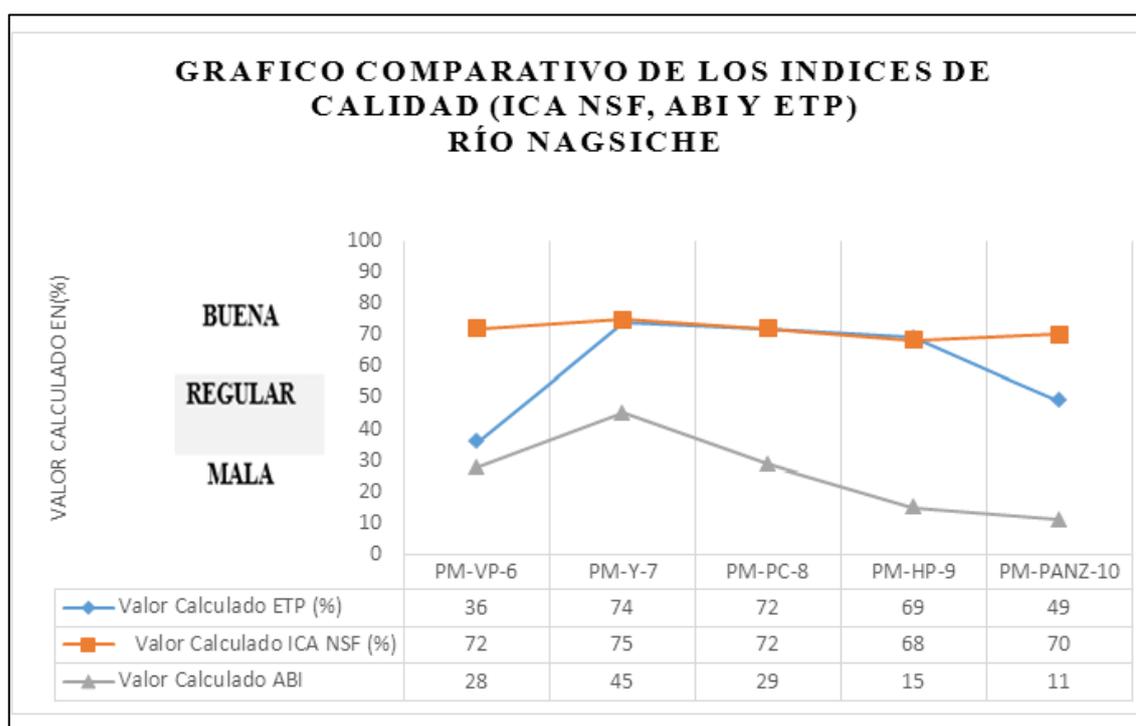
**Figura 47. Resultados entre los índices (ICA NSF, ABI, ETP)**



**Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).**

Los resultados entre los índices (ICA NSF, ABI, ETP) son variados en los mismos puntos de muestreo del río Pumacunchi estando la calidad de agua en los rangos de Buena a Mala esto se debe a que las muestras fueron recogidas en diferentes días para cada uno de los análisis. Y por las variaciones meteorológicas, esto provoca que las variables fisicoquímicas cambien de un momento a otro.

**Figura 48. Resultados entre los índices (ICA NSF, ABI, ETP)**



**Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).**

Los resultados entre los índices (ICA NSF, ABI, ETP) no son muy variados en los mismos puntos de muestreo del río Nagsiche estando la calidad de agua en los rangos de Buena, Regular y Mala. Como se observa con el índice ICA NSF la calidad de agua va de Buena a Regular mientras que con los índices ABI Y ETP van de Buena a Mala.

#### **4.5. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO ANALIZADOS, CON LA LEGISLACIÓN NACIONAL VIGENTE.**

Los resultados obtenidos del análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los 10 puntos de muestreo en los ríos Pumacunchi y Nagsiche serán comparados con el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) con los límites máximos permisibles tomando en cuenta que el agua tiene un uso doméstico por parte de los habitantes.

**Tabla 38. Comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con la legislación nacional vigente para agua de consumo y uso doméstico con tratamiento convencional del río Pumacunchi.**

Microcuenca del Río Pumacunchi							
PARÀMETROS	UNIDAD	PM-RA-1	PM-T-2	PM-PM-3	PM-PC-4	PM-VSRL-5	Límite máximo permisible
Nitratos -N (NO3)	mg/l	28,73	16,75	17,55	60,65	50,33	10
Fosfatos (PO4)	mg/l	2,03	0,89	1,31	1,60	1,69	NE
Solidos Disueltos Totales	mg/l	498,75	340,5	862,75	923,25	993,75	1000
DBO5	mg O2/l	0,97	1,25	4,87	4,03	6,25	2
Potencial Hidrogeno pH	-	7,99	8,34	7,74	7,69	7,74	6-9
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	4	11	235	265	380	600
Turbidez	NTU	47,98	23,06	24,43	31,53	36,66	100
Cambio Temperatura	°C	1,52	-1,96	-3,13	-3,86	-4,91	Condición natural + o - 3
Oxígeno disuelto	%	98,53	98,98	73,18	79,25	78,65	No menor al 80% de oxígeno de saturación.

Nota. NE= No especifica. Color rojo= supera los límites máximos permisibles. **Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas.) (MAE 2015).**

Como se observa en la (Tabla 38) los nitratos sobrepasan el límite máximo permisible en los 5 puntos de muestreo del río Pumacunchi. Los fosfatos, solidos disueltos totales, pH, coliformes fecales y la turbidez cumplen con la legislación vigente. Mientras tanto DBO5, cambio de temperatura y porcentaje de oxígeno disuelto cumplen con la

legislación vigente en los puntos **PM-RA-1; PM-T-2**, lo que no sucede con los puntos **PM-PM-3; PM-PC-4; PM-VSRL-5** que sobrepasan la legislación vigente. Fuente: (Datos investigación. Los tesisistas.)

**Tabla 39. Comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con la legislación nacional vigente para agua de consumo y uso doméstico con tratamiento convencional del río Nagsiche.**

Microcuenca del Río Nagsiche							
PARAMETROS	UNIDAD	PM-VP-6	PM-Y-7	PM-PC-8	PM-HP-9	PM-PANZ-10	Límite máximo permisible
Nitratos -N (NO <sub>3</sub> )	mg/l	17,55	17,05	18	23,35	20,45	10
Fosfatos (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,36	0,39	0,55	1,68	0,65	NE
Solidos Disueltos Totales	mg/l	31,6	98,65	93,92	77,32	154,4	1000
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	1,12	1,54	1,66	1,82	1,71	2
Potencial Hidrogeno pH	-	8,23	8,12	8,08	8,16	8,15	6-9
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	11	3	6	15	8	600
Turbidez	NTU	27,63	15,74	13,08	26,23	19,63	100
Cambio Temperatura	°C	2,02	1,97	1,02	-0,01	-1,08	Condición natural + o - 3
Oxígeno disuelto	%	101,55	101,63	101,73	102,35	101,25	No menor al 80% de oxigeno de saturación.

Nota. NE= No especifica. Color rojo= supera los límites máximos permisibles. **Fuente: (Datos investigación. Los Tesisistas.) (MAE 2015).**

Como se observa en la (Tabla 39) los nitratos sobrepasan el límite máximo permisible en los 5 puntos de muestreo del río Nagsiche. Los fosfatos, solidos disueltos totales, DBO<sub>5</sub>, pH, coliformes fecales, turbidez, cambio temperatura y el porcentaje de oxígeno disuelto cumplen con la legislación vigente. Fuente: (Datos investigación. Los Tesisistas.)

#### 4.6. DETERGENTES

Tabla 40. Cantidad de detergentes determinados en los ríos Pumacunchi y Nagsiche

Microcuenca de los Ríos Pumacunchi y Nagsiche			
Código de Identificación (ID)	Lugar de muestreo	Detergentes mg/l	Límites permisibles
PM-RA-1	Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)	0,022	Criterios de calidad de fuentes de agua que para consumo humano y doméstico requieren tratamiento convencional (TULSMA Anexo 1 Libro 6) <b>0,5 mg/l</b>
PM-T-2	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	0,004	
PM-PM-3	Panamericana (Pumacunchi)	0,106	
PM-PC-4	Puente Calera (Pumacunchi)	0,15	
PM-VSRL-5	Puente VSRL (Pumacunchi)	0,021	
PM-VP-6	Verde Pamba (Nagsiche)	0,001	
PM-Y-7	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	0,007	
PM-PC-8	Puente california (Nagsiche)	0,001	
PM-HP-9	Hacienda La Playa (Nagsiche)	0,02	
PM-PANZ-10	Panzaleo (Nagsiche)	0,015	

Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

Los valores determinados de detergentes son bajos y cumplen con límite permisible que es de 0,5 mg/l para Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico que requieren tratamiento convencional Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).

#### 4.7. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.

Tabla 41. Conductividad eléctrica en los ríos Pumacunchi y Nagsiche.

Microcuenca de los Ríos Pumacunchi y Nagsiche			
Código de Identificación (ID)	Lugar de muestreo	Conductividad eléctrica $\mu\text{s/cm}$	Límite establecido
PM-RA-1	Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)	620,75	OMS 1993
PM-T-2	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	431,75	
PM-PM-3	Panamericana (Pumacunchi)	1163	
PM-PC-4	Puente Calera (Pumacunchi)	1281,575	250 $\mu\text{s/cm}$
PM-VSRL-5	Puente VSRL (Pumacunchi)	1358,75	
PM-VP-6	Verde Pamba (Nagsiche)	41,15	
PM-Y-7	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	123,075	
PM-PC-8	Puente california (Nagsiche)	127,9	
PM-HP-9	Hacienda La Playa (Nagsiche)	119,375	
PM-PANZ-10	Panzaleo (Nagsiche)	195,85	

Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas).(TULSMA, Anexo 1, Libro 6).

Nota: Rojo=pasan el límite establecido OMS.

Los valores determinados de conductividad eléctrica en los ríos Pumacunchi y Nagsiche son muy variados y comparando con los límites establecidos por la OMS (1993) se evidencia que en los 5 puntos de muestreo del río Pumacunchi sobrepasan los 250  $\mu\text{s/cm}$  establecidos. Y los puntos del río Nagsiche están bajo los límites establecidos OMS (1993). Fuente: (Datos investigación. Los Tesistas.)

#### 4.7. SOCIALIZACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

**Tabla 42. Socialización de las alternativas propuestas para el mejoramiento de la calidad del agua**

Socialización de las alternativas propuestas		
Actividades	Participantes	Acuerdos
<p>Viernes 8 realizo la socialización en las oficinas de CESA Saquisilí.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición por parte de Ing. Marcia Chancusig técnica de CESA sobre los problemas de contaminación que existen en los ríos Pumacunchi y Nagsiche.</li> <li>Exposición por parte del tesista Pedro Pérez con los resultados de la investigación de la calidad de agua con los índices (ICA NSF, ETP y ABI) de los ríos Pumacunchi y Nagsiche.</li> <li>Exposición por parte del tesista Angel Quishpi dando a conocer las alternativas propuestas en la investigación con el objetivo de mejorar la calidad de agua en un mediano plazo.</li> </ul>	<p>Presidentes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados de las Parroquias de Toacaso, Cusubamba y Cochapamba.</p> <p>Técnico del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Saquisilí.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los gobiernos participantes se comprometen a trabajar por mejorar la calidad de agua.</li> <li>Los participantes pondrán énfasis en la ejecución de las medidas propuestas para la recuperación de la calidad del recurso hídrico.</li> <li>Continuar con el monitoreo de la calidad de la calidad de agua de los ríos Pumacunchi y Nagsiche.</li> <li>Establecer nuevas estrategias que complementen el trabajo de investigación</li> </ul>

Fuente: Los Tesistas

**Imagen 12. Preparación de la información para la socialización.**



**Fuente: (Autores, 2016)**

**Imagen 112. Preparación de la información para la socialización.**



**Fuente: (Autores, 2016)**

**Imagen 13. Exposición de puntos de muestreo con material de CESA Saquisilí.**



**Fuente: (Autores, 2016)**

**Imagen 14. Socialización con los habitantes de Cusubamba.**



**Fuente: (Autores, 2016)**

**Imagen 15. Socialización con los habitantes de Toacaso.**



**Fuente: (Autores, 2016)**

**Imagen 16. Socialización con los habitantes de Saquisilí.**



**Fuente: (Autores, 2016)**

## CAPITULO V

### 5. DISCUSIÓN

El propósito de esta investigación es conocer la calidad de agua de los ríos Pumacunchi y Nagsiche mediante la información recolectada en campo y los análisis realizados en el laboratorio. La delimitación y determinación de los parámetros Morfométricos de la microcuenca del río Pumacunchi dio como resultado; El área es de 359.32 Km<sup>2</sup>, de forma Oval-redonda a oval oblonga y se estima que es no es muy susceptible a las crecidas, su altitud va desde 2800 – 4600 m.s.n.m, el orden de los ríos es de 5, la curva hipsométrica nos dice que es una microcuenca en equilibrio fase de madurez con probabilidad de inundaciones y con una escasa sedimentación en la parte baja, esto si la cobertura vegetal no está en buenas condiciones en la parte alta.

La delimitación y determinación de los parámetros Morfométricos de la microcuenca del río Nagsiche dio como resultado; El área es de 256,90 Km<sup>2</sup> de forma, Oval-redonda a oval oblonga: que es más largo que ancho y se estima que no es muy susceptible a las crecidas, su altitud va desde los 2660-4500 m.s.n.m, el orden de los ríos es de 4, la curva hipsométrica nos dice es una microcuenca en fase de juventud con gran potencial erosivo, si la cobertura vegetal en la parte alta está en buenas condiciones.

La delimitación de las microcuencas y el recorrido por los ríos Pumacunchi y Nagsiche permitió determinar las fuentes de contaminación que están provocando el deterioro de los ríos. Las fuentes de contaminación en la parte alta de la microcuenca fueron el avance de la frontera agrícola, la ganadería y el pastoreo en las riberas de los ríos. En la zona media las fuentes de contaminación son descargas de aguas residuales de viviendas cercanas a los ríos y la disposición de la basura a los ríos. Finalmente, en la parte baja de las microcuencas la contaminación es provocada por descargas de haciendas y viviendas en mayor cantidad por que ya entra a formar parte del casco urbano. El estudio de calidad de agua con el índice ICA NSF brinda una información muy valiosa por que toma en cuenta 9 parámetros para su estudio como son: Turbiedad, Nitratos, Fosfatos, pH, Oxígeno disuelto, Solidos disueltos totales, Cambio de

Temperatura, DBO5 y Coliformes fecales parámetros muy importantes para la determinación de calidad de agua.

Estos resultados indicaron que el río Pumacunchi en la zona alta y media de microcuenca tiene una calidad de regular y que es dudoso su consumo y necesita un tratamiento de purificación, mientras que en la parte baja la calidad es mala por las diversas actividades antrópicas, y el agua necesita un tratamiento potabilizador para su consumo. Mientras tanto en el río Nagsiche se obtuvo que la calidad de agua en las zona alta y media de la microcuenca es buena y para su consumo necesita una ligera purificación como es la agregación de cloro. En la zona baja de río obtuvimos una calidad de regular por las descargas de viviendas cercanas al río.

El estudio de calidad de agua que presentan los índices biológicos ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecóptera) y el Índice Biológico Andino (ABI) son muy importantes. Los resultados indican que el río Pumacunchi en la zona alta su calidad es regular por actividades agrícolas y ganaderas del sector, el río va descendiendo son mayores las fuentes de contaminación y el río toma una calidad de mala desde el sector de la Panamericana hasta el punto donde se une con el río Cutuchi sector Niagara. Mientras tanto el río Nagsiche tiene una calidad de agua regular en el sector de Verde Pamba por la ganadería y agricultura, va descendiendo el río y recupera su calidad a buena por la oxigenación propia del río, por su topografía y en la zona media y baja de la microcuenca tenemos una variación de los índices, el índice ETP nos da una calidad de buena a regular y el Índice Biológico Andino (ABI) nos da una calidad de regular a mala. Esto se debe al aumento del caudal que tuvo y a la toma de muestras en época lluviosa. Lo que provoca el arrastre de los macroinvertebrados de un sector.

Las alternativas planteadas se encaminan a la prevención de la contaminación en las zonas altas, medias y baja de la microcuenca con capacitaciones a los habitantes sobre manejo y conservación de páramos y fuentes de agua. La elaboración de un reglamento interno para conservación de páramos. En las zonas media y baja la instalación de tratamientos primarios de agua para la disminución de la carga de contaminantes orgánicos. Estas alternativas ayudaran a la recuperación de los ríos Nagsiche y Pumacunchi.

## CAPITULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 6.1. CONCLUSIONES

- La fuente que genera una mayor contaminación en la zona alta de los ríos Pumacunchi y Nagsiche es la ganadera por la utilización del río como bebedero de animales y el pastoreo en las riberas del río. En la zona media la contaminación se da más por la erosión hídrica del suelo, ya que la cobertura vegetal es escasa en las zonas ribereñas, además se evidencian actividades agrícolas y ganaderas. En cambio, en la zona baja la mayor contaminación se da por las descargas de aguas residuales, de las poblaciones cercanas como son Saquisilí, Latacunga y Cusubamba.
- Para la obtención de la calidad de agua de los ríos Pumacunchi y Nagsiche se delimitaron las dos microcuencas a partir de la cual se obtuvo la longitud de los ríos; Nagsiche 30,51 Km y Pumacunchi 23,4 Km respectivamente. Lo que permitió elaborar el plan de monitoreo, considerando la accesibilidad a los puntos a muestrear, seguridad, las fuentes de contaminación y el cálculo de la población y muestra. Estableciendo 10 puntos de muestreo 5 en río Nagsiche y 5 en río Pumacunchi. El monitoreo se lo realizó aplicando las normas INEN 2176 (1998) e INEN 2169 (1998). De forma que se garantiza la toma de las muestras, conservación y transporte hasta su análisis en el Laboratorio de Servicios Ambientales de La Universidad Nacional de Chimborazo.
- Los análisis físico-químicos en el punto PM-RA-1 sector Puka Huayco se obtuvieron como resultados; los Nitratos -N (NO<sub>3</sub>) un valor de 28.73 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l para uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). La conductividad eléctrica tiene un valor de 620.75 µs/cm, el mismo valor excede el límite máximo permisible de 250 µs/cm establecido por la OMS. Estos parámetros se ven alterados debido a las actividades agrícolas y ganaderas que se dan en el sector. Mientras que los Sólidos Disueltos Totales tiene

un valor de 498.75 mg/l, la DBO<sub>5</sub> tiene un valor 0.97 mg O<sub>2</sub>/l, el cambio de temperatura tiene un valor de 1.52 °C, el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 98.53 % y los detergentes tienen un valor de 0,022 mg/l. Estos parámetros no superan los límites máximos permisibles, para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por lo que se obtuvo una calidad de agua **Regular** con el índice ICA NSF, y su consumo es dudoso sin una purificación.

- Los análisis físico-químicos en el punto PM-T-2 sector Toacaso se obtuvo como resultados; los Nitratos –N (NO<sub>3</sub>) un valor de 16.75 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l para uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). La conductividad eléctrica se obtuvo un valor de 431.75 µs/cm, el mismo valor excede el límite máximo permisible de 250 µs/cm establecido por la OMS. Estos parámetros se ven alterados debido a las actividades agrícolas, ganaderas y descargas de aguas residuales domésticas que se dan en el sector. Mientras que los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de 340.5 mg/l, la DBO<sub>5</sub> tiene un valor 1.25 mg O<sub>2</sub>/l, el cambio de temperatura tiene un valor de -1.96 °C, el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 98.98 % y los detergentes tiene un valor de 0.004 mg/l. Estos parámetros no superan los límites máximos permisibles, para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por lo que obtuvo una calidad de agua Regular con el índice ICA NSF, y su consumo es dudoso sin una purificación.
- Los análisis físico-químicos en el punto PM-PM-3 sector Panamericana se obtuvo como resultados; los Nitratos –N (NO<sub>3</sub>) un valor de 17.55 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l, la DBO<sub>5</sub> tiene un valor 4.87 mgO<sub>2</sub>/l excediendo el límite máximo permisible de 2 mg O<sub>2</sub>/l, el cambio de temperatura tiene un valor de -3.13 °C excediendo el límite máximo permisible de +o-3 °C en condiciones naturales y el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 73.18 % excediendo el límite máximo permisible que debe estar a no menor al 80 % del

oxígeno de saturación. Establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA) para uso doméstico con tratamiento convencional. La conductividad eléctrica tiene un valor de 1163  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , el mismo excede el límite máximo permisible de 250  $\mu\text{s}/\text{cm}$  establecido por la OMS. Estos parámetros se ven alterados debido a las actividades agrícolas, ganaderas y descargas de aguas residuales domesticas e industriales que se dan en el sector. Mientras que los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de 862.65 mg/l, dicho valor está cerca del límite máximo permisible que es de 1000 mg/l para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por lo que se obtuvo una calidad de agua Regular con el índice ICA NSF, y su consumo es dudoso sin una purificación.

- Los análisis físico-químicos en el punto PM-PC-4 sector Puente Calera, tenemos como resultados; los Nitratos -N ( $\text{NO}_3$ ) un valor de 60.65 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l, la  $\text{DBO}_5$  tiene un valor de 4.03  $\text{mgO}_2/\text{l}$  excediendo el límite máximo permisible de 2  $\text{mg O}_2/\text{l}$ , el cambio de temperatura tiene un valor de  $-3.86^\circ\text{C}$  excediendo el límite máximo permisible de  $+0-3^\circ\text{C}$  en condiciones naturales y el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 79.25 % excediendo el límite máximo permisible que debe estar a no menor al 80 % del oxígeno de saturación. Establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA) para uso doméstico con tratamiento convencional. La conductividad eléctrica se obtuvo un valor de 1281.6  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , el mismo excede el límite máximo permisible de 250  $\mu\text{s}/\text{cm}$  establecido por la OMS. Estos parámetros se ven alterados debido a la ganadería, disposición de los desechos sólidos al río y descargas de aguas residuales domesticas e industriales que se dan en el sector. Mientras que los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de 923.25 mg/l, dicho valor está cerca del límite máximo permisible que es de 1000 mg/l para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por lo que obtuvo una calidad de agua Regular con el índice ICA NSF, y su consumo es dudoso sin una purificación.

- Los análisis físico-químicos en el punto PM-VSRL-5 sector Via a San Rafael Latacunga se obtuvo como resultados; los Nitratos –N (NO<sub>3</sub>) un valor de 50.33 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l, la DBO<sub>5</sub> tiene un valor 6.25 mgO<sub>2</sub>/l excediendo el límite máximo permisible de 2 mg O<sub>2</sub>/l, el cambio de temperatura tiene un valor de -4.91 °C excediendo el límite máximo permisible de +o-3 °C en condiciones naturales y el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 78.65 % excediendo el límite máximo permisible que debe estar a no menor al 80 % del oxígeno de saturación. Establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA) para uso doméstico con tratamiento convencional. La conductividad eléctrica se obtuvo un valor de 1358.75 µs/cm, el mismo valor excede el límite máximo permisible de 250 µs/cm establecido por la OMS. Estos parámetros se ven alterados debido a las descargas de aguas residuales domesticas e industriales que se dan en el sector ya que se encuentra formando parte del casco urbano de Latacunga. Mientras que los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de 993.75 mg/l, dicho valor está cerca del límite máximo permisible que es de 1000 mg/l para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por lo que se obtuvo una calidad de agua Mala con el índice ICA NSF, y es necesario realizar una potabilización para su consumo.
- Los análisis físico-químicos en el punto PM-VP-6 sector Verde Pamba se obtuvo como resultados; los Nitratos –N (NO<sub>3</sub>) un valor de 17.55 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l para uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA), Esto se debe a las actividades ganaderas que se dan en el sector. La conductividad eléctrica se obtuvo un valor de 41.15 µs/cm, el mismo valor no excede el límite máximo permisible de 250 µs/cm establecido por la OMS. Los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de 31.6 mg/l, la DBO<sub>5</sub> tiene un valor 1.12 mg O<sub>2</sub>/l, el cambio de temperatura tiene un valor de 2.02 °C, el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 101.55 % y los detergentes tienen un valor de 0.001 mg/l. Estos parámetros no superan, los límites máximos permisibles, para agua de uso

doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por qué no se evidencio mayores actividades antrópicas. Y se obtuvo en este sector una calidad de agua Buena con el índice ICA NSF, y para su consumo se requiere una ligera purificación.

- Los análisis físico-químicos en el punto PM-Y-7 sector YanaUrcu se obtuvo como resultados; los Nitratos –N (NO<sub>3</sub>) un valor de 17.05 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l para uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Esto se debe a las actividades ganaderas que se dan en el sector. La conductividad eléctrica se obtuvo un valor de 123.075 µs/cm, el mismo valor no excede el límite máximo permisible de 250 µs/cm establecido por la OMS. Los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de 98.65 mg/l, la DBO<sub>5</sub> tiene un valor 1.54 mg O<sub>2</sub>/l, el cambio de temperatura tiene un valor de 1.97 °C, el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 101.63 % y los detergentes tiene un valor de 0.007 mg/l. Estos parámetros no superan, los límites máximos permisibles, para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por qué no se evidencio mayores actividades antrópicas. Por lo que en este sector obtuvo una calidad de agua Buena con el índice ICA NSF, y para su consumo se requiere una ligera purificación.
- Los análisis físico-químicos en el punto PM-PC-8 sector Puente California se obtuvo como resultados; los Nitratos –N (NO<sub>3</sub>) un valor de 18 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l para uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Esto se debe a las actividades agrícolas y descargas de viviendas que están cerca riberas en el sector. La conductividad eléctrica se obtuvo un valor de 127.9 µs/cm, el mismo valor no excede el límite máximo permisible de 250 µs/cm establecido por la OMS. Los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de

93.92 mg/l, la DBO<sub>5</sub> tiene un valor 1.66 mg O<sub>2</sub>/l, el cambio de temperatura tiene un valor de 1.02 °C, el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 101.73 % y los detergentes tiene un valor de 0.001 mg/l. Estos parámetros no superan, los límites máximos permisibles, para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por qué no se evidencio mayores actividades antrópicas. En este sector se obtuvo una calidad de agua Buena con el índice ICA NSF, y para su consume se requiere una ligera purificación.

- Los análisis físico-químicos en el punto PM-HP-9 sector Hacienda la Playa se obtuvo como resultados; los Nitratos –N (NO<sub>3</sub>) un valor de 23.35 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l para uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA), Esto se debe a las actividades ganaderas, agrícolas y las descargas de la hacienda que se dan en el sector. La conductividad eléctrica se obtuvo un valor de 119.4 µs/cm, el mismo valor no excede el límite máximo permisible de 250 µs/cm establecido por la OMS. Los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de 77.32 mg/l, la DBO<sub>5</sub> tiene un valor 1.82 mg O<sub>2</sub>/l, el cambio de temperatura tiene un valor de -0.01 °C, el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 102.35 % y los detergentes tiene un valor de 0.02 mg/l. Estos parámetros no superan, los límites máximos permisibles, para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por lo que en este sector se obtuvo una calidad de agua Regular con el índice ICA NSF, y su consumo es dudoso sin una purificación.
- Los análisis físico-químicos en el punto PM-PANZ-10 sector Panzaleo se obtuvo como resultados; los Nitratos –N (NO<sub>3</sub>) un valor de 20.45 mg/l, excediendo el límite máximo permisible de 10 mg/l para uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA), Esto se debe a las actividades recreativas y descargas aguas residuales que se dan en el sector. La conductividad eléctrica se obtuvo un valor de

195.85  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , el mismo valor no excede el límite máximo permisible de 250  $\mu\text{s}/\text{cm}$  establecido por la OMS. Los Sólidos Disueltos Totales tiene un valor de 154.4 mg/l, la  $\text{DBO}_5$  tiene un valor 1.71 mg  $\text{O}_2/\text{l}$ , el cambio de temperatura tiene un valor de -1.08  $^\circ\text{C}$ , el porcentaje de Oxígeno Disuelto es de 101.25 % y los detergentes tienen un valor de 0.015 mg/l. Estos parámetros no superan, los límites máximos permisibles, para agua de uso doméstico con tratamiento convencional establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Por lo que se obtuvo una calidad de agua Regular con el índice ICA NSF, y su consumo es dudoso sin una purificación.

- El análisis con los Índices Biológicos ETP y ABI en el río Pumacunchi se refleja una calidad de agua similar teniendo una calidad de **Regular** en los sectores de Puka Huayco (PM-RA-1) y Toacaso (PM-T-2), por la presencia mayoritaria de macroinvertebrados de la familia Baetidae, que se desarrollan en aguas no contaminadas y mientras desciende el río y aumenta la presión de asentamientos la calidad de agua cambia a **Mala** que va desde el sector de la Panamericana (PM-PM-3), Calera (PM-PC-4) y puente vía a San Rafael Latacunga (PM-VSRL-5) por la presencia en mayor número de macroinvertebrados de las familias, Chironomidae, Haplotoxidae, Planariidae y Hylellidae, indicadores de mala calidad de agua y que su desarrollo son en aguas de bajo contenido de oxígeno disuelto y una alta conductividad eléctrica.
- El análisis con el índice biológico ETP en el río Nagsiche, en los sectores de Verde Pamba PM-VP-6 y Panzaleo PM-PANZ-10 se obtuvo una calidad de agua **Regular**, esto se debe a la presencia abundante de macroinvertebrados de la familia Hylellidae, por las actividades ganaderas y agrícolas que se dan en estos sectores. En los sectores YanaUrku PM-Y-7, puente california PM-PC-8 y Hacienda la Playa PM-HP-9 se obtuvo una calidad de **Buena**, esto se debe a la presencia de macroinvertebrados de la familia Baetidae las mismas que se desarrollan en aguas limpias.
- El análisis con el índice biológico ABI en el río Nagsiche, en los sectores Verde Pamba PM-VP-6 y puente california PM-PC-8 se obtuvo la calidad del agua **Regular**, esto se debe a la presencia de macroinvertebrados de la familia Hylellidae,

por las actividades ganadera, agrícola y descargas domésticas que se dan en estos sectores. En el sector YanaUrku PM-Y-7 la calidad es **Buena** por la presencia de macroinvertebrados de la familia Baetidae y en los sectores Hacienda la Playa PM-HP-9 y Panzaleo PM-PANZ-10 la calidad es **Mala** por la presencia de macroinvertebrados de la familia Chironomidae y Hylellidae que son tolerantes a las aguas contaminadas. Estos resultados entre los índices biológicos ETP Y ABI tienen una variación mínima de la calidad en algunos puntos, esto se debe a la metodología utilizada por cada índice y su adaptabilidad a la zona de estudio.

- Con los resultados de la calidad de agua de los ríos Pumacunchi y Nagsiche se proponen alternativas que van encaminadas a la recuperación de los ecosistemas frágiles como son los páramos, buenas prácticas agrícolas, un manejo adecuado de los desechos sólidos y aguas residuales domésticas. Con la ejecución de estas alternativas a un mediano plazo se mejorará la calidad de los cuerpos hídricos. También se dio a conocer los resultados obtenidos en esta investigación conjuntamente con Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) a los habitantes, autoridades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales y Municipales que forman parte de las microcuencas Pumacunchi y Nagsiche.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Continuar con los análisis de calidad de agua de los ríos Pumacunchi y Nagsiche con los índices (ICA NSF, ABI y ETP) en las épocas de lluvia y sequía para poder tener el comportamiento de la calidad de agua en estos periodos.
- Implementar el programa de reforestación en las riberas de los ríos en donde tienen unas fuertes pendientes para la recuperación de la cobertura vegetal y disminuir los derrumbes que son provocados por suelo erosionado.

- Gestionar que las autoridades de gobierno y Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) pongan en ejecución las alternativas propuestas y tener la recuperación de la calidad de los ríos Pumacunchi y Nagsiche.
- Realizar un estudio para la determinación de metales pesados en los ríos Pumacunchi y Nagsiche, ya que se evidencio uso de agroquímicos en las diferentes plantaciones de brócoli y flores que están ubicadas en las zonas medias y bajas.
- Hacer un estudio multitemporal de cambio de uso del suelo a partir de imágenes satelitales que nos permitirá conocer el aumento de cultivos, la deforestación y la perdida de páramos. Y así poder tomar medidas correctivas que conserven el recurso suelo.
- Realizar investigaciones que aporten con manejo y conservación del recurso hídrico de las microcuencas de los ríos Pumacunchi y Nagsiche para su recuperación.
- Realizar una investigación sobre un nuevo Índice de Calidad de Agua de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se adapten a las zonas andinas del Ecuador y tome en consideración las condiciones ambientales de las cuencas de nuestra región.

## CAPITULO VII

### 7. PROPUESTA

#### **7.1. PROGRAMA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES LOCALES EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS PÁRAMOS.**

##### **7.1.2. OBJETIVO**

Fortalecer las capacidades locales en manejo y conservación de los páramos.

##### **7.1.3. RESPONSABLES:**

Gobiernos Autónomos Descentralizados, Central Ecuatoriano de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) y los habitantes.

##### **7.1.4. ALTERNATIVAS:**

###### **7.1.4.1. Realizar campañas de información de las fuentes de contaminación en el área rural**

Mediante estas campañas buscamos dar a conocer a la población sobre las fuentes de contaminación y el problema que estas generan a la contaminación de los ríos, esto se realizara mediante talleres y jornadas de capacitación sistemática dirigido a los distintos niveles de la población beneficiaria, es decir: escolares, jóvenes y dirigentes de la comunidad, con material de apoyo hecho para una mejor comprensión de los participantes con el fin de contar con una base capacitada y consciente.

###### **7.1.4.2. Realización talleres sobre manejo y conservación de páramos.**

Capacitar a las personas sobre la importancia de la conservación de los páramos y entrega de folletos sobre los talleres, los mismos que ayudaran a una mejor comprensión y difusión en cada una de los hogares de los participantes.

## **7.2. PROGRAMA PARA LA RECUPERACIÓN DE LAS ZONAS RIBEREÑAS DEGRADADAS.**

### **7.2.1. OBJETIVO**

Elaborar un programa para la recuperación de las zonas ribereñas degradadas.

### **7.2.2. RESPONSABLES:**

Gobiernos Autónomos Descentralizados, Central Ecuatoriano de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) y los habitantes.

### **7.2.3. ALTERNATIVAS:**

#### **7.2.3.1. Tener la participación de la población.**

Los habitantes con el apoyo de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, dirigentes y CESA se organizará mingas de limpieza en las zonas ribereñas, con el objetivo de recuperar el ambiente natural de los ríos.

#### **7.2.3.2. Reforestación de las zonas ribereñas afectadas.**

La reforestación en las zonas afectadas se lo realizara con especies nativas y de crecimiento rápido, estas especies serán seleccionadas analizando el lugar a plantar y sus condiciones: climáticas, precipitaciones, temperatura, topografía y condiciones suelo.

#### **7.2.3.3. Seguimiento de las zonas reforestadas.**

Dar un seguimiento a las zonas reforestadas y ver que se desarrollen las plantaciones, caso contrario realizar una nueva plantación y cubrir todas las zonas erosionadas.

## **7.3. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y RESIDUOS PELIGROSOS**

### **7.3.1. OBJETIVO**

Manejar adecuadamente los residuos sólidos y peligros en las riberas de los ríos Nagsiche y Pumacunchi.

### **7.3.2. RESPONSABLES:**

Gobiernos Autónomos Descentralizados, Central Ecuatoriano de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) y los habitantes.

### **7.3.3. ALTERNATIVAS:**

#### **7.3.3.1. Disposición de los desechos peligrosos.**

Los residuos sólidos son unos de las causas para la contaminación del agua, y más aún los desechos peligrosos generados por la utilización de agrotóxicos en la actividad agrícola, por ejemplo; fungicidas, herbicidas, plaguicidas, insecticidas, etc.

Estos al no tener una adecuada disposición final, entran en contacto con el suelo y mediante las precipitaciones son arrastrados por las escorrentías hasta los cuerpos receptores del agua, generando así una gran contaminación deteriorando la calidad del agua. Se propone la ubicación de contenedores de residuos peligrosos, los cuales serán de forma cilíndrica de material metálico lo cuales serán sellados y recolectados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales para su disposición final.

## **7.4. PROGRAMA PARA LA PROTECCIÓN DE LOS HUMEDALES Y VERTIENTES QUE APORTAN A LOS RÍOS NAGSICHE Y PUMACUNCHI.**

### **7.4.1. OBJETIVO**

Proteger los humedales y vertientes que aportan a los ríos Nagsiche y Pumacunchi.

### **7.4.2. RESPONSABLES:**

Gobiernos Autónomos Descentralizados, Central Ecuatoriano de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) y los habitantes.

### **7.4.3. ALTERNATIVAS:**

#### **7.4.3.1. Protección de las vertientes.**

La protección se lo realizara para evitar la contaminación biológica de los animales que pastorean en el lugar y por otra parte para facilitar la recuperación de la vegetación nativa, principalmente la paja, almohadillas y la flora en general, que conforman la esponja natural de captación y regulación del ciclo hidrológico.

#### **7.4.3.2. Colocación de avisos de prevención de la contaminación de las vertientes**

Se elaborará los letreros con anuncios de cuidado de las vertientes y su importancia que tiene. Los mismos que serán colocados en zonas de paso por parte de los habitantes.

## **7.5. PROGRAMA PARA ELABORACIÓN DE UN REGLAMENTO INTERNO PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE PÁRAMOS POR LAS COMUNIDADES.**

### **7.5.1. OBJETIVO**

Elaborar un reglamento interno sobre manejo y conservación de páramos para las comunidades.

### **7.5.2. RESPONSABLES:**

Gobiernos Autónomos Descentralizados, Central Ecuatoriano de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) y los habitantes.

### **7.5.3. ALTERNATIVAS:**

#### **7.5.3.1. Reglamento de páramos para conservación.**

La conservación de los páramos se hace más viable cuando se respalda en una reglamentación se toma en consideración las acciones que se desarrolla sin control.

Los puntos que tiene que considerarse son: la quema de pajonal, avance de la frontera Agrícola y el pastoreo en zonas de amortiguación, el mismo que se elaborará con los dirigentes de las comunidades y luego se aprobará en consenso con los habitantes de las comunidades. Esto ayudara al manejo y conservación d los ecosistemas frágiles como son los páramos que son las fuentes de recarga del agua a los ríos.

## **7.6. PROGRAMA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS**

### **7.6.1 OBJETIVO**

Reducir la contaminación de los ríos por actividades agrícolas

### **7.6.2 RESPONSABLES:**

Gobiernos Autónomos Descentralizados, Central Ecuatoriano de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) y los habitantes.

### **7.6.3. ALTERNATIVAS:**

#### **7.6.3.1. Barreras rompe vientos**

Las cortinas o barreras rompen vientos no permiten reducir la velocidad del viento, en las parcelas agrícolas y evitando las erosiones eólicas. Con esto evitamos el arrastre de los sólidos a los cuerpos receptores.

#### **7.6.3.2 Reemplazo de fertilizante químicos por fertilizantes órganos**

##### **Elaboración de compostaje:**

Esto se obtiene de la descomposición aerobia de la materia orgánica. La materia orgánica se los puede obtener a partir de los residuos de la actividad agrícola, como poda, cosecha. Al final del proceso de la descomposición, se obtendrá un abono rico en nutriente que mejorara la estructura del suelo y generan una buena producción agrícola.

##### **Elaboración de Biol:**

El biol se obtiene a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércol de animales, plantas verdes, frutos, entre otros, e ausencia de oxígeno. Es un abono orgánico líquido muy fértil. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente, por las plantas.

##### **Bocashi:**

Es un abono orgánico, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos; esto obtiene a partir de la fermentación de materiales orgánica seca.

Estos tipos de abono son muy fácil y económicamente rentable que pueden ser elaborados por los campesinos y agricultores, sin ningún inconveniente. Son una alternativa para reemplazarlos por los fertilizantes químicos, quienes son los que contaminan los recursos hídricos.

#### **7.6.3.3 Capacitación a los agricultores sobre el manejo de los insumos agrícolas.**

- Cambio de insumos agrícolas de sello rojo por el sello verde, que son menos peligros para la salud y el ambiente natural.

- Capacitar a los agricultores sobre la forma correcta de manejar los compuestos químicos para uso agrícola, equipos de protección personal y la disposición final de los desechos generados.

## **7.7. PROGRAMA DISMINUIR LA CARGA DE CONTAMINANTES ORGÁNICA A LOS RÍOS.**

### **7.7.1 OBJETIVO**

Disminuir la carga de contaminantes orgánica a los ríos.

### **7.7.2 RESPONSABLES:**

Gobiernos Autónomos Descentralizados, Central Ecuatoriano de Servicios Agrícolas Saquisilí (CESA) y los habitantes.

### **7.7.3 ALTERNATIVAS:**

#### **7.7.3.1 Levantamiento de información para el diseño.**

Lo más importante para el tratamiento a realizar es la determinación del caudal en las épocas de invierno y verano. Este tratamiento será para aguas domesticas que son descargadas directamente a los ríos.

#### **7.7.3.2 Sistema de tratamiento.**

1. **Cribado en tanque recolector.**
2. **Filtración** (piedras de 40 a 50 cm de diámetro).
3. **Filtración** (grava de 30 a 40 cm de diámetro).
4. **Filtración** (gravilla de 10 cm de diámetro).

Mediante este tratamiento de filtración podemos reducir el sedimento presente y así descargar al río lo que permitirá acelerar la autodepuración.

## CAPITULO VIII

### 8. BIBLIOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística y Censo, [INEC]. ((2010)). Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador, 1. *FASCÍCULO PROVINCIAL COTOPAXI*.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2015). Anuario meteorológico 2012. 127-134.

Albariño, R. (1999). Informe sobre la Obtención de Indicadores de Calidad de Sistemas Acuáticos de Montaña en relación a la Actividad Forestal. *Universidad Nacional del Comahue*, 1-10.

Altamirano, M. (2013). ESTUDIO HIDROQUÍMICO Y DE CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO MIRA. *Tesis de Ingeniería. Quito: Universidad Central del Ecuador*, 27-30.

Aparicio, F. (1992). Fundamentos de Hidrología de Superficie. Mexico: LIMUSA S.A de C.V . GRUPO NORIEGA EDITORES.

Arco, I. (2005). Efecto del ancho de los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles, del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras. *Tesis Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica*.

Barba, L. (2002). CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA. *UNIVERSIDAD DEL VALLE*, 14-30.

Bautista, K. (2009). Estudio del aprovechamiento hídrico de la microcuenca del río Alao desde los usos de concesión. *Tesis de Ingeniería. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, 63-80.

- Chancunsig, M. P. (2012). Tipo de uso del suelo de la microcuenca del Nagsiche. En *Informe del Inventario Hidrico de la Microcuenca del río Nagsiche, Provincia de Cotopaxi, Ecuador* (págs. 69-70). Quito: Activa Diseño Editorial.
- DeConceptos. (8 de Enero de 2015). *DeConceptos.com*. Recuperado el 8 de 1 de 2015, de <http://deconceptos.com/ciencias-sociales/antropico>
- Decreto Ejecutivo No, 1. (31-3-2003). TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, PARTE I.
- elicrom. (18 de 6 de 2016). *elicrom*. Obtenido de <http://www.elicrom.com/>
- Escobar, C. (2010). PLAN DE DESARROLLO TURÍSTICO DEL CANTÓN, SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI. *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Tesis de Ingeniería*, 54-55.
- Faustino, J. (2006). Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. . *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba – Costa Rica.* , 400.
- García, G. (2002). *Enfermería Comunitaria I. Salud Pública.* . Obtenido de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (libro electrónico): <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>
- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN SAQUISILÍ PROVINCIA DEL COTOPAXI. (2014). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SAQUISILÍ. 8-100.
- Gonzales, M. (2004). Analisis morfometrico de la cuenca y de la red de drenaje del río Zadorra y sus afluentes aplicado a la peligrosidad de crecidas. *Boletin de la A.G.E. No. 30.*, 311-329.
- Jimenez, D. (2012). UANTIFICACIÓN DE METALES PESADOS ( CADMIO, CROMO, NIQUEL, PLOMO) EN AGUA SUPERFICIAL, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS ( *Crassostrea columbiensis*) OSTION DE MANGLE EN EL

PUENTE PORTETE DEL ESTERO SALADO (GUAYAQUIL).  
*UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, "Tesis de Ingeniería", 3-5.*

Llamas, J. (1993). Hidrología General, Principios y Aplicaciones. *Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. Bilbao, España., 402.*

Martel, A. (2005). ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA.  
47.

Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE]. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. *Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, 45-58.*

Morisawa, M. (1985). Rivers: forms and process. *Longman, London, England, 222.*

Navarrete, M. (2004). Propuesta metodológica para el análisis territorial en le cuenca hidrográfica del Estero El Peral, Comuna de Carahue, IX Región. *Universidad Católica de Temuco, Chile. Facultad de Ciencias Ambientales. 6, 133-134.*

Oliveres, C. (2013). Metales pesados y componentes mayoritarios en aguas. 87-90.

Ordoñez, J. (2011). Cartilla tecnica: ¿Que es una cuenca Hidrologica? *Foro Peruano del agua, 9.*

Quintero, M. (2010). Servicios Ambientales Hidrológicos en la Región Andina, Estado del conocimiento, la acción y la política para asegurar su provisión mediante esquemas de pago por servicios ambientales. *IEP Instituto de Estudios Peruanos. Lima. Peru, 21-23.*

Rosas, L. (2009). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS. *sistema nacional de inforamción, 16-32.*

Rosas, L. (2009). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS. *sistema nacional de inforamción, 16-32.*

- Saavedra, J. (2001). Planificación Ambiental de los Recursos Forestales en la Región de la Araucanía, Chile. *Definición de las Unidades Homogéneas de Gestión. Tesis Doctotal. Universidad Politécnica de Madrid.*, 342pp.
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales [SNET]. (2004). **ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL “ICA”**. 1-14.
- Sierra et al. 1999. (s.f.). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. *Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Quito*, 62.
- Tingo, W. (2016). **PLAN DE MANEJO DE LA INTERCUENCA ZONA MEDIA DEL RÍO AMBATO, NIVEL 7-CÓDIGO PFASTETTER: 4996927, UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.** *Tesis de Ingeniería. Riobamba: Universidad Nacional deChimborazo*, 13.
- Umaña, E. (2002). **MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS Y PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA. EDUCACION AMBIENTAL CON ENFOQUE EN MANEJO CUENCAS Y PREVENCION DE DESASTRES. NICARAGUA. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA** , 6.
- Vigilia. (2012). Metales pesados y arsénico. 1-16.

## CAPITULO IX

### ANEXOS.

#### ANEXO 1. OFICIO



Riobamba, 24 de noviembre del 2015

**Ing.  
Patricia Andrade**  
**DIRECTORA DE CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**  
Presente.

De nuestra consideración,

Reciba un cordial saludo de la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas – CESA a la vez que deseamos existo en las funciones que desempeña.

La Central Ecuatoriana de Servicio Agrícolas CESA, meses atrás gestionó ante el Fondo de Nueva Zelanda: Asociaciones para el Desarrollo Internacional, un proyecto denominado **“Mejorando la gestión y uso de los recursos hídricos para mejorar el desarrollo agrícola en Colombia y Ecuador en Cotopaxi”**, como parte de este proyecto se desarrollará un monitoreo de calidad de agua en la subcuenca del río Cutuchi, provincia de Cotopaxi con apoyo de la academia.

Con este antecedente, solicitamos comedidamente el apoyo de los estudiantes: Ángel Quishpi con C.I 0604410803 y Pedro Pérez con C.I 1500811136 para que desarrollen como parte de su trabajo de tesis un plan de muestreo de la subcuenca antes mencionada.

Desde la institución se prevé el apoyo en movilización en la zona de intervención, materiales y/o reactivos necesarios dependiendo de la necesidad y parámetros a realizar. Esperamos también que la UNACH pueda apoyar con las instalaciones, equipos y reactivos.

Esperando una respuesta favorable a nuestro pedido, agradecemos de antemano su colaboración.

Atentamente,

  
Ing. Aurelio Silva  
JEFE REGIONAL CESA CENTRO SUR

  
24/Nov/2015  
(P. J. J. M.)

## **ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO**

### **TRABAJO DE CAMPO**



Zonas de páramo intervenidas – Sector Verde Pamba. Fuente: (Autores, 2016)



Arrojo de lodos al río Pumacunchi. Fuente: (Autores, 2016)



Actividad ganadera en orillas del río Pumacunchi- Sector Panamericana. Fuente:  
(Autores, 2016)



Pastoreo en orillas de río Pumacunchi- Sector puente vía a san Rafael. Fuente: (Autores,  
2016)

## TOMA DE MUESTRAS



Muestreo de macroinvertebrados acuáticos. Fuente: (Autores, 2016)



Selección de muestras de macroinvertebrados acuáticos. Fuente: (Autores, 2016)



Selección de muestras de macroinvertebrados acuáticos. Fuente: (Autores, 2016)



Toma de muestra para análisis físico-químicos. Fuente: (Autores, 2016)



Medición de caudal con el molinete. Fuente: (Autores, 2016)



Determinación de parámetros in situ con equipo multiparametro. Fuente: (Autores, 2016)

### ANEXO 3. REGISTRÓ FOTOGRÁFICO: TRABAJO DE LABORATORIO.



Análisis microbiológicos en laboratorio. Fuente: (Autores, 2016)



Análisis físicos químicos en el laboratorio. Fuente: (Autores, 2016)



Análisis de la turbiedad en el laboratorio. Fuente: (Autores, 2016)



Análisis microbiológicos en laboratorio. Fuente: (Autores, 2016)

## ANEXO 4. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DE CALIDAD DE AGUA

### Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD “ICA NSF” PARA EL PUNTO VERDE PAMBA( NAGSICHE)												PROMEDIO “ICA NSF”
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos <sup>-N</sup> (NO3)	mg/l	0,10	23,70	36,00	3,60	17,80	35,73	3,57	15	42,12	4,21	13,7	45,41	4,54	72 BUENA
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	0,24	87,00	8,70	0,17	82,96	8,30	0,57	91,50	9,15	0,44	92,78	9,28	
Solidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	38,70	86,00	6,88	35,90	84,69	6,78	28,7	84,12	6,73	23,1	83,67	6,69	
DBO5	mg O2/l	0,10	1,30	87,00	8,70	1,10	86,42	8,64	0,92	88,12	8,81	1,34	84,20	8,42	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	7,48	93,00	11,16	8,82	55,62	6,67	7,47	93,00	11,16	9,1	49,00	5,88	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	21,00	69,00	10,35	11,00	71,00	10,65	8	77,00	11,55	2	93,00	13,95	
Turbidez	NTU	0,08	17,37	66,00	5,28	8,94	79,06	6,32	12,22	73,28	5,86	72	42,43	3,39	
Temperatura	°C	0,10	12,10	18,00	1,80	15,80	5,00	0,50	9,8	21,00	2,10	9,50	21,50	2,15	
Oxígeno disuelto	%	0,17	99,00	98,00	16,66	100,80	99,20	16,86	101,10	98,00	16,66	105,30	98,00	16,66	
			VALOR “ICA NSF”	73,13	VALOR “ICA NSF”	68,3	VALOR “ICA NSF”	76,24	VALOR “ICA NSF”	70,97					

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).**

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD "ICA NSF" PARA EL PUNTO YANAURCU (PUJILI-NAGSICHE)												PROMEDIO "ICA NSF"
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos -N (NO3)	mg/l	0,10	7,60	66,00	6,60	25,40	21,73	2,17	28,4	16,96	1,70	6,8	67,04	6,70	75 BUENA
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	0,21	88,00	8,80	0,37	68,11	6,81	0,72	90,04	9,00	0,25	94,68	9,47	
Solidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	103,50	84,50	6,76	122,70	91,62	7,33	74,6	87,78	7,02	93,8	89,31	7,14	
DBO5	mg O2/l	0,10	1,60	68,00	6,80	1,70	57,52	5,75	1,62	81,65	8,17	1,59	81,92	8,19	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	7,26	92,00	11,04	8,47	63,33	7,60	7,65	90,00	10,80	8,23	78,00	9,36	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	1,00	100,00	15,00	1,00	98,00	14,70	9	74,00	11,10	1	98,00	14,70	
Turbidez	NTU	0,08	2,83	93,00	7,44	8,20	80,45	6,44	43,55	42,56	3,40	8,38	80,11	6,41	
Temperatura	°C	0,10	12,60	16,00	1,60	13,20	14,00	1,40	10,10	20,50	2,05	11,50	19,00	1,90	
Oxígeno disuelto	%	0,17	98,80	97,00	16,49	104,00	98,00	16,66	100,80	99,40	16,90	102,90	97,50	16,58	
			<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>80,53</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>68,56</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>70,14</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>80,45</b>	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

### Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD "ICA NSF" PARA EL PUNTO PUENTE CALIFORNIA (NAGSICHE)												PROMEDIO "ICA NSF"
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos -N (NO3)	mg/l	0,10	32,40	25,00	2,50	11,40	51,78	5,18	14,8	42,62	4,26	10,2	55,42	5,54	72 BUENA
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	0,43	74,00	7,40	0,57	56,56	5,66	0,75	89,75	8,98	0,44	92,78	9,28	
Solidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	114,00	83,50	6,68	117,90	91,24	7,30	69,3	87,36	6,99	74,5	87,70	7,02	
DBO5	mg O2/l	0,10	1,2	28,00	2,80	1,4	18,56	1,86	1,63	81,56	8,16	1,96	78,65	7,87	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	7,27	92,20	11,06	8,66	59,03	7,08	7,63	89,00	10,68	8,15	79,50	9,54	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	1,00	98,00	14,70	1,00	98,00	14,70	20	71,00	10,65	1	98,00	14,70	
Turbidez	NTU	0,08	5,93	85,00	6,80	6,96	82,83	6,63	21,72	59,54	4,76	17,7	64,83	5,19	
Temperatura	°C	0,10	14,40	10,00	1,00	14,00	9,50	0,95	10,80	20,00	2,00	12,00	17,00	1,70	
Oxígeno disuelto	%	0,17	100,10	99,20	16,86	100,10	99,20	16,86	101,80	98,50	16,75	104,90	98,00	16,66	
			<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>69,81</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>66,21</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>73,22</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>77,49</b>	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).**

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD “ICA NSF” PARA EL PUNTO HACIENDA LA PLAYA (NAGSICHE)												PROMEDIO “ICA NSF”
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos <sup>-N</sup> (NO3)	mg/l	0,10	38,00	19,00	1,90	27,60	18,22	1,82	16,2	39,28	3,93	11,6	59,19	5,92	
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	0,53	72,00	7,20	1,35	32,56	3,26	4,33	60,07	6,01	0,52	91,99	9,20	
Solidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	118,80	83,00	6,64	111,30	90,71	7,26	75,5	87,85	7,03	3,7	78,50	6,28	
DBO5	mg O2/l	0,10	2,40	75,00	7,50	2,40	74,89	7,49	1,55	82,28	8,23	1,51	82,64	8,26	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	7,24	92,00	11,04	8,52	62,18	7,46	7,51	94,00	11,28	8,1	79,00	9,48	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	2,00	93,00	13,95	40,00	60,00	9,00	7	79,00	11,85	12	71,50	10,73	
Turbidez	NTU	0,08	5,37	86,00	6,88	51,00	40,58	3,25	16,54	66,54	5,32	32	49,24	3,94	
Temperatura	°C	0,10	15,20	5,00	0,50	15,30	5,00	0,50	12,40	16,50	1,65	12,40	16,50	1,65	
Oxígeno disuelto	%	0,17	99,90	99,00	16,83	100,80	99,40	16,90	102,60	97,50	16,58	106,10	97,00	16,49	
			<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>72,44</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>56,93</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>71,87</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>71,95</b>	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

### Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD “ICA NSF” PARA EL PUNTO PANZALEO ( NAGSICHE)												PROMEDIO “ICA NSF”
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos <sup>-N</sup> (NO3)	mg/l	0,10	12,00	48,00	4,80	34,40	7,45	0,75	30,8	13,22	1,32	10	56,04	5,60	70 REGULAR
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	0,25	86,00	8,60	0,87	44,10	4,41	0,78	89,46	8,95	0,68	90,43	9,04	
Solidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	181,20	74,00	5,92	190,90	97,06	7,76	107,1	84,00	6,72	138,4	81,00	6,48	
DBO5	mg O2/l	0,10	3,60	68,00	6,80	2,60	73,23	7,32	1,42	83,46	8,35	1,12	86,23	8,62	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	6,90	87,50	10,50	8,34	66,35	7,96	7,84	88,00	10,56	8,22	79,00	9,48	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	5,00	85,00	12,75	5,00	85,00	12,75	19	72,00	10,80	3	90,00	13,50	
Turbidez	NTU	0,08	7,45	83,00	6,64	11,38	74,71	5,98	17,68	64,85	5,19	42	43,19	3,46	
Temperatura	°C	0,10	16,80	5,00	0,50	15,70	5,00	0,50	13,30	14,00	1,40	13,80	13,50	1,35	
Oxígeno disuelto	%	0,17	99,00	98,00	16,66	102,30	97,00	16,49	101,30	98,80	16,80	102,40	97,50	16,58	
			<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>73,17</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>63,92</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>70,08</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>74,11</b>	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

### Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD "ICA NSF" PARA EL PUNTO PUKA GUAYCO (RÍO AMARILLO-PUMACUNCHI)												PROMEDIO "ICA NSF"
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos -N (NO3)	mg/l	0,10	21,60	37,00	3,70	53,30	9,00	0,90	25,8	21,08	2,11	14,2	44,12	4,41	64 REGULAR
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	1,13	39,00	3,90	1,69	28,21	2,82	2,73	72,17	7,22	2,57	73,48	7,35	
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	460,00	38,00	3,04	528,00	20,00	1,60	495	32,00	2,56	512	20,00	1,60	
DBO5	mg O2/l	0,10	1,20	86,00	8,60	1,00	87,36	8,74	1,24	85,12	8,51	0,68	90,43	9,04	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	7,52	93,50	11,22	8,18	70,09	8,41	7,97	84,00	10,08	8,16	79,50	9,54	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	3,00	90,00	13,50	1,00	98,00	14,70	12	71,50	10,73	1	98,00	14,70	
Turbidez	NTU	0,08	54,00	37,00	2,96	25,90	54,81	4,38	63	40,50	3,24	49	40,95	3,28	
Temperatura	°C	0,10	12,10	18,00	1,80	13,00	15,50	1,55	11,40	19,00	1,90	12,70	16,00	1,60	
Oxígeno disuelto	%	0,17	97,20	97,00	16,49	100,80	99,40	16,90	93,20	91,00	15,47	102,90	97,50	16,58	
			<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>65,21</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>60,00</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>61,81</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>68,09</b>	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).**

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD “ICA NSF” PARA EL PUNTO TOACASO (RÍO BLANCO-PUMACUNCHI)												PROMEDIO “ICA NSF”
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos -N (NO3)	mg/l	0,10	12,80	49,00	4,90	8,20	62,00	6,20	30,4	13,84	1,38	15,6	40,68	4,07	PROMEDIO “ICA NSF”
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	0,57	68,00	6,80	0,67	51,83	5,18	0,67	90,53	9,05	1,63	81,56	8,16	
Solidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	382,00	48,00	3,84	360,00	110,56	8,84	284	67,50	5,40	336	54,00	4,32	
DBO5	mg O2/l	0,10	1,80	82,00	8,20	1,90	79,17	7,92	1,14	86,05	8,61	0,70	90,24	9,02	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	7,39	92,50	11,10	8,28	67,75	8,13	8,11	82,00	9,84	8,45	71,00	8,52	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	20,00	71,00	10,65	7,00	79,00	11,85	6	74,00	11,10	12	71,50	10,73	
Turbidez	NTU	0,08	23,45	58,00	4,64	14,99	68,82	5,51	28,19	52,54	4,20	25,62	41,84	3,35	
Temperatura	°C	0,10	15,10	5,00	0,50	17,80	5,00	0,50	13,20	14,00	1,40	17,00	5,00	0,50	
Oxígeno disuelto	%	0,17	99,50	98,80	16,80	101,70	98,50	16,75	92,40	90,50	15,39	102,30	97,50	16,58	
			<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>67,43</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>70,88</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>66,37</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>65,24</b>	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

### Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD “ICA NSF” PARA EL PUNTO PANAMERICANA ( PUMACUNCHI)												PROMEDIO “ICA NSF”
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos <sup>-N</sup> (NO3)	mg/l	0,10	2,50	87,50	8,75	10,50	54,48	5,45	44,5	36,00	3,60	12,7	48,09	4,81	
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	1,02	40,00	4,00	1,37	32,23	3,22	1,1	87,00	8,70	1,74	80,58	8,06	
Solidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	810,00	20,00	1,60	910,00	20,00	1,60	793	86,00	6,88	938	20,00	1,60	
DBO5	mg O2/l	0,10	5,90	53,50	5,35	6,20	48,11	4,81	4,19	87,00	8,70	4,22	60,84	6,08	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	6,77	80,00	9,60	8,12	71,48	8,58	7,55	93,00	11,16	7,97	88,00	10,56	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	280,00	38,00	5,70	200,00	41,00	6,15	220	69,00	10,35	240	37,00	5,55	
Turbidez	NTU	0,08	38,15	48,50	3,88	10,95	75,45	6,04	7,6	66,00	5,28	41	43,64	3,49	
Temperatura	°C	0,10	16,90	5,00	0,50	20,00	5,00	0,50	15,80	18,00	1,80	15,10	5,00	0,50	
Oxígeno disuelto	%	0,17	80,90	87,60	14,89	70,90	74,00	12,58	69,70	98,00	16,66	71,20	74,00	12,58	
			<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>54,27</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>48,93</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>54,38</b>	<b>VALOR “ICA NSF”</b>		<b>53,28</b>	<b>53</b> REGULAR

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

### Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD "ICA NSF" PARA EL PUNTO PUENTE CALERA (PUMACUNCHI)												PROMEDIO "ICA NSF"
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos <sup>-N</sup> (NO3)	mg/l	0,10	33,80	24,00	2,40	10,30	55,10	5,51	184,1	2,00	0,20	14,4	43,61	4,36	
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	1,55	34,00	3,40	1,64	28,21	2,82	1,86	79,52	7,95	1,35	84,10	8,41	
Solidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	783,00	20,00	1,60	1013,00	20,00	1,60	941	20,00	1,60	956	20,00	1,60	
DBO5	mg O2/l	0,10	4,80	58,00	5,80	5,00	55,52	5,55	4,09	61,77	6,18	3,00	70,00	7,00	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	7,24	92,00	11,04	8,23	68,92	8,27	7,56	93,00	11,16	7,63	90,00	10,80	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	420,00	36,00	5,40	240,00	37,00	5,55	260	37,50	5,63	140	42,00	6,30	
Turbidez	NTU	0,08	86,00	23,00	1,84	11,88	73,85	5,91	13,58	71,04	5,68	14,64	69,36	5,55	
Temperatura	°C	0,10	17,00	5,00	0,50	20,70	5,00	0,50	17,00	5,00	0,50	16,00	5,00	0,50	
Oxígeno disuelto	%	0,17	80,10	87,40	14,86	75,60	80,00	13,60	77,40	87,50	14,88	83,90	90,00	15,30	
			<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>46,84</b>		<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>49,31</b>		<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>53,77</b>		<b>VALOR "ICA NSF"</b>	<b>59,82</b>	<b>52</b> <b>REGULAR</b>	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

### Resultados de análisis del Índice Calidad de Agua (ICA NSF).

PARAMETRO	UNIDAD	PESOS RELATIVOS	RESULTADOS DEL INDICE DE CALIDAD "ICA NSF" PARA EL PUNTO PUENTE VSRL (PUMACUNCHI)												PROMEDIO "ICA NSF"
			VALORES PRIMER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES SEGUNDO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES TERCER MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	VALORES CUARTO MUESTREO	VALOR SI	SUBTOTAL	
Nitratos -N (NO3)	mg/l	0,10	25,90	32,00	3,20	20,30	30,68	3,07	144,6	2,00	0,20	10,5	54,48	5,45	50 MALA
Fosfatos (PO4)	mg/l	0,10	1,36	35,00	3,50	1,61	29,04	2,90	1,94	78,82	7,88	1,85	79,61	7,96	
Solidos Disueltos Totales	mg/l	0,08	815,00	20,00	1,60	1073,00	20,00	1,60	1027	20,00	1,60	1060	20,00	1,60	
DBO5	mg O2/l	0,10	9,80	36,50	3,65	9,40	32,45	3,25	4,52	58,75	5,88	4,83	56,85	5,69	
Potencial Hidrogeno pH	-	0,12	7,29	92,30	11,08	7,94	75,97	9,12	7,52	92,50	11,10	7,86	88,00	10,56	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0,15	500,00	34,00	5,10	260,00	37,50	5,63	400	35,00	5,25	360	38,00	5,70	
Turbidez	NTU	0,08	93,00	20,00	1,60	19,49	62,38	4,99	18,55	63,55	5,08	15,61	67,84	5,43	
Temperatura	°C	0,10	17,40	5,00	0,50	22,60	5,00	0,50	17,40	5,00	0,50	17,50	5,00	0,50	
Oxígeno disuelto	%	0,17	83,80	90,00	15,30	78,00	87,50	14,88	73,30	73,00	12,41	79,50	86,80	14,76	
			<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>45,53</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>45,92</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>49,90</b>	<b>VALOR "ICA NSF"</b>		<b>57,64</b>	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**ANEXO 5: ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA CON  
MACROINVERTEBRADOS CON EL ÍNDICE ETP (EPHEMEROPTERA,  
TRICHOPTERA, PLECOPTERA)**

### Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. Verde Pamba (Nagsiche)

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Verde Pamba( Nagsiche)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	11	
	Insecta	Coleóptera	csirtidae	3	
		Diptera	Chironomidae	1	
		Ephemeroptera		Baetidae	6
	Leptophlebiidae		1	1	
<b>Total</b>				<b>22</b>	<b>7</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			32%		Regular

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

### Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. Verde Pamba(Nagsiche)

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Verde Pamba( Nagsiche)	Segundo muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	3	
	Insecta	Coleóptera	Scirtidae	1	
		Ephemeroptera	Baetidae	4	4
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotoxidae	1	
Platyhelminthes	Tricladida	Tricladia	Planariidae	1	
<b>Total</b>				<b>10</b>	<b>4</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			40%		Regular

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

### Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. Puente Calera (Pumacunchi)

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Puente Calera (Pumacunchi)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	11	
	Insecta	Diptera	Chironomidae	14	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotaxidae	2	
Mollusca	Gasteropoda	Gasteropoda	Physidae	4	
<b>Total</b>				<b>31</b>	<b>0</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			0%		Mala

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

### Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. Puente Calera (Pumacunchi)

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Puente Calera (Pumacunchi)	Segundo muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	93	
	Insecta	Diptera	Chironomidae	20	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotaxidae	68	
<u>Platyhelminthes</u>	Tricladida	Tricladida	Planariidae	13	
<b>Total</b>				<b>194</b>	<b>0</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			0%		Mala

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. Hacienda La Playa (Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Hacienda La Playa (Nagsiche)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	4	
			Simuliidae	2	
		Ephemeroptera	Baetidae	4	4
		Trichoptera	Hhydrobiosidae	1	1
		<b>Total</b>		<b>11</b>	<b>5</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			45%	Regular	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. Hacienda La Playa (Nagsiche)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Hacienda La Playa (Nagsiche)	Segundo muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	7	
			Simuliidae	3	
		Ephemeroptera	Baetidae	108	108
		<b>Total</b>		<b>118</b>	<b>108</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			92%	Muy buena	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

### Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. Puente California (Nagsiche)

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Puente california (Nagsiche)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Diptera	Blephariceridae	1	
			Muscidae	3	
		Ephemeroptera	Baetidae	10	10
		<b>Total</b>		14	10
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			71%	Buena	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

### Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. Puente California (Nagsiche)

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Puente california (Nagsiche)	Segundo muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Coleóptera	Elmidae	3	
		Diptera	Chironomidae	6	
			Muscidae	4	
		Ephemeroptera	Baetidae	38	38
		<b>Total</b>		51	38
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			74 %	Buena	

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. Panzaleo ( Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Panzaleo ( Nagsiche)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<b>10</b>	
			ceratopogonidae	<b>4</b>	
		Ephemeroptera	Baetidae	<b>12</b>	<b>12</b>
		<b>Total</b>		<b>26</b>	<b>12</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			46 %	<b>Regular</b>	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. Panzaleo ( Nagsiche)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Panzaleo ( Nagsiche)	Segundo muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Diptera	ceratopogonidae	<b>24</b>	
			Simuliidae	<b>23</b>	
		Ephemeroptera	Baetidae	<b>51</b>	<b>51</b>
		<b>Total</b>		<b>98</b>	<b>51</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			52 %	<b>Buena</b>	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. Panamericana (Pumacunchi)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Panamericana ( Pumacunchi)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	13	
			ceratopogonidae	1	
			Simuliidae	1	
		Trichoptera	Hydroptilidae	1	1
		Colimbola	Colimbola	2	
Mollusca	Gasteropoda	Gasteropoda	Physidae	2	
		<b>Total</b>		<b>20</b>	<b>1</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			5 %		Malo

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. Panamericana ( Pumacunchi)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Panamericana ( Pumacunchi)	Segundo muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	7	
	Insecta	Diptera	Chironomidae	17	
			Simuliidae	2	
		Ephemeroptera	Baetidae	1	1
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotaxidae	9	
Platyhelminthes	Tricladida	Tricladida	planariidae	34	
Mollusca	Gasteropoda	Gasteropoda	Physidae	4	
		<b>Total</b>		<b>74</b>	<b>1</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			1 %		Malo

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Coleóptera	Ptilodactylide	1	
			csirtidae	1	
		Diptera	Chironomidae	3	
			ceratopogonidae	1	
		Ephemeroptera	Baetidae	15	15
Gripopterygidae	1		1		
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotaxidae	1	
		<b>Total</b>		<b>23</b>	<b>16</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			70 %	Buena	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	Segundo muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	18	18
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotaxidae	5	
		<b>Total</b>		<b>23</b>	<b>18</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			78 %	Muy buena	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Coleóptera	Elmidae	1	
		Diptera	Chironomidae	17	
			Simuliidae	5	
		Ephemeroptera	Baetidae	27	27
		Colimbola	Colimbola	1	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotaxidae	2	
Platyhelminthes	Tricladida	Tricladida	Planaridae	2	
		<b>Total</b>		<b>55</b>	<b>27</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			49 %	Regular	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)	Segundo muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	3	
		Ephemeroptera	Baetidae	75	75
		Trichoptera	Limnephilidae	1	1
		<b>Total</b>		<b>79</b>	<b>76</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			96 %	Muy Buena	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

### Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Coleóptera	csirtidae	3	
		Diptera	Chironomidae	8	
			Empididae	1	
			Simuliidae	22	
		Ephemeroptera	Baetidae	22	22
Colimbola	Colimbola	1			
Mollusca	Gasteropoda	Gasteropoda	Physidae	1	
<b>Total</b>				<b>58</b>	<b>22</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			38 %	Regular	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

### Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	Segundo muestreo	
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Insecta	Coleóptera	Elmidae	1	
		Diptera	Chironomidae	18	
			Simuliidae	52	
		Ephemeroptera	Baetidae	62	62
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotaxidae	7	
<b>Total</b>				<b>140</b>	<b>62</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			44 %	Regular	

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

### Análisis del primer muestreo del Índice Biológico ETP. Puente VSRL (Pumacunchi)

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Puente VSRL (Pumacunchi)	Primer muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	22	
	Insecta	Diptera	Chironomidae	44	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotaxidae	1	
<u>Platyhelminthes</u>	Tricladida	Tricladida	Planaridae	1	
		<b>Total</b>		<b>68</b>	<b>0</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			0 %		Malo

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

### Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico ETP. Puente VSRL (Pumacunchi)

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Puente VSRL (Pumacunchi)	Segundo muestreo	
Phyllun	clase	Orden	Familia	Número de individuos	ETP Presentes
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	101	
	Insecta	Diptera	Chironomidae	38	
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	Haplotaxidae	12	
<u>Platyhelminthes</u>	Tricladida	Tricladida	Planaridae	5	
Mollusca	Gasteropoda	Gasteropoda	Physidae	39	
		<b>Total</b>		<b>195</b>	<b>0</b>
Valor EPT = (EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL)*100					
Valor EPT Calculado			0 %		Malo

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**ANEXO 6. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA CON  
MACROINVERTEBRADOS CON EL ÍNDICE BIOLÓGICO ANDINO (ABI).**

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Verde Pamba( Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Verde Pamba( Nagsiche)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	11	6	6
	Insecta		Csirtidae	3	5	5
		Díptera	Chironomidae	1	2	2
		Ephemeroptera	Baetidae	6	4	4
			Leptophlebiidae	1	10	10
<b>Total</b>				<b>22</b>		<b>27</b>
<b>Calidad</b>						<b>Regular</b>

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI).Verde Pamba( Nagsiche)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Verde Pamba( Nagsiche)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	3	6	6
	Insecta	Coleóptera	scirtidae	1	5	5
		Ephemeroptera	Baetidae	4	4	4
			Leptophlebiidae	1	10	10
			Annelida	Oligochaeta	Haplotaxidae	1
Platyhelminthes	Tricladida	Planariidae	1	1	1	
<b>Total</b>				<b>11</b>		<b>27</b>
<b>Calidad</b>						<b>Regular</b>

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Puente Calera (Pumacunchi)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Puente Calera (Pumacunchi)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	Puntuación A.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	11	6	6
		Insecta	Díptera	Chironomidae	14	2
Mollusca	Oligochaeta		Haplotaxidae	2	1	1
	Gasteropoda		Physidae	4	3	3
<b>Total</b>				<b>31</b>		<b>12</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Puente Calera (Pumacunchi)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Puente Calera (Pumacunchi)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	Puntuación A.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	93	6	6
	Insecta	Díptera	Chironomidae	20	2	2
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxidae	68	1	1
<u>Platyhelminthes</u>	Tricladida		Planariidae	13	3	3
<b>Total</b>				<b>194</b>		<b>12</b>
<b>CALIDAD</b>						<b>Mala</b>

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Hacienda La Playa (Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Hacienda La Playa (Nagsiche)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	Puntuación A.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Díptera	Chironomidae	4	2	2
			Simuliidae	2	5	5
		Ephemeroptera	Baetidae	4	4	4
		Trichoptera	Hydrobiosidae	1	8	8
<b>Total</b>				<b>11</b>		<b>19</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Hacienda La Playa (Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Hacienda La Playa (Nagsiche)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	Puntuación A.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Díptera	Chironomidae	7	2	2
			Simuliidae	3	5	5
		Ephemeroptera	Baetidae	108	4	4
<b>Total</b>				<b>118</b>		<b>11</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Puente California (Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Puente california (Nagsiche)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Díptera	Muscidae	1	2	2
			Chironomidae	2	2	2
			Blephariceridae	1	10	10
		Ephemeroptera	Baetidae	10	4	4
			Leptophlebiidae	1	10	10
<b>Total</b>				<b>15</b>		<b>28</b>
<b>Calidad</b>						<b>Regular</b>

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Puente California (Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Puente california (Nagsiche)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Coleóptera	Elmidae	1	5	5
		Díptera	Chironomidae	5	2	2
			Blephariceridae	1	10	10
			Muscidae	1	2	2
		Ephemeroptera	Baetidae	38	4	4
		Trichoptera	Hydroptilidae	1	6	6
<b>Total</b>				<b>47</b>		<b>29</b>
<b>Calidad</b>						<b>Regular</b>

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Panzaleo ( Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Panzaleo ( Nagsiche)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Díptera	Chironomidae	2	2	2
			Ceratopogonidae	2	4	4
		Ephemeroptera	Baetidae	12	4	4
<b>Total</b>				<b>16</b>		<b>10</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Panzaleo ( Nagsiche)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Panzaleo ( Nagsiche)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Díptera	Ceratopogonidae	1	4	4
			Simuliidae	1	5	5
		Ephemeroptera	Baetidae	61	4	4
<b>Total</b>				<b>63</b>		<b>13</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI) Panamericana (Pumacunchi)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Panamericana (Pumacunchi)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	Puntuación A.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Díptera	Simuliidae	1	5	5
			Chironomidae	13	2	2
			Ceratopogonidae	1	4	4
		Trichoptera	Hydroptilidae	1	6	6
	Collembola	Collembola	2	No considerada		
Mollusca	Gasteropoda	Physidae	2	3	3	
<b>Total</b>				<b>20</b>		<b>20</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Panamericana (Pumacunchi)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Panamericana (Pumacunchi)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	Puntuación A.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Ampipoda	Hylellidae	7	6	6
			Chironomidae	17	2	2
		Díptera	Simuliidae	2	5	5
			Ephemeroptera	Baetidae	1	4
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxidae	9	1	1	
	Tricladida	planariidae	34	5	5	
Platyhelminthes	Gasteropoda	Physidae	4	3	3	
Mollusca						
<b>Total</b>				<b>74</b>		<b>26</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Artrópoda	Crustáceo	Ampipoda	Hylellidae	1	6	6
		Insecta	Coleóptera	Ptilodactylide	1	5
	Scirtidae			1	5	5
	Díptera		Chironomidae	3	2	2
			Ceratopogonidae	1	4	4
			Simuliidae	1	5	5
	Ephemeroptera		Baetidae	15	4	4
	Plecoptera	Gripopterygidae	1	10	10	
	Trichoptera	Hydroptilidae	1	6	6	
Anélida	Oligochaeta		Haplotaxidae	1	1	1
<b>Total</b>				<b>26</b>		<b>48</b>
<b>Calidad</b>						<b>Buena</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI) YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	YanaUrcu (Pujili-Nagsiche)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	1	6	6
		Insecta	Coleóptera	Ptilodactylide	1	5
	Scirtidae			2	5	5
	Díptera		Chironomidae	1	2	2
			Ceratopogonidae	2	4	4
			Simuliidae	1	5	5
	Ephemeroptera		Baetidae	17	4	4
	Plecoptera	Gripopterygidae	2	10	10	
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxidae	4	1	1
<b>Total</b>				<b>31</b>		<b>42</b>
<b>Calidad</b>						<b>Regular</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Coleóptera	Elmidae	1	5	5
			Díptera	Chironomidae	17	2
		Simuliidae		5	5	5
		Plecoptera		Gripopterygidae	1	10
		Ephemeroptera	Baetidae	27	4	4
	Collembola	Collembola	1	No considerada		
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxidae	2	1	1	
Platyhelminthes	Tricladida	Planaridae	2	3	2	
<b>Total</b>				<b>56</b>		<b>29</b>
<b>Calidad</b>						<b>Regular</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Coleóptera	Elmidae	1	5	5
			Díptera	Chironomidae	3	2
		Muscidae		1	2	2
		Simuliidae		2	5	5
		Ephemeroptera	Baetidae	75	4	4
		Trichoptera	Limnephilidae	1	7	7
<b>Total</b>				<b>83</b>		<b>25</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	Puntuación A.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Insecta	Coleóptera	Scirtidae	3	5	5
			Elmidae	1	5	5
		Díptera	Chironomidae	8	2	2
			Empididae	1	4	4
			Muscidae	1	2	2
			Simuliidae	22	5	5
		Ephemeroptera	Baetidae	22	4	4
Mollusca	Collembola	Collembola	1	No considerada		
	Gasteropoda	Physidae	1	3	1	
<b>Total</b>				<b>60</b>		<b>28</b>
<b>Calidad</b>						<b>Regular</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)**

Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Toacaso (Río Blanco-Pumacunchi)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	Puntuación A.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	1	6	6
	Insecta	Coleóptera	Elmidae	1	5	5
			Scirtidae	1	5	5
			Chironomidae	18	2	2
		Díptera	Simuliidae	52	5	5
			Ephemeroptera	Baetidae	62	4
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxidae	7	1	1	
<b>Total</b>				<b>142</b>		<b>28</b>
<b>Calidad</b>						<b>Regular</b>

Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.

**Análisis del primer muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Puente VSRL (Pumacunchi)**

Fecha	03/05/2016	Punto Muestreo	Puente VSRL (Pumacunchi)	Primer muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	22	6	6
	Insecta	Díptera	Chironomidae	44	2	2
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxidae	1	1	1
<u>Platyhelminthes</u>	Tricladida		Planaridae	1	3	3
<b>Total</b>				<b>68</b>		<b>12</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

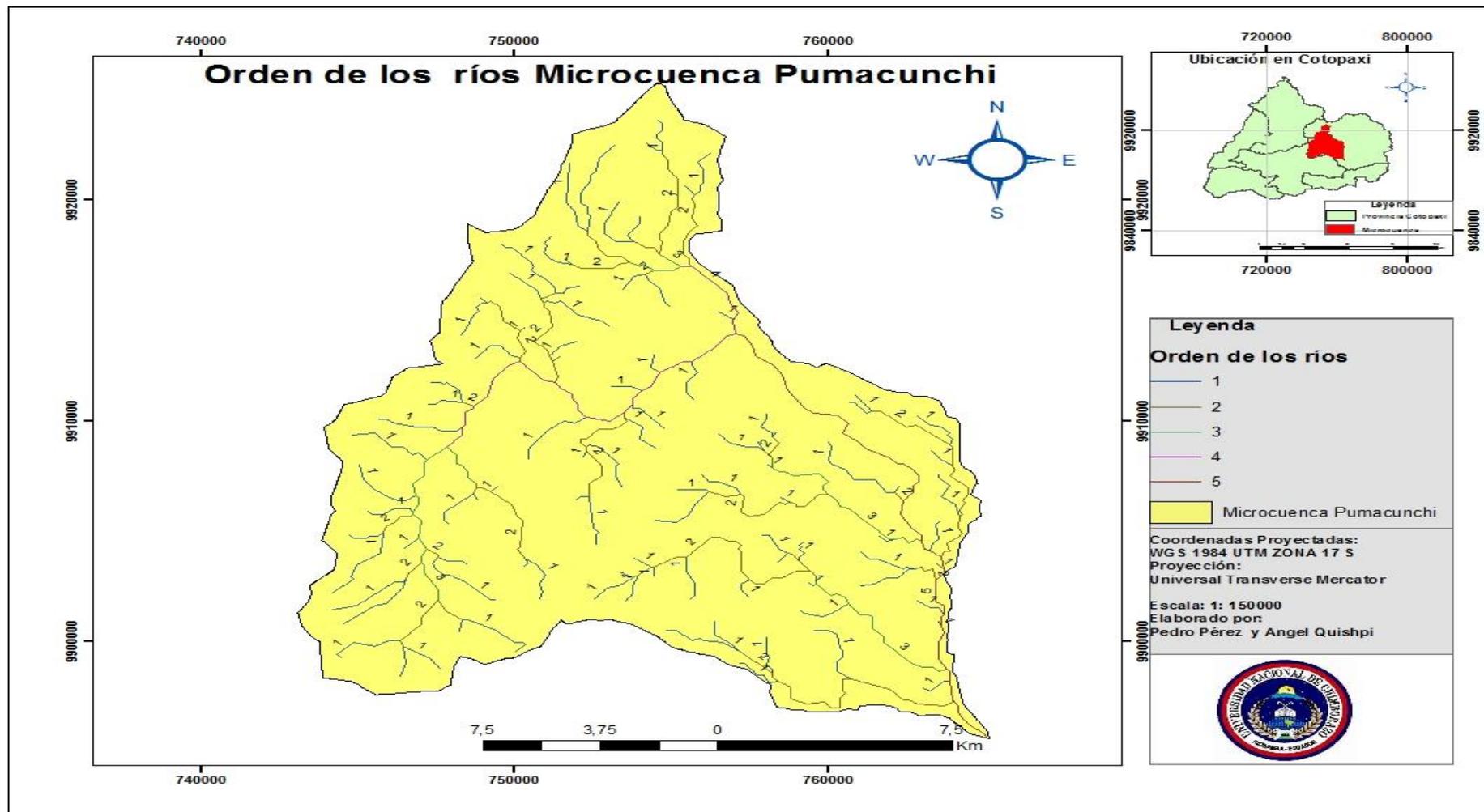
**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas.**

**Análisis del segundo muestreo del Índice Biológico Andino (ABI). Puente VSRL (Pumacunchi)**

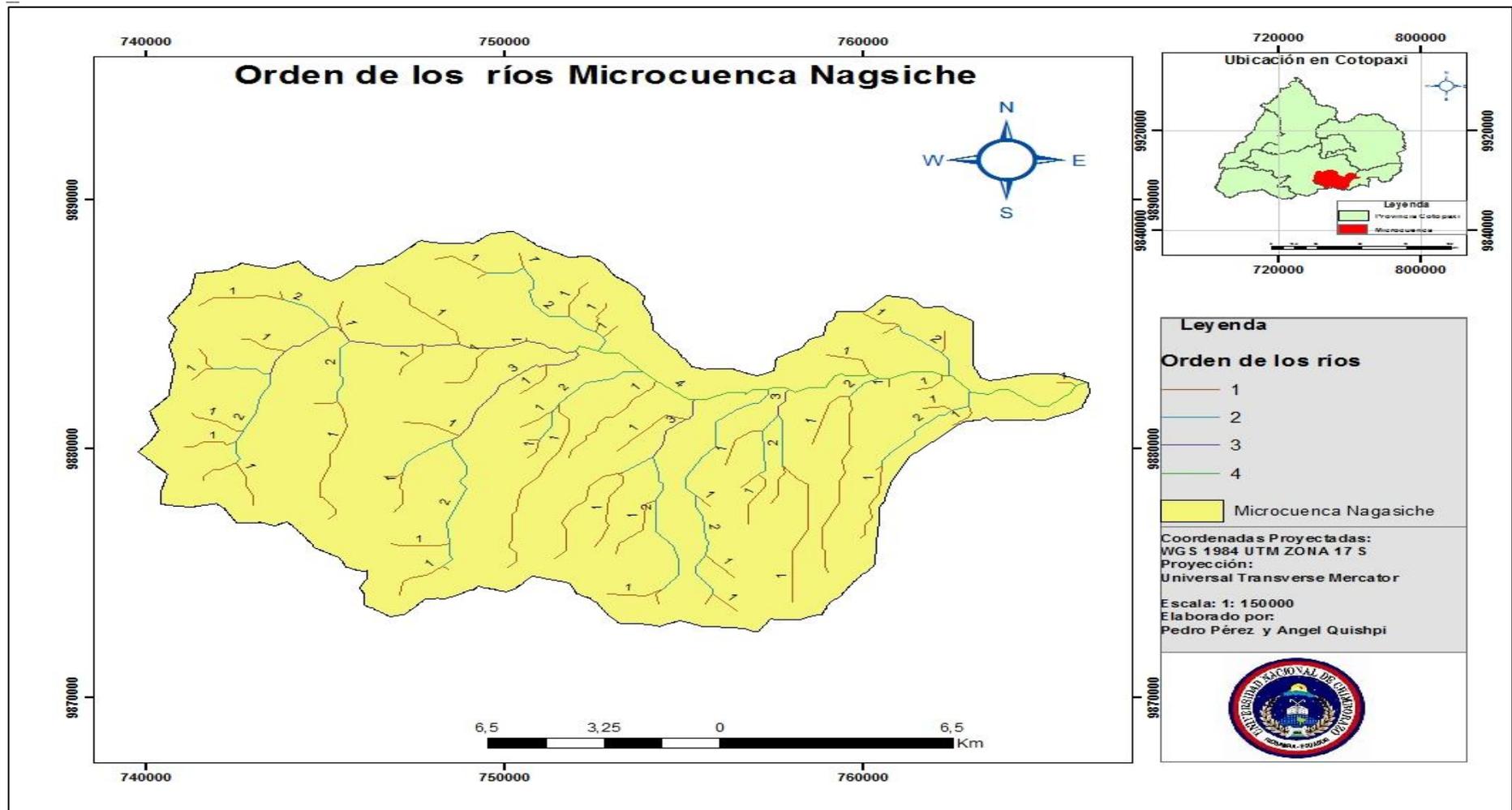
Fecha	22/06/2016	Punto Muestreo	Puente VSRL (Pumacunchi)	Segundo muestreo		
Phyllun	Clase	Orden	Familia	Cantidad	PuntuaciónA.B.I	Asignación Puntuación
Arthropoda	Crustacea	Ampipoda	Hylellidae	101	6	6
	Insecta	Díptera	Chironomidae	38	2	2
Annelida	Oligochaeta		Haplotaxidae	12	1	1
<u>Platyhelminthes</u>	Tricladida		Planaridae	5	3	3
Mollusca		Gasteropoda	Physidae	39	3	3
<b>Total</b>				<b>195</b>		<b>15</b>
<b>Calidad</b>						<b>Mala</b>

**Fuente: Datos investigación. Los Tesistas**

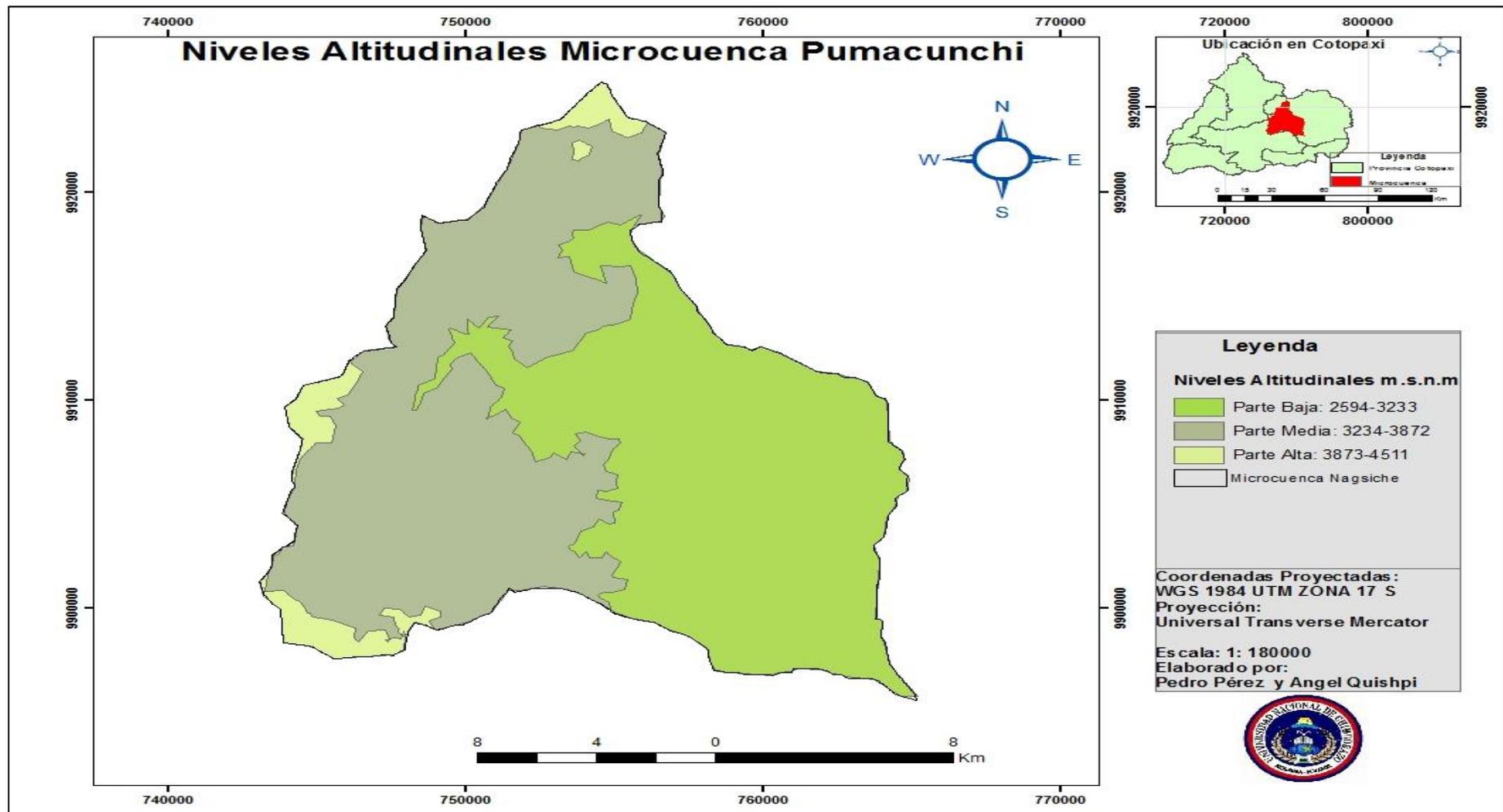
## ANEXO 7. MAPAS



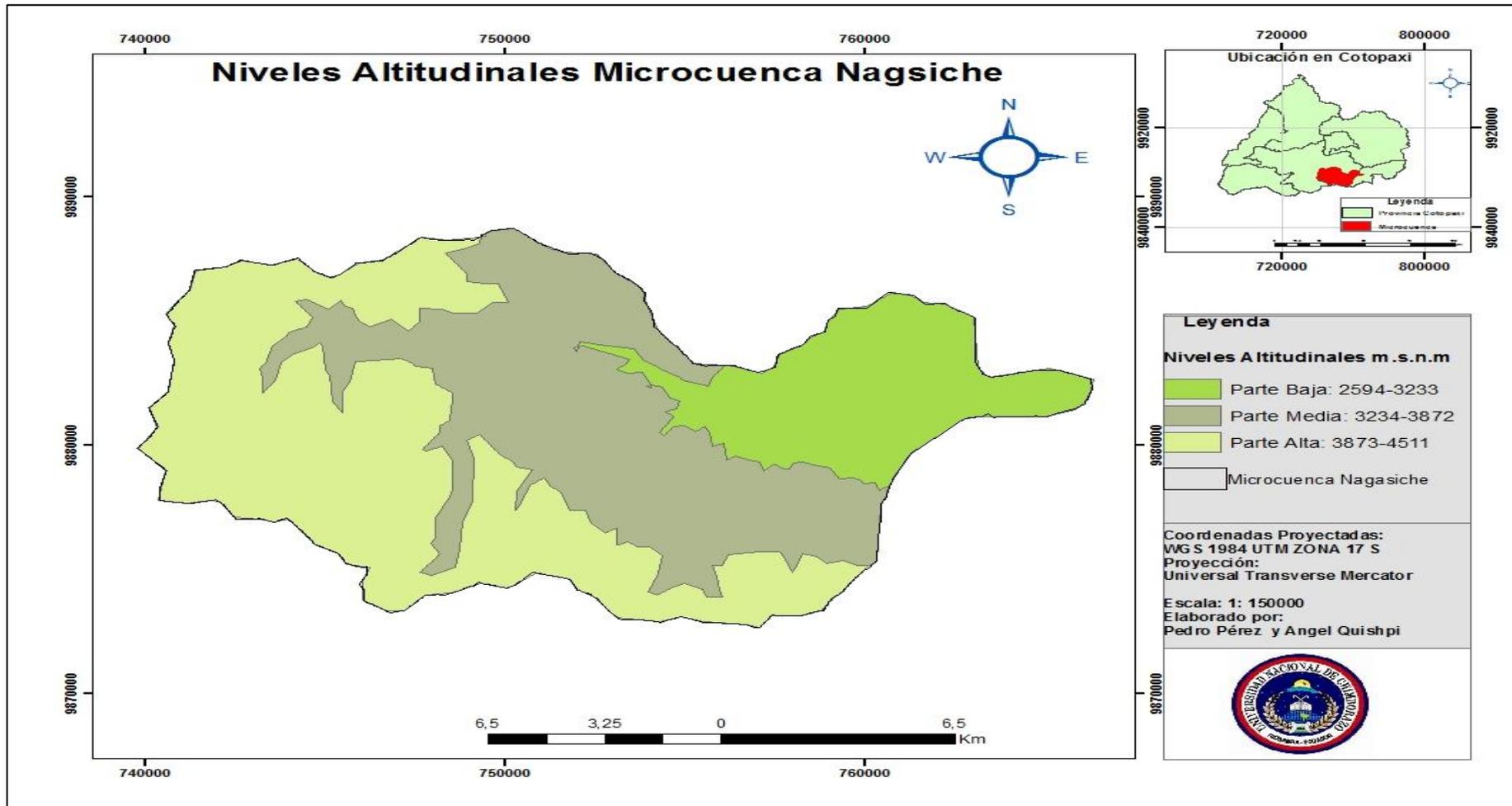
Fuente: Los Tesistas.



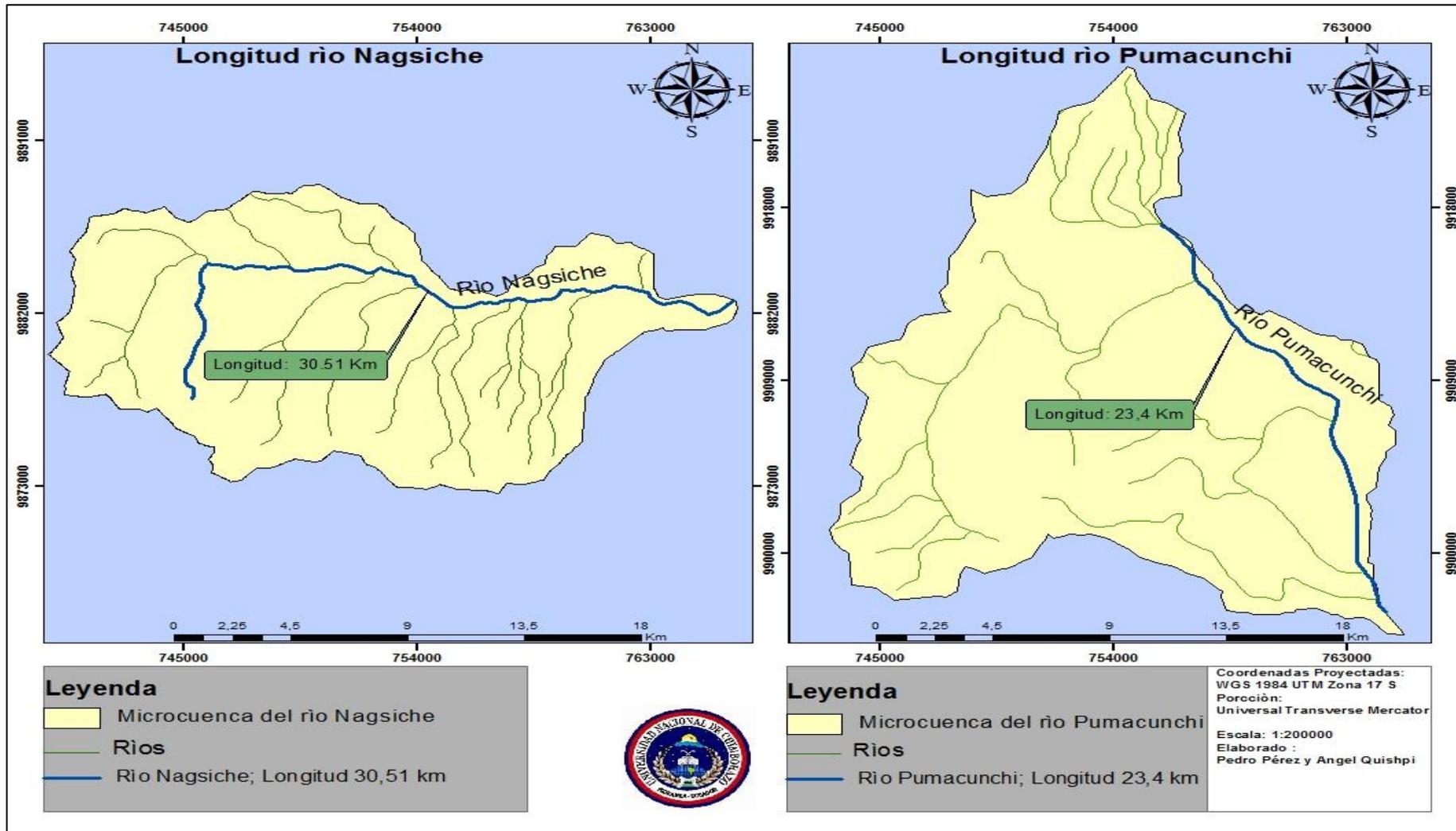
Fuente: Los Tesistas.



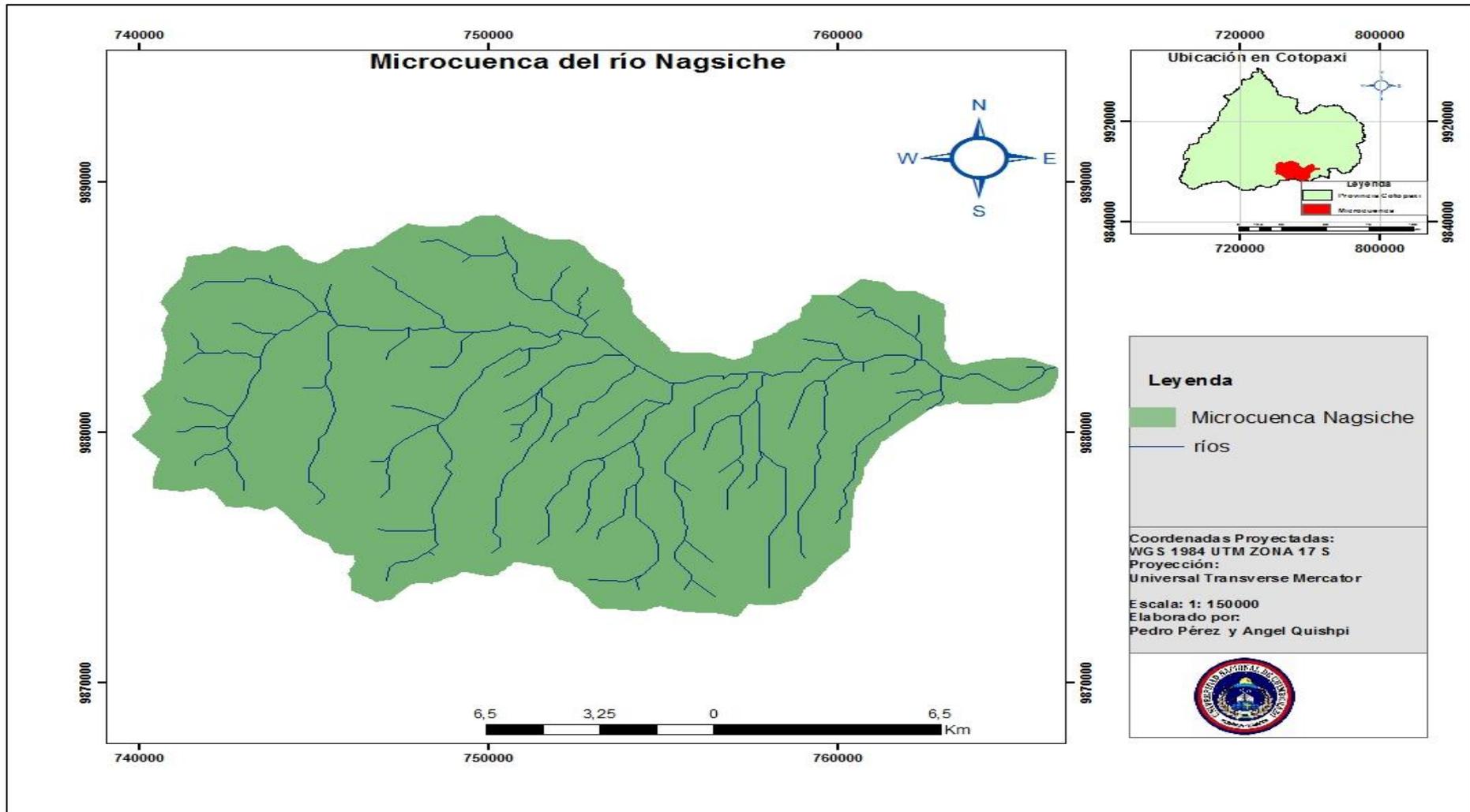
Fuente: Los Tesistas.



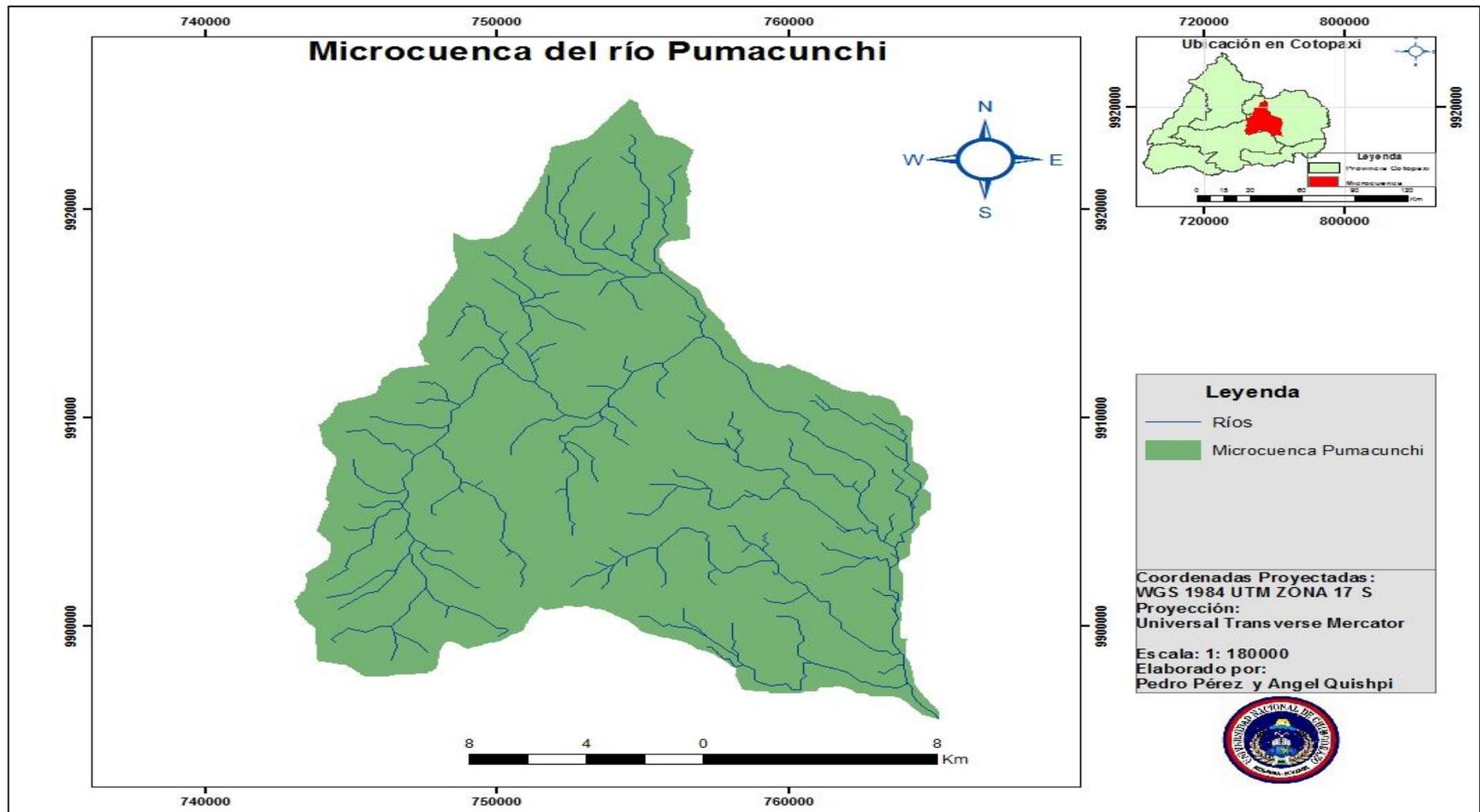
Fuente: Los Tesistas.



Fuente: Los Tesistas.



Fuente: Los Tesistas.



Fuente: Los Tesistas.

## ANEXO 8. FICHAS DE CAMPO

Topografía		Económico		Ocupación del suelo	
Pendiente ( )	Clase baja ( )	Cultivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Pastizales	<input checked="" type="checkbox"/>
Relieve ( )	Clase media <input checked="" type="checkbox"/>	Bosques	<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas urbanas	( )
Irregularidad terreno <input checked="" type="checkbox"/>	Clase alta ( )	Otros	( )		

Fuentes puntuales		Fuentes no puntuales	
Domesticas <input checked="" type="checkbox"/>	Industriales ( )	Monocultivos (Agropecuarios) ( )	Ganadería <input checked="" type="checkbox"/>
Otros <i>Explotación material Pehuo.</i>		Otros	

<b>RESPONSABLE CESA:</b> ING. MARCIA CHANCUSIG		<b>TESISTAS:</b> PEDRO PEREZ <i>[Signature]</i> ANGEL QUISHPI <i>[Signature]</i>	
--	--	--	--



MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO. MATRIZ DE CAMPO

MICROCUENCA: <u>Pamocunchi</u>	CANTÓN: <u>Taboanga</u>	LATITUD: <u>763906</u>	LONGITUD: <u>9897839</u>	ALTITUD: <u>2790</u>
LUGAR DE MUESTREO: <u>Via a San Juan. (Ponte.)</u>			FECHA: <u>22/ enero 2016</u>	HORA: <u>12:00</u>

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Topografía	Económico	Ocupación del suelo
Pendiente ( )	Clase baja <input checked="" type="checkbox"/>	Cultivo ( )
Relieve ( )	Clase media <input checked="" type="checkbox"/>	Pastizales ( )
Irregularidad terreno ( )	Clase alta ( )	Bosques ( )
		Zonas urbanas <input checked="" type="checkbox"/>
		Otros ( )

Tipos de fuentes contaminantes

Fuentes puntuales	Fuentes no puntuales
Domesticas <input checked="" type="checkbox"/>	Monocultivos (Agropecuarios) ( )
Industriales <input checked="" type="checkbox"/>	Ganadería ( )
Otros	Otros <u>Pastoreo orillo rio.</u>
RESPONSABLE CESA: ING. MARCIA CHANCUSIG	TESISTAS: PEDRO PEREZ  ANGEL QUISHPI



**MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO. MATRIZ DE CAMPO**

MICROCUENCA: Nagsigche.	CANTÓN: Sabido.	LATITUD: 754724	LONGITUD: 9874655	ALTITUD: 3808
LUGAR DE MUESTREO: Verde Pamba - Lactahuvico.			FECHA: 20 enero 2016.	HORA: 11:36.

**DESCRIPCIÓN DEL SITIO**

Topografía	Económico	Ocupación del suelo
Pendiente (✓) 30°	Clase baja (✓)	Cultivo ( )
Relieve ( )	Clase media ( )	Pastizales ( )
Irregularidad terreno (✓)	Clase alta ( )	Bosques ( )
		Zonas urbanas ( )
		Otros ( ) Paramo (roja, pastizales)

**Tipos de fuentes contaminantes**

Fuentes puntuales	Fuentes no puntuales
Domesticas ( )	Monocultivos (Agropecuarios) ( )
Industriales ( )	Ganadería (✓) Aire libre
Otros	Otros
RESPONSABLE CESA: ING. MARCIA CHANCUSIG	TESISTAS: PEDRO PEREZ [Signature] ANGEL QUISHPI [Signature]



MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO. MATRIZ DE CAMPO

MICROCUEENCA: <u>Nagsigchi</u>	CANTÓN: <u>Pajili - Salcedo</u>	LATITUD: <u>751768</u>	LONGITUD: <u>9883713</u>	ALTITUD: <u>3259</u>
LUGAR DE MUESTREO: <u>Manahurce</u>			FECHA: <u>19/enero/2016</u>	HORA: <u>10:47</u>

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Topografía	Económico	Ocupación del suelo
Pendiente <input checked="" type="checkbox"/>	Clase baja <input checked="" type="checkbox"/>	Cultivo ( )
Relieve ( )	Clase media ( )	Pastizales ( )
Irregularidad terreno ( )	Clase alta ( )	Bosques ( )
		Zonas urbanas ( )
		Otros <input checked="" type="checkbox"/> <u>Presencia de orbos fos</u>

Tipos de fuentes contaminantes

Fuentes puntuales	Fuentes no puntuales
Domesticas ( )	Monocultivos (Agropecuarios) ( )
Industriales ( )	Ganadería ( )
Otros	Otros <u>Pastoreo</u>
RESPONSABLE CESA: ING. MARCIA CHANCUSIG	TESISTAS: PEDRO PEREZ  ANGEL QUISHPI 



**MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO. MATRIZ DE CAMPO**

MICROCUCIENCA: <i>Nagraigche.</i>	CANTÓN: <i>Salcedo</i>	LATITUD: <i>766 267</i>	LONGITUD: <i>98 82 631</i>	ALTITUD: <i>2610.</i>
LUGAR DE MUESTREO: <i>Panzaleo.</i>			FECHA: <i>19 enero / 2016</i>	HORA: <i>4:15 pm.</i>

**DESCRIPCIÓN DEL SITIO**

Topografía	Económico	Ocupación del suelo
Pendiente <input checked="" type="checkbox"/> <i>30°</i>	Clase baja <input type="checkbox"/>	Cultivo <input type="checkbox"/>
Relieve <input type="checkbox"/>	Clase media <input checked="" type="checkbox"/>	Pastizales <input type="checkbox"/>
Irregularidad terreno <input checked="" type="checkbox"/>	Clase alta <input type="checkbox"/>	Bosques <input checked="" type="checkbox"/>
		Zonas urbanas <input type="checkbox"/>
		Otros <input type="checkbox"/> <i>Viviendas dispersas.</i>

**Tipos de fuentes contaminantes**

Fuentes puntuales	Fuentes no puntuales
Domesticas <input type="checkbox"/>	Monocultivos (Agropecuarios) <input checked="" type="checkbox"/>
Industriales <input type="checkbox"/>	Ganadería <input type="checkbox"/>
Otros	Otros
<b>RESPONSABLE CESA: ING. MARCIA CHANCUSIG</b>	TESISTAS: PEDRO PEREZ <i>[Signature]</i> ANGEL QUISHPI <i>[Signature]</i>



MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO. MATRIZ DE CAMPO

MICROCUENCA: Pamocunchi CANTÓN: Latacunga LATITUD: 763574 LONGITUD: 9900386 ALTITUD: 2815  
LUGAR DE MUESTREO: Sector Colero FECHA 22 enero/2016 HORA 11:45 am

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Topografía	Económico	Ocupación del suelo
Pendiente <input checked="" type="checkbox"/> 10°	Clase baja <input checked="" type="checkbox"/>	Cultivo ( )
Relieve ( )	Clase media <input checked="" type="checkbox"/>	Pastizales <input checked="" type="checkbox"/>
Irregularidad terreno ( )	Clase alta ( )	Bosques ( )
		Zonas urbanas <input checked="" type="checkbox"/>
		Otros ( )

Tipos de fuentes contaminantes

Fuentes puntuales	Fuentes no puntuales
Domesticas <input checked="" type="checkbox"/>	Monocultivos (Agropecuarios) ( )
Industriales ( )	Ganadería <input checked="" type="checkbox"/>
Otros	Otros
RESPONSABLE CESA: ING. MARCIA CHANCUSIG	TESISTAS: PEDRO PEREZ  ANGEL QUISHPI 



**MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO. MATRIZ DE CAMPO**

MICROCUENCA : <i>Nagsigche</i>	CANTÓN: <i>Pujilí</i>	LATITUD: <i>756691</i>	LONGITUD: <i>9882111</i>	ALTITUD: <i>2972.</i>
LUGAR DE MUESTREO: <i>Puente California</i>			FECHA <i>19 enero 2016.</i>	HORA <i>14:52.</i>

**DESCRIPCIÓN DEL SITIO**

Topografía	Económico	Ocupación del suelo
Pendiente <input checked="" type="checkbox"/>	Clase baja <input checked="" type="checkbox"/>	Cultivo <input checked="" type="checkbox"/>
Relieve ( )	Clase media ( )	Pastizales ( )
Irregularidad terreno ( )	Clase alta ( )	Bosques <input checked="" type="checkbox"/>
		Zonas urbanas ( )
		Otros ( )

**Tipos de fuentes contaminantes**

Fuentes puntuales	Fuentes no puntuales
Domesticas <input checked="" type="checkbox"/>	Monocultivos (Agropecuarios) ( )
Industriales ( )	Ganadería <input checked="" type="checkbox"/>
Otros	Otros

**RESPONSABLE CESA:** ING. MARCIA CHANCUSIG

**TESISTAS:** PEDRO PEREZ *dep* ANGEL QUISHPI *QASHPI*



**MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO. MATRIZ DE CAMPO**

MICROCUEENCA: <i>Pomonauchi</i>	CANTÓN: <i>Squisiló</i>	LATITUD: <i>756991</i>	LONGITUD: <i>9913931</i>	ALTITUD: <i>3113</i>
LUGAR DE MUESTREO: <i>Unión Río negro y Blanco Toacaso</i>			FECHA: <i>20 enero /2016</i>	HORA: <i>14:50</i>

**DESCRIPCIÓN DEL SITIO**

Topografía	Económico	Ocupación del suelo
Pendiente (✓) <i>40%</i>	Clase baja (✓)	Cultivo (✓)
Relieve ( )	Clase media ( )	Pastizales (✓)
Irregularidad terreno (✓)	Clase alta ( )	Bosques (✓) <i>Eucalipto</i>
		Zonas urbanas ( )
		Otros ( )

**Tipos de fuentes contaminantes**

Fuentes puntuales	Fuentes no puntuales
Domesticas (✓)	Monocultivos (Agropecuarios) (✓) <i>Floras</i>
Industriales ( )	Ganadería (✓)
Otros	Otros
RESPONSABLE CESA: ING. MARCIA CHANCUSIG	TESISTAS: PEDRO PEREZ <i>[Signature]</i> ANGEL QUISHPI <i>[Signature]</i>



MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y PUNTOS DE MUESTREO. MATRIZ DE CAMPO

MICROCUENCA : Pumacunchi	CANTÓN: Saquisilí	LATITUD: 759,173	LONGITUD: 9916849	ALTITUD: 3405
LUGAR DE MUESTREO: Rio Amaille Pukohuyco			FECHA 14 / Enero / 2016	HORA 13:00

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Topografía	Económico	Ocupación del suelo
Pendiente (✓) 50% .	Clase baja (✓)	Cultivo (✓)
Relieve ( )	Clase media ( )	Pastizales (✓)
Irregularidad terreno ( )	Clase alta ( )	Bosques ( )
		Zonas urbanas ( )
		Otros ( )

Tipos de fuentes contaminantes

Fuentes puntuales	Fuentes no puntuales
Domesticas (✓)	Monocultivos (Agropecuarios) (✓)
Industriales ( )	Ganadería (✓)
Otros	Otros
RESPONSABLE CESA: ING. MARCIA CHANCUSIG	TESISTAS: PEDRO PEREZ (✓) ANGEL QUISHPI (✓)

# ANEXO 9. FICHAS DEL LABORATORIO



## LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

### INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis UNACH

**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz(Riobamba)

**FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO

**TELÉFONO:** 0983890307

**FECHA DE INFORME:** 30-06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de río

**IDENTIFICACIÓN:** Puente Calera (Pumacunchi)

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	981	1292,3	1392	1461	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> - E mod.	33,80	10,30	184,1	14,4	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	1,55	1,64	1,86	1,35	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	783,00	1013,00	941	956	+/- 6 %
* DBO5	mg O <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210 - B	4,80	5,00	4,09	3,00	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	7,24	8,23	7,56	7,63	+/- 0,08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	420,00	240,00	260	140	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	86,00	11,88	13,58	14,64	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	17,00	20,70	17,00	16,00	N/A
Oxígeno Disuelto	% % Saturacion	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	80,10	75,60	77,40	83,90	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21<sup>o</sup> EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21<sup>o</sup> EDICIÓN

Dr. Juan Carlos Lara R.  
TÉCNICO L.S.A.

Tesisista: Pedro Pérez  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Tesisista: Angel Quishpi  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



## LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

### INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi **INFORME N°:** 020 – 15  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis UNACH **N° SE:** 020 – 15  
**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz(Riobamba)  
**TELÉFONO:** 0983890307 **FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO  
**FECHA DE INFORME:** 30- 06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4 **TIPO DE MUESTRA:** Agua de rio  
**IDENTIFICACIÓN:** Panzaleo ( Nagsiche)  
 El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	218,1	213,9	151,8	199,6	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> - E mod.	12,00	34,40	30,8	10	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	0,25	0,87	0,78	0,68	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	181,20	190,90	107,1	138,4	+/- 6 %
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	3,60	2,60	1,42	1,12	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	6,90	8,34	7,84	8,22	+/- 0,08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	5,00	5,00	19	3	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	7,45	11,38	17,68	42	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	16,80	15,70	13,30	13,80	N/A
Oxígeno Disuelto	% Saturacion	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	99,00	102,30	101,30	102,40	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN

Dr. Juan Carlos Lara R.  
 TÉCNICO L.S.A.

Tesisista: Pedro Pérez  
 RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Tesisista: Angel Quishpi  
 RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis UNACH

**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz(Riobamba)

**FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO

**TELÉFONO:** 0983890307

**FECHA DE INFORME:** 30-06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de río

**IDENTIFICACIÓN:** Puente VSRL (Pumacunchi)

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	931	1370	1545	1589	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> - E mod.	25,90	20,30	144,6	10,5	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	1,36	1,61	1,94	1,85	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	815,00	1073,00	1027	1060	+/- 6 %
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	9,80	9,40	4,52	4,83	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	7,29	7,94	7,52	7,86	+/- 0,08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	500,00	260,00	400	360	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	93,00	19,49	18,55	15,61	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	17,40	22,60	17,40	17,50	N/A
Oxígeno Disuelto	% Saturacion	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	83,80	78,00	73,30	79,50	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN

Dr. Juan Carlos Lara R.  
TECNICO L.S.A.

Testista: Pedro Pérez  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Testista: Ángel Quishpi  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).  
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis

**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz (Riobamba)

**FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO

**TELÉFONO:** 0983890307

**FECHA DE INFORME:** 30-06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de río

**IDENTIFICACIÓN:** Puente California (Nagsiche)

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	134,8	131,1	100,7	110,9	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> - E mod.	32,40	11,40	14,8	10,2	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	0,43	0,57	0,75	0,44	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	114,00	117,90	69,3	74,5	+/- 6 %
* DBO5	mg O <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210 - B	12,00	14,00	1,63	1,96	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	7,27	8,66	7,63	8,15	+/- 0,08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	1,00	1,00	20	1	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	5,93	6,96	21,72	17,7	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	14,40	14,00	10,80	12,00	N/A
Oxígeno Disuelto	% Saturacion	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	100,10	100,10	101,80	104,90	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN

Dr. Juan Carlos Lara R.  
**TÉCNICO L.S.A.**

Testista: Pedro Pérez  
**RESPONSABLE DEL ANÁLISIS**

Testista: Angel Quishpi  
**RESPONSABLE DEL ANÁLISIS**

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).  
 - Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



## LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

### INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis UNACH

**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz(Riobamba)

**FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO

**TELÉFONO:** 0983890307

**FECHA DE INFORME:** 30-06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de río

**IDENTIFICACIÓN:** Yanaurcu (Pujili-Nagsiche)

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

#### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	119,3	127,4	108,1	137,5	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> -E mod.	7,60	25,40	28,4	6,8	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	0,21	0,37	0,72	0,25	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	103,50	122,70	74,6	93,8	+/- 6 %
* DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210 - B	3,60	4,70	1,62	1,59	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	7,26	8,47	7,65	8,23	+/- 0,08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	1,00	1,00	9	1	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	2,83	8,20	43,55	8,38	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	12,60	13,20	10,10	11,50	N/A
Oxígeno Disuelto	% Saturación	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	98,80	104,00	100,80	102,90	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21<sup>ª</sup> EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21<sup>ª</sup> EDICIÓN

Dr. Juan Carlos Lara R.  
TECNICO L.S.A.

Tesisista: Pedro Pérez  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Tesisista: Ángel Quishpi  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).  
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis UNACH

**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz(Riobamba)

**FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO

**TELÉFONO:** 0983890307

**FECHA DE INFORME:** 30-06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de río

**IDENTIFICACIÓN:** Toacaso (río Blanco-Pumacunchi)

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	434	415	406	472	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> - E mod.	12,80	8,20	30,4	15,6	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	0,57	0,67	0,67	1,63	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	382,00	360,00	284	336	+/- 6 %
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1,80	1,90	1,14	0,70	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	7,39	8,28	8,11	8,45	+/- 0.08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	20,00	7,00	6	12	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	23,45	14,99	28,19	25,62	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	15,10	17,80	13,20	17,00	N/A
Oxígeno Disuelto	% Saturacion	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	99,50	101,70	92,40	102,30	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21<sup>o</sup> EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21<sup>o</sup> EDICIÓN

Dr. Juan Carlos Lara R.  
TÉCNICO L.S.A.

Tesisista: Pedro Pérez  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Tesisista: Ángel Quishpi  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).  
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis UNACH

**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz(Riobamba)

**FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO

**TÉLEFONO:** 0983890307

**FECHA DE INFORME:** 30-06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de río

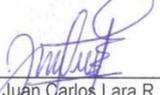
**IDENTIFICACIÓN:** Verde Pamba (Nagasiche)

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	46,6	41,3	43,5	33,2	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> - E mod.	23,70	17,80	15	13,7	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	0,24	0,17	0,57	0,44	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	38,70	35,90	28,7	23,1	+/- 6 %
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1,30	1,10	0,92	1,34	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	7,48	8,82	7,47	9,1	+/- 0,08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	21,00	11,00	8	2	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	17,37	8,94	12,22	72	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	12,10	15,80	9,8	9,50	N/A
Oxígeno Disuelto	% Saturacion	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	99,00	100,80	101,10	105,30	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN

  
Dr. Juan Carlos Lara R.  
TECNICO L.S.A.

  
Tesisista: Pedro Pérez  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

  
Tesisista: Angel Quishpi  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis UNACH

**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz(Riobamba)

**FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO

**TELÉFONO:** 0983890307

**FECHA DE INFORME:** 30-06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de río

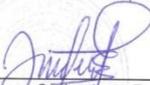
**IDENTIFICACIÓN:** Hacienda la Playa (Nagsiche)

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	129,3	129,3	107,8	131,6	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> - E mod.	38,00	27,60	16,2	11,6	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	0,53	1,35	4,33	0,52	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	118,80	111,30	75,5	3,7	+/- 6 %
* DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210 - B	2,40	2,40	1,55	1,51	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	7,24	8,52	7,51	8,1	+/- 0,08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	2,00	40,00	7	12	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	5,37	51,00	16,54	32	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	15,20	15,30	12,40	12,40	N/A
Oxígeno Disuelto	% Saturacion	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	99,90	100,80	102,60	106,10	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN

  
Dr. Juan Carlos Lara R.  
TÉCNICO L.S.A.

  
Tesisista: Pedro Pérez  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

  
Tesisista: Angel Quishpi  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).  
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



## LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

### INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis UNACH

**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz(Riobamba)

**FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO

**TELÉFONO:** 0983890307

**FECHA DE INFORME:** 30-06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de río

**IDENTIFICACIÓN:** Panamericana (Pumacunchi)

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

#### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	961	1135	1170	1386	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> - E mod.	2,50	10,50	44,5	12,7	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	1,02	1,37	1,1	1,74	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	810,00	910,00	793	938	+/- 6 %
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	5,90	6,20	4,19	4,22	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	6,77	8,12	7,55	7,97	+/- 0,08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	280,00	200,00	220	240	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	38,15	10,95	7,6	41	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	16,90	20,00	15,80	15,10	N/A
Oxígeno Disuelto	% Saturacion	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	80,90	70,90	69,70	71,20	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN

Dr. Juan Carlos Lara R.  
TECNICO L.S.A.

Tesisista: Pedro Pérez  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Tesisista: Angel Quishpi  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).  
-Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Pedro Pérez; Angel Quishpi

**EMPRESA:** Proyecto de Tesis UNACH

**DIRECCIÓN:** Coop. Manuelita Sáenz(Riobamba)

**FECHA DE RECEPCIÓN:** MAYO Y JUNIO

**TELÉFONO:** 0983890307

**FECHA DE INFORME:** 30-06-2016

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 4

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de río

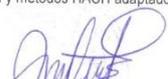
**IDENTIFICACIÓN:** Puka Guayco (Río Amarillo-Pumacunchi)

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

### RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	13 /05/2016	19 /05/2016	23/06/2016	30 /06/2016	U(K=2)
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	488	552	711	732	+/- 8 %
* Nitratos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 NO <sub>3</sub> - E mod.	21,60	53,30	25,8	14,2	N/A
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	1,13	1,69	2,73	2,57	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	PE-LSA-04	460,00	528,00	495	512	+/- 6 %
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1,20	1,00	1,24	0,68	N/A
pH	[H <sup>+</sup> ]	PE-LSA-01	7,52	8,18	7,97	8,16	+/- 0,08
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	3,00	1,00	12	1	N/A
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	54,00	25,90	63	49	N/A
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	12,10	13,00	11,40	12,70	N/A
Oxígeno Disuelto	% Saturacion	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	97,20	100,80	93,20	102,90	N/A

**MÉTODOS UTILIZADOS:** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN

  
Dr. Juan Carlos Lara R.  
TÉCNICO L.S.A.

  
Tesista: Pedro Pérez  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

  
Tesista: Angel Quishpi  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestr(a)s analizad(a)s.  
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.