



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

**EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO INTAG-
CANTÓN COTACACHI, UTILIZANDO MACROINVERTEBRADOS COMO
BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUAS.**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea 3: Conservación de la Biodiversidad

Sublínea: Estudio, Conservación y manejo de la biodiversidad

AUTOR: Navarrete Cerón Omar Santiago

ASESOR: MSc. Tito Mendoza

IBARRA, ENERO – 2020



Ibarra, 22 de octubre de 2019

MSc. Tito Mendoza

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final parcial, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes, también informo que el estudiante no ha podido concluir sus objetivos requeridos en la materia de Titulación 2, por motivos del temporal climático en la zona de investigación, el cual es muy fuerte, y por mantener la integridad física del investigador, no se ha realizado la iniciación de la investigación.

(f)

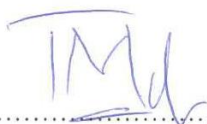
MSc. Tito Mendoza

C.C.: 100280229-4



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-SI):

(f): 

MSc. Tito Jorge Mendoza Cadena (Asesor)

C.C.: 100280229-4

(f): 

MSc. Paola Chávez

C.C.: 100274409-0

(f): 

PhD. Rubén del Toro Déniz (Lector)

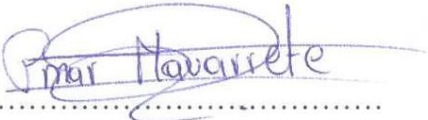
C.C.: 175754447-1



ACTA CESIÓN DE DERECHOS

Yo Omar Santiago Navarrete Cerón declaro conocer y aceptar la disposición del Art.66 del Instructivo de Trabajo de Grado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI), que en su parte pertinente manifiesta textualmente: “Forman parte del patrimonio de la universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la universidad”.

Ibarra, 22 de octubre del 2019

(f): 

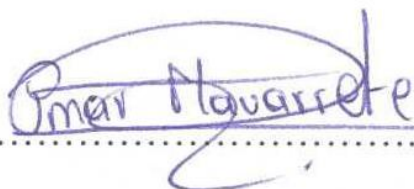
Omar Santiago Navarrete Cerón

C.I. 1003628490



AUTORÍA

Yo, Omar Santiago Navarrete Cerón, portadora de la cedula de ciudadanía N.º 1003628490, declaro que la presente investigación es totalmente responsabilidad del autor, y que en la misma se ha respetado las diferentes fuentes de información con las referencias respectivas.

(f): A handwritten signature in blue ink, reading 'Omar Navarrete', is written over a horizontal dotted line. The signature is enclosed in a blue oval.

Omar Santiago Navarrete Cerón

C.I. 1003628490



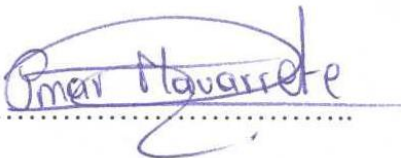
DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: Omar Santiago Navarrete Cerón, con CC: 1003628490, autor del trabajo de grado intitulado: “EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO INTAG- CANTÓN COTACACHI, UTILIZANDO MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUAS.”, previo a la obtención del título profesional de Ingeniero en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 22 de octubre de 2019

(f): 

Omar Santiago Navarrete Cerón

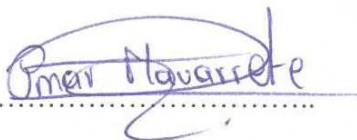
C.C. 1003628490



DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación del Proyecto de Titulación: **“EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO INTAG- CANTÓN COTACACHI, UTILIZANDO MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUAS.”** lo propuesto en el Código de Ética de la Investigación y el Aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de enero de 2018.

Ibarra, 22 de octubre de 2019

(f): 

Omar Santiago Navarrete Cerón

C.C. 1003628490

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente estudio a Dios, mi familia entera y el gran apoyo que todos los docentes me han brindado, sin duda estar bendecido de tener a lado a gente tan grandiosa y maravillosa es un gran detalle de la vida conmigo.

A mis queridos padres Conchita Cerón y Gilmer Navarrete, mis hermanos Johanna Navarrete y Darwin Navarrete, todos ellos han sido un pilar fundamental y mi mayor apoyo en mi vida, quiero dedicarles este trabajo en especial a mi papá y mamá que han luchado por siempre sacarnos adelante y darnos lo mejor, con valores con buenos consejos los admiro y los quiero muchísimo.

Junto a mis hermanos mis seres más queridos he podido concluir todo este trayecto de mi corta existencia, gracias por ese apoyo incondicional que me ofrecen a pesar de mis errores siempre están ahí pendientes de mis pasos diarios. Ustedes son mi mayor capital en este mundo, he tenido la oportunidad de ganar experiencia y valores con los momentos de aprendizaje que siempre tengo con vosotros.

Le doy gracias a Dios por darme el honor de nacer, crecer y madurar en estas hermosas familias, y por darme la oportunidad de conocer grandes amigos como los que me quedaron de esta hermosa universidad.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer a Dios por darme una familia maravillosa, la que me inculca buenos valores todos los días, pienso que de ella he recibido más de los que podría devolver, mis padres Gilmer Navarrete y Conchita Cerón han dedicado su mayor esfuerzo para darme los estudios y que yo pueda ser un mejor ser humano, y consiga un objetivo en la vida.

A todo los profesores que he tenido la oportunidad de escuchar y aprender de sus conocimientos, experiencias y valores, han sido muy positivo no solo para mi sino para todos mis compañeros y amigos de carrera.

Al MSc. Tito Mendoza, gracias por sus correcciones y observaciones, su cálida de ser humano y ayudarme a culminar esta investigación.

A la MSc. Paola Chávez, gracias por ayudarme y darme un poco de su valioso tiempo y mostrarme las pautas, la manera de cómo realizar todo este proyecto.

A la Dra. Moraima Mera, gracias por darme su ayuda y su apoyo, dándose un tiempo sin tener la responsabilidad de hacerlo, para ayudarme a concluir todo este proceso.

Todos ellos son unos de los mejores docentes que he tenido la oportunidad de conocer, no solo son grandes docentes si no son grandes seres humanos que siempre están pendientes de sus estudiantes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos.....	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Hipótesis.....	2
CAPÍTULO II	3
2. ESTADO DEL ARTE.....	3
2.1 Diversidad.....	3
2.2 Macroinvertebrados.....	3
2.2.1 Biología de macroinvertebrados en sistemas de agua dulce	4
2.2.2 Hábitat	5
2.2.3 Locomoción.....	6
2.2.4 Alimentación	6
2.3 Importancia de la diversidad de macroinvertebrados	7
2.4 Efectos de la actividad antropogénica en los ríos	7
2.4.1 Turismo y Ecoturismo.....	8
2.4.2 Agricultura	9
2.4.3 Descargas de aguas residuales	9
2.4.4 Manejo de los residuos sólidos	10
2.5 Parámetros físico químicos	10
2.5.1 Potencial de hidrógeno (pH).....	10
2.5.2 Temperatura.....	11

2.5.3	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	11
2.5.4	Sólidos Disueltos Totales	11
2.5.5	Turbidez.....	11
2.5.6	Oxígeno disuelto.....	12
2.5.7	Coliformes totales.....	12
2.5.8	Nitratos	12
2.5.9	Fosfatos.....	13
2.6	Índices ambientales	13
2.6.1	Índice de Calidad de Agua (ICA).....	13
2.6.2	Índice ABI	14
2.6.3	Índice de Calidad de Ribera Andino QBR-and	15
2.6.4	Índice de Calidad de Hábitat Fluvial IHF.....	16
2.6.5	Calidad Ecológica de Ríos Alto Andino ECOSTRIAND.....	17
2.7	Marco legal	17
CAPÍTULO III.....		19
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1	Ubicación del área de estudio	19
3.2	Materiales, equipos e insumos	21
3.2.1.	Materiales de campo	21
3.2.2	Insumos y Equipos de laboratorio.....	21
3.3	Recolección e identificación de macroinvertebrados.....	22
3.4	Aplicación del Índice IHF	22
3.5	Aplicación del Índice de Calidad de Vegetación Ribera Andino QBR-and	23
3.6	Aplicación del índice ECOSTRIAND	24
3.7	Parámetros físicos y Químicos para el índice ICA	24
3.7.1	Recolección de muestras	24

3.7.2. Nitratos.....	24
3.7.3. Fosfatos	25
3.7.4. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅).....	25
3.7.5. Sólidos totales disueltos	25
3.7.6. Coliformes fecales.....	26
3.7.7 Potencial de Hidrogeno pH	26
3.7.8 Turbidez	26
3.7.9 Oxígeno Disuelto	26
CAPÍTULO IV	27
4. Resultados	27
4.1 Composición y diversidad poblacional	27
4.2. Órdenes con mayor abundancia.....	29
4.3 Caracterización fisicoquímica Índice ICA	33
4.3.1 Índice ICA	34
4.4 Índice Biótico Andino ABI	35
4.5 Índice de Calidad de Vegetación de Ribera Andina (QBR-And)	37
4.6 Índice de Hábitat Fluvial (IHF).....	39
4.7 ECOSTRIAND	40
4.8 Plan de manejo con estrategias para la conservación actual	42
4.8.1 Plan de manejo ambiental.....	43
CAPÍTULO V.....	60
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 Conclusiones	60
5.2 Recomendaciones.....	62
6. Referencias.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valoración relativa para cada parámetro del “ICA”	14
Tabla 2. Estado ecológico según el índice ICA-NSF	14
Tabla 3. Clases de estados ecológicos según el ABI para Ecuador	15
Tabla 4. Clases de estados ecológicos según el Índice QBR-AND	16
Tabla 5. Clases de Estados Ecológicos según el índice IHF	16
Tabla 6. Clases de estados ecológicos según el ECOSTRIAND	17
Tabla 7. Medición del tramo y ruta del río a evaluar	19
Tabla 8. Diversidad, Dominancia, Riqueza y Equidad	31
Tabla 9. Abundancia total de macroinvertebrados por puntos de muestreo	32
Tabla 10. Parámetros evaluados en el río Intag	33
Tabla 11. Estado ecológico de los puntos de muestreo con el Índice Biológico Andino	36
Tabla 12. Niveles de calidad en los puntos de evaluación según el Índice de Calidad de Vegetación de Rivera	37
Tabla 13. Niveles de calidad ecológica, de los puntos evaluados por el Índice de Hábitat Fluvial	39
Tabla 14. Niveles de calidad, de los puntos evaluados por el índice ECOSTRIAND	40
Tabla 15: Plan de Prevención y Mitigación de impactos (PPM)	43
Tabla 16: Plan de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos (PMDSL)	50
Tabla 17: Plan de Capacitación y Relaciones Comunitarias (PCRC)	52
Tabla 18: Plan de Monitoreo y Seguimiento (PMS)	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del tramo evaluado en la cuenca del rio Intag	20
Figura 2. Abundancia total de individuos con respecto a cada familia de macroinvertebrados	27
Figura 3. Abundancia de órdenes por número de familias encontradas	29
Figura 4. Porcentajes de abundancia de los Órdenes encontrados en la cuenca.....	30
Figura 5. Nivel de calidad de los diferentes puntos evaluado según el índice ICA.....	34
Figura 6. Estado ecológico de los puntos de evaluados en el rio Intag	35
Figura 9. Mapa de delimitación de la franja de protección estricta para ribera en la cuenca hídrica.....	46
Figura 10. Mapa con puntos de intervención inminente.....	49
Figura 11. Impacto de la Investigación.....	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Índice de abreviatura	71
Anexo 2: Registro de Fotografías de los Puntos de Muestreo	72
Anexo 3: Recolección de macroinvertebrados	73
Anexo 4: Macroinvertebrados acuáticos.....	74
Anexo 5. Distribución espacial de las estaciones de muestreo para los índices.....	81
Anexo 6. Presiones evidenciada	82
Anexo 7. Tablas utilizadas para evaluar los índices ambientales	83
Anexo 8. Identificación de macroinvertebrados en laboratorio.....	88
Anexo 9. Análisis de muestras en laboratorio	88
Anexo 10. Registro fotográfico socialización.....	89
Anexo 11. Registro de encuesta y asistencia socialización	90

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la comunidad de Nangulví Bajo, parroquia Peñaherrera del cantón Cotacachi, con el fin evaluar el estado ecológico del tramo del río Intag, utilizando el monitoreo de macroinvertebrados. En el estudio se recolectaron 2919 individuos, los órdenes más representativos fueron Trichoptera 19%, Ephemeroptera 16%, Hemíptera 16%, Odonata 13%. A nivel de familia las especies se consolidaron en Gomphidae con él 30%, Perlidae 15%, Veliidae 10% y Naucoridae 7%. Los muestreos obtenidos permitieron calcular el Índice Biótico Andino (ABI) el cual resultó “muy bueno” (124 a 144) en todos los puntos evaluados; el índice de Hábitat Fluvial (IHF) resultó un estado entre “Regular” y “Bueno” (7.0 y 8.5); Índice de Calidad de Vegetación de Rivera Andino (QBR-and) obtuvo mala “Mala Calidad” (40) y “Buena Calidad (80), aunque en algunos índices se obtuvo puntuaciones de “Mala Cálida” y “Regular” la composición poblacional no se ve afectado en gran medida ya que este mismo alberga una alta diversidad de población de macroinvertebrados, y es un buena hábitat para el desarrollo de comunidades biológicas, esto nos verifica el índice ECOSTRIAND dando un buen estado ecológico del tramo fluvial evaluado, llegando a concluir con esta evaluación que el tramo fluvial del río Intag evaluado posee una recuperación favorable a las presiones antropogénicas ejercidas en la mismas, debido a que actualmente hay normas que restringen la generación de actividades aledañas a las cuenca hídricas, esto ha logrado conseguir de alguna manera la conservación de red hídrica, de esta manera es recomendable seguir creando normas, leyes, y seguir generando el levantamiento de información que nos ayuden a conservar todos los recursos ambientales que nos brinda nuestro entorno para tener un hábitat favorable para el desarrollo de la vida no solo de flora y fauna, si no para el desarrollo de la vida del ser humano mismo.

Palabras clave: Macroinvertebrados, Bioindicadores, Estado ecológico, Nangulví

ABSTRACT

This research was carried out in the community of Nangulví Bajo, Peñaherrera parish in the Cotacachi canton, in order to assess the ecological status of the Intag river section, using macroinvertebrate monitoring. The study collected 2919 individuals, the most representative orders were Trichoptera 19%, Ephemeroptera 16%, Hemiptera 16%, Odonata 13%. At the family level, the species were consolidated in Gomphidae with 30%, Perlidae 15%, Veliidae 10% and Naucoridae 7%. The obtained samples allowed to calculate the Andean Biotic Index (ABI) which was “very good” (124 to 144) in all the points evaluated; the Fluvial Habitat Index (IHF) was a state between “Regular” and “Good” (7.0 and 8.5); Rivera Andino Vegetation Quality Index (QBR-and) obtained poor “Bad Quality” (40) and “Good Quality” (80), although in some indices scores of “Bad Warm” and “Regular” were obtained, the population composition did not It is affected to a large extent since it is home to a high diversity of macroinvertebrate population, and it is a good habitat for the development of biological communities. This is verified by the ECOSTRIAND index, giving a good ecological state of the evaluated river section, ending with this evaluation that the river section of the Intag river basin has a favorable recovery to the anthropogenic pressures exerted on it, because there are currently regulations that restrict the generation of activities adjacent to the water basins in the Cotacachi canton, this has given to achieve the conservation of the same watersheds, in this way it is advisable to continue creating norms and laws, to continue generating the lev Antamiento of information that help us conserve all the environmental resources that our environment gives us to have a favorable habitat for the development of life not only of flora and fauna, but also for the development of the life of the human being himself

Keywords: Macroinvertebrates, Bioindicators, Ecological state, Nangulví

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador el uso de productos químicos ha ido aumentando en las zonas rurales desde hace algunos años, contaminantes de desechos de las actividades diarias de los humanos, polución por zonas auríferas, todos estos procesos han estado afectando los recursos hídricos indiscriminadamente, estos efectos son los más comunes. (Aguilar, 2014).

La contaminación de los ríos y quebradas tuvo la votación más alta en la priorización de los problemas ambientales de la parroquia Peñaherrera en las asambleas del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT). La calidad del agua ha disminuido en la zona bajo los centros poblados, los indicios de *E. coli* y el incremento de insectos acuáticos de la familia *Chironomidae* están entre los bioindicadores de la degradación de la calidad del agua. Los efluentes descargados por el Complejo Turístico Nangulví también representan una fuente importante de contaminación al río Intag, y también por las diferentes actividades que se generan cercanas al río, y las descargas de aguas servidas que hacen las casas, y también por las diferentes hosterías cercanas al río. (Córdova, et. al., 2014)

La relación de la calidad ambiental composición de las comunidades de macroinvertebrados, refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos, por ello los métodos de evaluación basados en dichos organismos han sido ampliamente utilizados como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua. Los países líderes pioneros en estos procesos son la Unión Europea y Norte América como menciona Guafin, et. al., 1952, citado en Roldán, 2016.

Los estudios basados en estas metodologías han logrado agrandar el conocimiento del estado ecológico de los ríos y lagos europeos, lo cual sirve de base para lograr una mejora y recuperación de estos ecosistemas en los últimos 20 años. La utilización de los organismos acuáticos como bioindicadores de la calidad de ecosistemas comienza en Europa mediados del XIX, encontraron relación entre ciertas especies y el grado de calidad del agua, en base a estos detalles se fue proponiendo diferentes sistemas, por ejemplo, en Alemania en 1909 propusieron el sistema saprobio, que actualmente es

adaptado en otros países europeos; Patrick (1950) y Guafin y Tarzwell (1952), desarrollan métodos biológicos para evaluar las condiciones ecológicas de las corrientes en Norteamérica, y también proponen a lo macroinvertebrados como indicadores de contaminación.

En Ecuador se ha generado una versión propia del sistema BMWP, que llama ABI (Índice Biótico Andino), y lo que se ha hecho es tener una adaptación de las familias que existe en el Ecuador y darles una ponderación en cuanto a sensibilidad a la contaminación.(Universidad Indoamérica, 2013)

1.1 Objetivos

Objetivo general

Definir el estado de la salud ecológica del río Intag, en el tramo entre el puente de Cristopamba y la hostería la isla, para poder generar un estado de manejo que este necesite actualmente.

Objetivos específicos

- Determinar la composición y diversidad de la población macroinvertebrados en la cuenca del río Intag sector Nangulví.
- Determinar las características físicas y químicas de la cuenca, en los puntos determinados de muestreo.
- Identificar el estado de la salud ecológica del río Intag (sector Nangulví bajo, desde el puente de cristopamba hasta la hostería la Isla).
- Socializar la investigación en la comunidad de Peñaherrera

Hipótesis

¿La salud ecológica del Río Intag es favorable?

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Diversidad

Es la cantidad y la variación biológica de organismos vivos en un hábitat determinado y de los ecosistemas que estos conforman, los cuales son de suma importancia ya que representa el patrimonio biológico común de toda la humanidad, debido a que este es el resultado de la evolución que han tenido todos los organismos a lo largo de los tiempos, y su conservación y análisis permite un equilibrio en los ecosistemas. (Martín Mateo, 1977)

La diversidad biológica está presente en niveles diferentes como son la diversidad genética de especies y de ecosistemas que existen en una determinada región o lugar.

2.2 Macroinvertebrados

Comúnmente los animales tienen una división en vertebrados e invertebrados, científicos estiman que el 97% de todos los animales pertenecen a los invertebrados (Fernández, A., 2009), esto quiere decir que la mayoría de las especies animales son invertebrados y en los ambientes de agua dulce, los invertebrados son el grupo con mayor diversidad, en comparación con los ambientes marinos, los ambientes de agua dulce albergan menos filos de animales, puesto que hay varios filos que solo están en las aguas saladas, y otros filos solo contienen especies marinas, con algunas dulceacuícolas. (Hanson, et. al., 2010)

Se define a los macroinvertebrados acuáticos como aquellos animales que superan un tamaño a 500 μm , en los cuales se puede encontrar una diversidad como, por ejemplo; insectos, miriápodos y crustáceos. De estos el grupo con más variedad o más grande de los macroinvertebrados acuáticos son los insectos, en los ambientes tropicales se han llegado a detectar hasta 70 familias, con 11 órdenes diferentes, en un ecosistema acuático según Behaviour Therapy (1965), estos están ampliamente distribuidos en aguas dulces, dependiendo del tipo de insectos, hay algunos que los estados inmaduros como huevos y larvas, son acuáticos, mientras que ya de adultos suelen ser terrestres, entre los insectos

con fases larvianas acuáticas los más comunes son: efemerópteros, plecópteros, odonatos, hemípteros, coleópteros, tricópteros y dípteros.(Ladrera, 2012)

2.2.1 Biología de macroinvertebrados en sistemas de agua dulce

Grupos de macroinvertebrados que habitan en agua dulce poseen una gama de variedades que pueden incluir diferencias en sus ciclos de vida. Estos grupos permanecen casi todo su ciclo de vida en agua, como, por ejemplo; escarabajos, moluscos, planarias. Por otro lado, hay órdenes insectos Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Megaloptera, Trichoptera, Lepidoptera y Diptera tienen adultos terrestres, y existen otros grupos Dryopidae (Coleoptera) y Nematomorpha, en estados de adultos son acuáticos. (Ramírez, 2010)

El tiempo en que se desarrollan es altamente variado, depende de la especie y los factores ambientales a los que está expuesta, como la temperatura del agua, la disposición de alimento, lo que hace su desarrollo variar desde algunas semanas hasta años, como en los ambientes tropicales, los ciclos pueden ser tiempos como de pocas semanas hasta varios años, en los ambientes de agua dulce los ciclos son por lo general “multivoltinos”, esto quiere decir que se obtiene muchas generaciones al año.(Datta, Talapatra, y Swarnakar, 2016). En este caso usualmente no existe una estacionalidad marcada en la aparición de adultos, como se puede observar en las zonas templadas, donde se puede encontrar mayor cantidad de los ciclos “univoltinos” o “semivoltinos”, con la aparición de una o más generaciones al año, por ejemplo, semivoltinos son la familia Baetidae del orden Ephemeroptera, y univoltinos son la familia Libellulidae del orden Odonata.

Existen grupos que realizan migraciones a lo largo del río, y se puede aseverar que cruzan entre ambientes de agua dulce y salada, como: tipos de especies de crustáceos, decápodos, estos necesitan de ambientes marinos para poder incubar sus larvas, para luego pasar al ambiente dulceacuícola como juveniles. Algunos grupos realizan migraciones a lo largo de los ríos, e incluso entre los ambientes de agua dulce y de mar. Por ejemplo, algunas especies de crustáceos decápodos necesitan del ambiente marino para el desarrollo del estadio larval y migran nuevamente hacia los ríos como juveniles (Hanson, et. al., 2010), y otros realizan migraciones para poder evitar la pérdida poblacional, estas migraciones

son estrategias como; el remo de las hembras adultas para depositar huevos aguas arriba, migración hacia las orillas o al flujo subterráneo como por ejemplo la hacen la familia Gomphidae o Libellulidae.(Rioja, 2012)

2.2.2 Hábitat

Los macroinvertebrados de agua dulce se pueden clasificar de acuerdo a la profundidad del medio acuático, así como también por su manera de moverse. Algunos pueden vivir en la parte superficial del agua (*neuston*), y algunos pueden permanecer en suspensión en la columna de agua (plancton) u otros pueden nadar activamente como son el necton.

Estos invertebrados por lo general no habitan en aguas con corrientes, y pueden llegar a ser muy abundantes y diversos en lagos, y lagunas. Gran porcentaje de los animales dulceacuícolas viven sobre algunos tipos de sustratos, ya sea en la profundidad (bentos) o en la elongación del tallo de las plantas acuáticas, madera, rocas, etc. Por otro lado, hay otra clasificación que se basa en el lugar que se encuentran en la cuenca y su locomoción en el mismo, ya que como conocemos estos viven sobre algún tipo de sustrato.

Según Hanson y Springer de la Escuela biológica de Costa Rica (2010) existen tres tipos de hábitat donde viven los macroinvertebrados de agua dulce, los cuales son; epineuston, están los organismos que pueden vivir sobre la película de agua, algunos organismos como la familia Veliidae del orden Hemiptero, algunos son patinadores y otros se mueven, dando brincos o caminando; Hiponeuston, este hábitat están los organismos que viven debajo de la superficie, porque requieren estar en este sitio por modo de respiración, y estos la mayoría son larvas de zancudos; Plancton, en este hábitat se encuentran organismos que requieren gran cantidad de espacio para mantenerse en la columna de agua y utilizan apéndices para mantenerse en la superficie y no hundirse, se conoce como son los Chaboridae (Diptera), son los únicos.

2.2.3 Locomoción

Según Quiñónez, (2015) los macroinvertebrados tiene algunas formas de movilizarse o de locomoción como son las siguiente:

Buceadores: organismos que toman el oxígeno en la superficie del agua, y para poder conseguir sus alimentos bucean en la columna de agua, lo que es característico en este tipo de individuos es que sus patas traseras son en forma de remos con pelos natatorios (*Dysticidae* y *Hydrophilidae*)

Nadadores: Están permanentemente sumergidos y nadan con movimientos ondulatorios, cuando no nadan pasan anclados a rocas, tallos de plantas acuáticas u otros objetos. Como, por ejemplo, las familias; *Baetidae*, *Isonychiidae*, *Leptophlebiidae* y *Hydrachnidiae*.

Agarradores: Macroinvertebrados que poseen adaptaciones para agarrarse al sustrato en áreas de corriente fuerte, sus cuerpos funcionan con ventosas, uñas largas y fuertes, ganchos abdominales, ventosas en la parte ventral para pegarse al sustrato.

Reptadores: Son organismos que se arrastran en la superficie del sustrato, sobre rocas, sedimento, hojas o madera, en agua de baja corriente, como algunas especies de los órdenes Ephemeropteras, Plecóptera, Odonata.

Trepadores: Se encuentran en las partes que están sumergidas de las plantas acuáticas, aunque estos no son alimento de estos invertebrados, de este tipo son característicos las ninfas de la familia Libellulidae del orden Odonata.

Excavadores: se definen a los macroinvertebrados que se entierran en la arena o sedimentos blanda, por lo que se poseen setas en las partes dorsales de su cuerpo, y tienden a tener cabeza plana y sus patas anteriores están adaptadas para excavar, de este tipo son característicos la familia Gomphidae del orden Odonata.

2.2.4 Alimentación

Según Quiñónez, (2015) el alimento de los animales macroinvertebrados puede ser autóctono (se origina dentro del ecosistema fluvial) o alóctono (se originan en la superficie terrestre), y estos pueden proceder de organismos vivos o materia orgánica en descomposición y pueden ser organismos vivos o materia orgánica en descomposición, derivando las siguientes formas de alimentación:

Herbívoros: este grupo se alimenta de plantas vasculares y algas filamentosas, en esta clase de invertebrados existen algunos tipos como: fragmentadores, minadores, raspadores.

Carnívoros: este tipo de invertebrados son aquellos que se alimentan de otros animales, en este tipo de invertebrados se pueden clasificar como: depredadores, filtradores, parasitoides y parásitos.

Detritívoros: estos animales se alimentan de materia orgánica muerta, y existen tres tipos de clases que son: los fragmentadores, recolectores, filtradores.

2.3 Importancia de la diversidad de macroinvertebrados

Los macroinvertebrados conforman una biodiversidad acuática de animales, que están conformando los sistemas loticos. Estos organismos poseen un papel muy importante en la red trófica de los sistemas de agua dulce, controlando la cantidad y distribución de sus presas, también contribuyendo como una fuente de alimento para consumidores terrestres y acuáticos, por medio de la aceleración y descomposición de detritos y contribuyen al reciclaje de nutrientes. (Guinard, et. al., 2013)

Se encuentran un sinnúmero de bioindicadores de ecosistemas acuáticos, tales como los macroinvertebrados, plantas acuáticas, y hasta algunos vertebrados como peces. Sin embargo, existe una diversidad de indicadores biológicos de ecosistemas fluviales, como las Libélulas entre otros etc... Los grupos con mayor uso por la Directiva del Marco del Agua (DMA) como indicadores biológicos son los macroinvertebrados acuáticos. Esto se da por varios motivos; 1) alta diversidad; 2) tienen una alta facilidad de muestreo; 3) existe una diferencia de requerimientos entre taxones; 4) hay una estandarización muy alta de los protocolos de índices y de muestreo; 5) tienen un tiempo de vida relativamente alto, esto permite que se pueda integrar los efectos de contaminación con el tiempo.(Ladrera, 2012)

2.4 Efectos de la actividad antropogénica en los ríos

El agua además de ser un recurso indispensable para la supervivencia del ser humano, y el desarrollo de todas las formas de vida, este mismo recurso es ampliamente utilizado en

actividades diarias, como la agricultura, el uso industrial, las actividades turísticas, el uso doméstico, entre otras actividades, convirtiéndose actualmente en uno de los recursos más apreciados del planeta. En la actualidad, la escases de este recurso es motivo de preocupación, para científicos, gobernantes, estudiantes y el mundo en general, que reconocen la importancia de este recurso para el planeta. Los efluentes de industria y las descargas domesticas de ciudades y pueblos, los residuos sólidos que se disponen a cielo abierto en zonas rurales, por acción de lluvia estos se lavan y generan contaminantes que, por la escorrentía, llegan a los cuerpos fluviales. Las actividades agropecuarias y productivas que en el cantón Cotacachi que ocupan el 19. 86 % del total del área del cantón, causan riesgos, fertilizantes químicos contaminan las aguas que se encuentran en la superficie. Como dice Almeida-Leñero, 2007 citado en Quiñónez, 2015.

Las cuencas hidrográficas son de mucha importancia en cuanto al aporte de servicios ambientales los cuales benefician directamente al ser humano, por eso es importante saber que estos ecosistemas son importantes para su bienestar, por lo cual es relevante que se lleve un buen manejo del recurso hídrico, para evitar el deterioro de los bienes y servicios ambientales.(Manchana, 2011)

2.4.1 Turismo y Ecoturismo

En algunas zonas se practica “el ecoturismo”, una modalidad de turismo selectivo el que tiene como característica principal una experiencia de visita distinta, en áreas naturales, para conocer, aprender y así comprender la historia natural y la cultura local del área, y en conjunto con la interpretación y educación ambiental, mantener los ecosistemas naturales relativamente intactos. Esta modificación turística parece ser factible mientras la planificación sea adecuada y se cumpla a cabalidad, de lo contrario se puede derivar en la degradación de los espacios naturales al crear impactos ambientales negativos sobre el recurso (agua, suelo, aire, fauna, vegetación, etc.)(Agüera, 2014)

Por lo general en la parroquia de Peñaherrera la población económicamente activa que se dedica a servicios de turismo tradicional como actividades de alojamiento servicios de alimentación entre otras cosas son el 1.75% de total de la PEA, y el espacio que ocupan todas estas actividades es menos del 1% del territorio de todo el cantón Cotacachi.

2.4.2 Agricultura

La agricultura es la actividad de mayor uso de agua dulce en el planeta, según las Naciones Unidas el agua que se utiliza para riego presenta el 70 % de la extracción del recurso de todo el planeta, esto lo lleva hacer el principal factor de degradación de recursos hídricos, tanto en aguas superficiales como en subterráneas, como consecuencia de la erosión y de la esorrentía química que produce el uso de agroquímicos en esta actividad.(EL Herald, 2015)

En la parroquia de Peñaherrera se estima que más del 45% del área total de la parroquia está destinado a los procesos agropecuarios, entre pastizales, producción de cultivos de ciclo corto y permanente, con este porcentaje de ocupación de la actividad en la parroquia la población económicamente activa por medio de las actividades agrícolas, ganaderas y silvicultura es la de mayor cantidad con el 64.40 % de la población, en correspondencia a los demás actividades económicas que se generan en la parroquia. (León, et. al., 2019)

Hoy en día ha surgido otra modalidad de agricultura que es la acuicultura, que es también un gran problema para los sistemas de agua dulce, esta ha dado lugar a problemas como la eutrofización y daños muy graves en los ecosistemas. Hay una elevación en la tasa de mortalidad como consecuencia del consumo de agua contaminada. Esto ocasiona efectos como: pérdida y disminución de la biodiversidad, perturbación de ecosistemas marinos debido a las actividades antropogénicas realizadas en tierra, contaminación por esorrentías de las aguas subterráneas, contaminación por introducción de organismos ajenos a los medios naturales..(FAO, 2013)

2.4.3 Descargas de aguas residuales

Las aguas residuales son un gran problema en los últimos años, pues producen muchas alteraciones a los cauces de agua, debido a la variedad de productos que la están formando, estos pueden producir alteraciones en los cursos del agua, y son más notables cuando las áreas receptoras de estos efluentes cada vez tienen menos capacidad de asimilar estos productos.(Quiñónez, 2015)

Según el Plan de Ordenamiento territorial del Municipio de Cotacachi realizado por Cevallos (2017), los ríos Apuela, Nangulví, Cristopamba, muestran ciertos niveles de contaminación debido a las descargas de aguas residuales de las cabeceras comunales, parroquiales y viviendas, que por no contar con alcantarillado realizan las descargas

directas a estos afluentes del río Intag, evidenciando un déficit de cobertura de alcantarillado.

2.4.4 Manejo de los residuos sólidos

En nuestro país existen comunidades rurales en las que las municipalidades no pueden brindar el servicio de recolección de desechos domésticos, debido a varios factores como: gran distancia hacia el relleno sanitario, topografía irregular, baja densidad poblacional, lo cual las obliga a organizarse para dar un manejo adecuado a sus desechos y evitar el impacto negativo a la salud, el ambiente y el turismo ecológico. Es por esto que en las zonas rurales, se crean botaderos en cualquier parte de la zona donde existe población viviendo, siendo esto un impacto grave que contribuye directamente al deterioro de la calidad de agua dulce de los ríos. (Salas, y Quesada, 2006)

Cevallos (2017) detalla que en la parroquia de Peñaherrera existe un problema en cuanto al tratamiento y manejo de desechos sólidos, ya que no se cuenta con un sitio de disposición final si no más solo hay botadero a cielo abierto, lo que igual no informan en el PDOT del Cantón Cotacachi, que menciona que en las comunidades el sistema de recolección es limitado y esto hace que se genere contaminación ya que los habitantes realizan la disposición de sus desechos en terrenos baldíos y quebradas.

2.5 Parámetros físico químicos

Un hábitat acuático es un conjunto funcional donde interactúan características físicas, químicas y biológicas distintivas, estas proporcionan un entorno óptimo para el desarrollo de un animal o planta. (Mafla, 2005)

2.5.1 Potencial de hidrógeno (pH)

El pH es el logaritmo negativo de la concentración del ion hidrógeno que existe en solución, tiene una interrelación directa con el desarrollo de actividad biológica, procesos químicos y velocidad de reacción dependiendo del pH del medio, se determina mediante el uso de papel tornasol y electrodos, mejor conocidos como pH - metros. (Gonzalo, 2013)

Según Pérez y López, (2016) los valores aceptables en los que se puede encontrar el pH, para el agua de consumo humano es de 6 a 8.5, ya que los valores extremos de este

parámetro pueden afectar a la salud humana y para la preservación de la vida acuática es un pH de 6.5 -9. (Anexo 8)

2.5.2 Temperatura

La temperatura del agua está influenciada por la radiación en su superficie, depende además de la estratificación de agua más fría en el fondo y su comportamiento térmico místico a lo largo del año, la temperatura afecta la fase gaseosa, solubilidad de minerales, macro y microbiología presente. (Villanueva y Esquivel, 2012). La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de todos los procesos que con ella se realizan en las cuencas hídricas, de tal forma que un aumento o disminución de la temperatura afecta a todos estos procesos, y según el Texto Unificado de Seguridad y Legislación Ambiental la temperatura en condiciones naturales no debe de sobrepasar +/- 3 grados de la temperatura ambiente.

2.5.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

El DBO corresponde a la cantidad de oxígeno para oxidar una fracción de la composición orgánica e inorgánica de un medio acuático, según Yanes, (2018), la materia orgánica tiene una estrecha relación con las bacterias que en ella habitan. En el Ecuador los límites máximos permisibles de DBO son los siguientes; para el agua de consumo humano es de 2 mg.l⁻¹.

2.5.4 Sólidos Disueltos Totales

La materia contenida en el agua se define como sólidos totales, estos están comprendidos tanto con sólidos orgánicos y volátiles, como de los inorgánicos y fijos, todos estos sólidos resultan de la acción solvente del agua luego de actuar sobre ellos mismo. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua, por esto se regulan, y en Ecuador la cantidad máxima permisible de sólidos totales para aguas de consumo humano es de 500 mg.l⁻¹ (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007).

2.5.5 Turbidez

La turbidez se mide mediante técnicas ópticas y sus unidades son unidades nefelométricas de turbidez, representan materiales no disueltos distintos al medio acuoso, y en lugar de permitir el paso normal de un espectro de luz, refleja y absorbe la luminiscencia dentro del medio acuoso (Villanueva y Esquivel, 2012). Según el Texto Unificado de

Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) (Ministerio del Ambiente, 2015), el límite máximo permisible para la turbiedad para agua de consumo humano que solo requiera desinfección es de 10 UTN, este parámetro es el mismo para el criterio de preservación y conservación de la calidad del agua para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas.

2.5.6 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es un parámetro esencial para el desarrollo de organismos, la saturación de oxígeno se encuentra en aguas superficiales limpias, que por su contrario una disminución sugiere la presencia de materia orgánica, aumento en los niveles de amoníaco y deterioro en las condiciones para albergar diferentes formas de vida (Villanueva y Esquivel, 2012). Para que se mantenga las condiciones de vida de los organismos en el agua según el TULSMA, para aguas frías el oxígeno disuelto (O.D.) es no menor al 80 % de saturación y no menor a 6 mg.l⁻¹, para aguas cálidas es del 60 % y no menor a 5 mg.l⁻¹ y para aguas de estuarios y marinas es al 60 % y no menor a los 5 mg.l⁻¹, esto cuanto conservación de la flora y fauna, y para el consumo humano es no menor al 80% de saturación y no menor a 6 mg.l⁻¹ (Rugel, 2015).

2.5.7 Coliformes totales

Las bacterias coliformes pueden ser utilizadas como un indicativo de contaminación, comprenden un diverso grupo bacteriológico, las coliformes totales pueden usarse para determinar la calidad bacteriológica de sistemas de tratamiento y efluentes de agua.(Castro, 2009)

Esta calidad bacteriológica es muy importante, por este motivo hay una norma ecuatoriana que indica límites máximos permisibles en cuanto a este criterio y esta norma es el TULSMA, según la misma dicta que para aguas que se usen para el consumo humano el límite máximo permisible en nmp/100ml es de 50*, y para la preservación de la flora y fauna en nmp/100ml es de máximo 20 a 200.(Rugel, 2015)

2.5.8 Nitratos

Los nitratos NO₃⁻ son componentes químicos solubles en agua, pueden ser de origen natural como heces de animales y antropogénico, este último repercute a mayor escala debido al uso de fertilizantes nitrogenados en una zona y su posterior escorrentía en los

acuíferos, el exceso de éste nutriente puede provocar un desbalance e inicios de eutrofización (Ortiz & Segovia, 2011), por este motivo se regula en el TULSMA, la concentración de nitratos en las cuencas, esta concentración para aguas de consumo humano es de 10.0 mg.l^{-1} (Rugel, 2015).

2.5.9 Fosfatos

La excesiva concentración de nutrientes como el fosfato PO_4 puede contribuir en la eutrofización la cual es considerada como una forma de contaminación de un acuífero, en la actualidad el uso de fertilizantes con la formulación de NPK contribuye en la concentración de fosfato tanto en el sedimento como disuelto en el agua, el ion fosfato es limitante, es decir que regula y limita el crecimiento de las algas (Diaz, A & Sotomayor, 2013).

2.6 Índices ambientales

Como es tradicional la calidad de agua se ha estado estableciendo mediante análisis fisicoquímicos, que en realidad son análisis más precisos en dar un valor absoluto, pero solo proporcionan información parcial y puntual, con respecto al momento exacto y puntual de una toma en un muestreo. En comparación, la principal ventaja de tener indicadores biológicos es que proporcionan una visión extensa en el tiempo sobre la calidad del agua, por ello es más conveniente combinar los análisis fisicoquímicos con la utilización de índices bióticos, actualmente la Directiva del Marco del Agua propone como medida de calidad de los ecosistemas acuáticos el estudio con el empleo de indicadores biológicos, hidromorfológicos y fisicoquímicos. (Loné, 2017)

Los indicadores ambientales se pueden definir como técnicas que ayudan a determinar el estado de salud de un entorno de estudio, para esto se utiliza atributos específicos para obtener un diagnóstico con información condensada para facilitar la interpretación a la población. (Gómez y Cochero, 2013)

2.6.1 Índice de Calidad de Agua (ICA)

Es una herramienta ampliamente difundida para el manejo de recursos hídricos y su diagnóstico a partir de la medición de diferentes parámetros físico químicos (Amado, et. al., 2006). El Índice de Calidad de Agua de La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) de los Estados Unidos, evalúa nueve parámetros: DBO_5 (mg.l^{-1}), Oxígeno disuelto (%),

Coliformes fecales (Colonias/100 ml), Nitratos NO₃ (mg.l⁻¹), Fosfatos PO₄ (mg.l⁻¹), pH (adimensional), Temperatura (°Celsius), Sólidos Disueltos Totales (mg.l⁻¹) y Turbidez (NTU), con sus respectivas curvas de función y número de ponderación respectivo para realizar el cálculo correspondiente. (Quiroz, et. al., 2017)

Tabla 1.






Valoración relativa para cada parámetro del “ICA”

Índice	Subíndice	Valor (Wi)
1	Coliformes fecales	0.15
2	pH	0.12
3	DBO5	0.10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10
6	Temperatura	0.10
7	Turbidez	0.08
8	Sólidos disueltos totales	0.08
9	Oxígeno disuelto	0.17

Fuente: SNET, 2015

Tabla 2.

Estado ecológico según el índice ICA-NSF

NIVEL DE CALIDAD	ICA	Color
Excelente	91 – 100	
Buena	71 – 90	
Regular	51 – 70	
Mala	26 - 50	
Pésima	0 – 25	

Fuente: Fernandez Prada, Solano Ortega y Ramos, 2005

2.6.2 Índice ABI






Este índice es una adaptación del Índice de macro invertebrados Biological Monitoring Working Party (BMWP), abarca a la mayoría de familias y órdenes como en otras

adaptaciones hechas para Sudamérica, pero toma en cuenta los distintos rangos de distribución que llegan a tener ciertas especies en las regiones alto Andinas a más de 2000 msnm como Ecuador y Perú y su tolerancia ante la contaminación. (Universidad Indoamérica, 2013)

Este índice se obtiene mediante una valoración de las familias que se encuentran en la cuenca, esta valoración o puntuación ya está determinada en el mismo índice (Anexo 6) y esta es debido a la sensibilidad de contaminación que tienen las familias de macroinvertebrados, al final se hace una sumatoria total de todas las familias y se obtiene la puntuación que se compara con los estados ecológicos dados por rango de puntuación en el mismo índice (Tabla 3).

Tabla 3.

Clases de estados ecológicos según el ABI para Ecuador

ESTADO	Ecuador	Color
Muy Bueno	> 96	
Bueno	59-96	
Moderado	35-58	
Malo	14-34	
Pésimo	<14	






Fuente: Everest, Guttridge, y Schoenfeld, 1964.

2.6.3 Índice de Calidad de Ribera Andino QBR-and

Este índice es una herramienta de valoración rápida según (Kutschker, Brand, & Miserendino, 2009), la cual evalúa el grado de cobertura vegetal y conectividad en una zona de ribera. La estructura de cubierta arbórea, arbustiva, y el grado de naturalidad que se mantenga en cabal fluvial (Anexo 6), con estos componentes este índice asigna un valor final según la integridad de la vegetación, y da una valoración final la cual se compara en una tabla (Tabla 4), definida en el índice mismo para obtener el estado ecológico de un lugar definido. (Ciencias y Ambientales, 2012)

Tabla 4.

Clases de estados ecológicos según el Índice QBR-AND

NIVELES DE CALIDAD	PUNTUACIÓN	COLOR
CALIDAD MUY BUENA	≥ 96	
CALIDAD BUENA	76-95	
CALIDAD INTERMEDIA	51-75	
MALA CALIDAD	26-50	
CALIDAD PESIMA	≤ 25	

Fuente: Jorrín, 2011

2.6.4 Índice de Calidad de Hábitat Fluvial IHF

Este índice evalúa la heterogeneidad de hábitat o la diversidad de estructuras existentes (Palma, Figueroa, y Ruiz, 2009), también evalúa aspectos físicos como la frecuencia de los rápidos, la existencia de distintos regímenes de profundidad y velocidad, el grado de inclusión y sedimentación en pozas, diversidad de sustratos, todo están valoras ya en una hoja de campo que está definida en el índice, todos estos parámetros se suman y dan un valor el cual se compara con valores que determinan un estado ecológico, determinado en el mismo índice (Tabla 5). (Narcis Prat, Munné, Rieradevall, Solà, y Bonada, 2004)

Tabla 5.

Clases de Estados Ecológicos según el índice IHF

Valor del Estado	Estado Índice IHF
8.5 A 10	Excelente
7.7 A 8.5	Bueno
6.1 A 7.0	Regular
3.1 A 5.3	Pobre
1.4 A 2.2	Muy pobre

Fuente: Maribel Mafla, 2005

2.6.5 Calidad Ecológica de Ríos Alto Andino ECOSTRIAND

Este índice hace una ponderación del estado ecológico de un tramo fluvial a partir de los valores calculados de los índices mencionados previamente, esta ponderación finalmente reúne a los índices QBR-and, IHF y ABI, a esta ponderación se la conoce como ECOSTRIAND (Tabla 6) (Ordóñez, 2011)

Tabla 6.

Clases de estados ecológicos según el ECOSTRIAND

CLASE	ABI	QBR-and		
		>75	45-75	<45
I	>96	Muy bueno	Bueno	Regular
II	59-96	Bueno	Regular	Malo
III	35-58	Regular	Malo	Pésimo
IV	<35	Malo	Pésimo	Pésimo

Fuente: Checa Pérez, 2018

2.7 Marco legal

Toda la investigación se basa en el marco legal de la Constitución del Ecuador, de la Normativa de Regulación Ambiental TULSMA, el Código Orgánico Ambiental y el Código Orgánico Integral Penal.

En el capítulo séptimo de la constitución del Ecuador se denominan los Derechos de la Naturaleza, dentro del título II designados “Derechos del Buen Vivir” establece algunos derechos de la naturaleza:

Art. 71.- La naturaleza o “Pacha Mama” donde se reproduce y se realiza la vida, tiene derecho a ser respetada íntegramente su existencia, su mantenimiento y su regeneración de sus ciclos vitales.

Art. 72.- La naturaleza tiene el derecho a su restauración. Esta misma debe de ser independiente de la obligación que posee el Estado y las personas naturales o jurídicas de realizar indemnizaciones a los colectivos y personas que dependan de los sistemas naturales afectados.(Garzón, 2017)

El Código Orgánico Integral Penal penaliza los primeros cuatro delitos ambientales que están en los artículos:

Art. 245.- Invasión de áreas que tienen importancia ecológica

Art. 246.- Delitos de incendios forestales y de vegetación

Art. 247.- Delitos contra la flora y fauna silvestre

Art. 248.- Delitos contra los recursos del patrimonio genético nacional (Valenzuela O, 2015)

El TULSMA es la norma técnica por la cual el ministerio del ambiente regula las actividades antropogénicas en el Ecuador y tiene los siguientes artículos que concierne a la presente investigación:

Art. 1.- Establece 17 políticas básicas ambientales en el Ecuador, reconociendo que el principio fundamental de las políticas es el compromiso de la sociedad de promover el desarrollo hacia la sustentabilidad.

El Ministerio del Ambiente deberá ejercer el rol eficiente y eficaz, de autoridad ambiental nacional, rectora de la gestión ambiental del Ecuador.

Art. 2 Visión del Ministerio del Ambiente: hacer del Ecuador un país que conserva usa sustentablemente su biodiversidad, mantener y mejorar su calidad ambiental, a través del desarrollo sustentable.

Capítulo III

Art. 9.- La determinación periódica del número de cupos de operaciones turísticas.

Art.7.- Estructura organizacional: la unidad de licenciamiento ambiental, por medio de la dirección nacional de control ambiental, deberá promover la mejora en el desempeño ambiental de las actividades productivas, de servicios, para garantizar la calidad de los recursos agua saludable, aire limpio y suelo productivo.(Asamblea Nacional del Ecuador, 2017)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Ubicación del área de estudio

La parroquia Peñaherrera se encuentra ubicada en la zona subtropical de Intag, en la provincia de Imbabura-cantón Cotacachi, la zona de Intag se extiende desde las estribaciones occidentales de la cordillera de los andes, hasta el límite con la provincia de Esmeraldas y Pichincha. La parroquia de Peñaherrera tiene una precipitación anual de entre los 1414.2 mm a 1739 mm, tiene una pluviosidad media entre 117. 8 mm y 144.2 mm.

La parroquia Peñaherrera cuenta con cinco microcuencas que nacen de las estribaciones de la cordillera del Toisán las cuales proveen de agua a los habitantes de Peñaherrera y alimentan al río Intag, antes de su confluencia con el río Guayllabamba, subcuenca que forma parte del río Esmeraldas y desemboca en el Océano Pacífico, según el Sistema Nacional de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas. (Córdova, et. al., 2014), la subcuenca del río Intag abarca un área de 1040.50 km², y en la parroquia de Peñaherrera ocupa un área de 700 hectáreas.

El tramo a realizar el monitoreo está ubicada en el sector de Cristopamba que es perteneciente al centro poblado de Peñaherrera y la comunidad de Nangulví bajo. Primero se hizo un reconocimiento del lugar donde se va a proceder con la investigación, luego de esto se realizó la ubicación de los puntos a muestrear con un GPS, después de este proceso se hizo una medición mediante el programa ARGIS.

Tabla 7.

Medición del tramo y ruta del río a evaluar

1. Se realizó una inspección del lugar
2. Ubicación de los puntos en la cuenca evaluada, por medio de GPS
3. Ubicación de los puntos en el programa ARGIS y medición de la ruta escogida
4. Creación del mapa topográfico con la ubicación de los puntos en la cuenca

Fuente: El autor

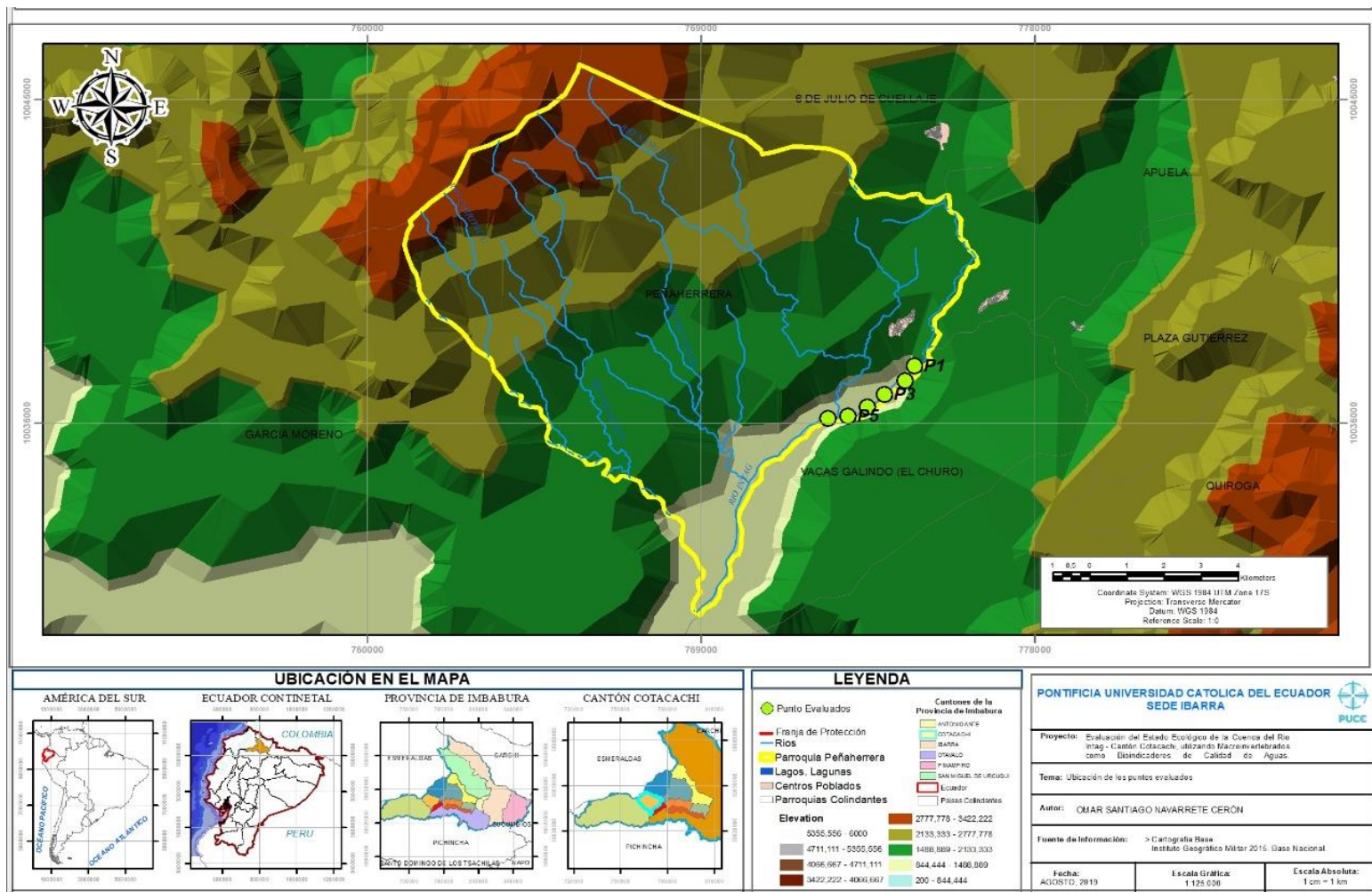


Figura 1. Mapa del tramo evaluado en la cuenca del río Intag, escala 1:125.000
Fuente: El Autor

3.2 Materiales, equipos e insumos

3.2.1. Materiales de campo

- Libreta de campo
- Envases de vidrio de 500 ml
- Papel absorbente
- Cinta adhesiva
- Pinzas de disección
- Marcador permanente punta fina
- Soga de seguridad
- Probeta de 100ml
- Vasos de precipitación de 50 ml, 100 ml
- Red entomológica (redes de mango D)

3.2.2 Insumos y Equipos de laboratorio

- Kit para determinación de PO_4 Spectroquant® NOVA 60
- Kit para determinación de NO_3 Spectroquant® NOVA 60
- Muestras de macroinvertebrados provenientes de la vertiente
- Alcohol industrial 96%
- Placas petrifilm. E. C. Coliformes totales
- Estereoscopio PREMIERE®
- Cámara fotográfica digital, Sony de 16 megapíxeles
- Kit de pH para medir en campo
- GPS GARMIN - GPS 76CSx
- Oxímetro portátil DO METER OM-71
- Termo reactor
- Redes de mango D

3.3 Recolección e identificación de macroinvertebrados

En el canal fluvial para la colecta se aplicó el protocolo seguido por Morán, (2017), se realizó durante dos meses la recolección, por 16 horas semanales, en seis puntos de evaluación escogidos en el tramo fluvial. Para esta se procede el primer paso a seguir: es ingresar a la cuenca hídrica, luego con la ayuda de los pies se procede a remover el sustrato del fondo en dirección opuesta a la corriente del río y se recolecta las muestras en la red de mango D, al finalizar este proceso se descarga el material removido y recolecta los diferentes macroinvertebrados extraídos, guardándolos en botellas de vidrio con alcohol al 96%, en cada punto se realizó la recolecta durante 16 horas semanales, con 8 por punto durante dos meses, donde se realizó una recolecta en el punto focal, y luego se procedió con un barrido de 100 metros río arriba para recolectar los macroinvertebrados, los cuales se introdujeron en una botella de vidrio con alcohol, debidamente membretada y guardada en un termo de refrigeración para su almacenamiento, vale indicar que el alcohol industrial se cambió durante cada jornada de identificación.

A continuación, los animales colectados se llevaron al laboratorio de biología de la ECAA, a los cuales se realizó un conteo e identificación con ayuda de las guías de macroinvertebrados, como la Guía para las evaluaciones ecológicas rápidas en ríos de tamaño medio Talamanca Costa Rica (2005) y la Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia (1996). Consecutivamente se agrupó a los macroinvertebrados por familia, la cual corresponde a uno de los niveles taxonómicos del sistema de clasificación creado por Linneo para agrupar a los individuos, esto permitió ponderar las familias para obtener el estado ecológico según el índice ABI (Curso Rincón, 2018).

3.4 Aplicación del Índice IHF

El procedimiento a seguir para la aplicación de este índice según (Mafla, 2005), se utiliza la hoja de campo correspondiente al índice, primeramente se procede a evaluar la apariencia del agua, teniendo indicios visuales de su calidad su color su olor, a continuación se ingresa para verificar que tan fijado está el sustrato al lecho y su acumulación en zonas de poca corriente, luego se remueve el sustrato y se estima el tiempo en que la corriente del río dispersa el sustrato, al terminar este procedimiento, se evalúa la presencia de rápidos y remansos que presenta la cuenca.

Al monitorear el canal de agua lluvia, se comprueba cuales son condiciones del cauce en estado natural o identificar si existen construcciones que modifiquen el mismo, tales como: embalses, represas u otras de este tipo. Luego se procede a verificar y registrar la estabilidad de la orilla y el porcentaje de sombra, lo que permitirá obtener el índice IHF.

El siguiente paso fue evaluar la presencia de pesca, desechos sólidos, estiércol en la cuenca. Consecutivamente en el cauce fluvial se valora la presencia de hábitat para peces y macroinvertebrados, tales como: pozas, troncos, hojarasca dispersa y al final se verifica el aumento de nutrientes orgánicos en el cauce, observando si las rocas del cauce contienen algas, ya que estas son producto del aumento de los nutrientes orgánicos. Por cada bloque se realiza la estimación de un puntaje del 1 al 10, dependiendo del criterio del técnico en la hoja de evaluación de campo del índice IHF, la calificación final se suma y se divide para un valor de 15, y el resultado no debe ser mayor a 10; esto permite obtener el estado ecológico en cada punto bajo lo indicado en la Tabla 5.

3.5 Aplicación del Índice de Calidad de Vegetación Ribera Andino QBR-and

La aplicación de este índice, requiere definir bloques a ambos lados de la orilla de la zona de evaluación del cuerpo hídrico, para estimar la cubierta vegetal conforme al número de especies vegetales existentes en el área de estudio, posteriormente se estima el valor de la estructura de la zona ribereña, tal como se detalla en la hoja de campo del índice QBR-and (Anexo 6) (Mosquera y Sotomayor, 2014), al terminar dicha estimación se establece un bloque a ambos lados de la orilla del cuerpo hídrico, únicamente tomando en cuenta la vegetación autóctona existente dentro del área preestablecida y finalmente se evalúa las alteraciones antropogénicas en el canal fluvial, como construcciones que afecten al cauce directo del río.

Los bloques que evalúan tienen opciones en cada bloque las cuales tienen según la opción un valor, se puede escoger una que cumpla con todos los criterios que se pueden observar en la ribera, de esta manera todas las opciones de los bloques que penalicen se suman al final y estas dan un valor de 0 a 25, según Blanca y Rieradevall (2009). Toda la suma que resulta de los 4 bloques se interpreta comparando el valor obtenido con los valores de los estados ecológicos del índice QBR-and. (Tabla 4)

3.6 Aplicación del índice ECOSTRIAND

En este índice se hizo el uso de los valores obtenidos en los índices QBR-and, ABI e IHF, se hace posible obtener el estado ecológico los tramos fluviales. (Salcedo, Artica, y Trama, 2015)

Todos los valores se agrupan y se ordenan en Excel para obtener el valor ecológico del índice ECOSTRIAND, comparándolos y analizándolos con la tabla que se define en el mismo índice. (Tabla 6)

3.7 Parámetros físicos y Químicos para el índice ICA

3.7.1 Recolección de muestras

Según Arias, et. al.,(2014), se utiliza el siguiente proceso para transporte y toma de muestras; en primer paso se ubica el punto de toma de muestra luego se introduce el recipiente homogenizando el mismo hasta tres veces con la muestra a tomar, posteriormente se procede a llenar el envase con la muestra introduciendo el base completamente en el cuerpo de agua, esta muestra se lleva el instante al cooler o contenedor térmico, y luego este proceso se repite seguidamente en todos los puntos evaluados, al finalizar este muestreo la muestras tiene hasta 48 hora de vida útil para poder ser llevadas a laboratorio y analizadas respectivamente.

3.7.2. Nitratos

Para la medición de nitratos se debe utilizar los diferentes reactivos Hach así como también el espectrofotómetro NOVA 60, el procedimiento consta de colocar una microcuchara de $\text{NO}_3(1)$ en un tubo de ensayo seco, posteriormente agregar 5 ml de $\text{NO}_3(2)$ y agitar vigorosamente hasta que el $\text{NO}_3(1)$ esté disuelto completamente, al terminar de agitar se agrega 1,5 ml de la muestra de agua sosteniendo el tubo de manera inclinada, por la parte superior y haciendo que la muestra se vierta por las paredes del mismo mezclando todo el contenido, se debe dejar reposar por 10 minutos (HACH Company, 2003) y se mide en el espectrofotómetro utilizando una cubeta de vidrio de 1mm de luz.

3.7.3. Fosfatos

El proceso a seguir en la medición de fosfatos (PO_4), es colocar 8 ml de agua destilada en un tubo de ensayo, posteriormente se agrega con la ayuda de una pipeta 0,5 ml de la muestra de interés y se mezcla, al tener la solución preparada se agrega 0,5 ml de $\text{PO}_4(1)$ con la ayuda de una pipeta y mezclar, una vez terminado este proceso se introduce una dosis de $\text{PO}_4(2)$ y agitar vigorosamente hasta que este se haya disuelto completamente, finalmente se espera cinco minutos hasta que reaccionen los insumos utilizados y se mide en el espectrofotómetro utilizando una cubeta de vidrio. (Del Río Chimborazo y Belén Toledo Basantes, 2015)

3.7.4. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5)

Para la medición del DBO_5 es necesario agregar 43,5ml de la muestra de agua de los puntos ya establecidos, así como también un ml de solución A, solución B, solución C y solución D o tampón, en una botella de vidrio color ámbar. Se añade Hidróxido de Sodio, hasta la apertura de la cápsula alcalina, luego se encera los sensores de DBO y se deja bajo un régimen respiratorio por cinco días en agitación constante a 20°C .

Las soluciones A, B, C y D contienen lo siguiente:

Solución A: 0,25 g de Cloruro férrico hexahidratado en un litro de agua destilada.

Solución B: 27,5 g de Cloruro de calcio anhidro en un litro de agua destilada.

Solución C: 22,5 g de Sulfato de magnesio Heptahidratado en un litro de agua destilada.

Solución D (solución tampón): 8,5 g de difosfato monobásico de potasio, 33,4 g de difosfato disódico heptahidratado, 21,7 g de difosfato dipotásico y 1,7 g de Cloruro de amonio, en un litro de agua destilada. (Solarte y Johanna, 2012)

3.7.5. Sólidos totales disueltos

Para la medición de sólidos totales disueltos es necesario tarar y esterilizar un crisol, posteriormente se agrega 20 ml de la muestra y se realiza la medición de la masa neta del contenido, posteriormente se calienta la muestra la muestra a unos 103°C hasta que se evapore en su totalidad, finalmente se enfría el crisol en un desecador con gel de sílice activo, se pesa nuevamente y se resta el peso del crisol tarado, luego se calcula la cantidad de sólidos totales disueltos que se encontraron en la muestra, restando el peso final del

peso inicial (Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas y Laboratorio de Sistemas Ambientales, 2006)

3.7.6. Coliformes fecales

Para la medición de coliformes fecales, es necesario homogenizar el envase contenedor de la muestra para tomar con la ayuda de una pipeta 1 ml de la misma y posteriormente colocarlo en el interior de la lámina de Petrifilm, al finalizar este proceso se deja incubar por un periodo de 24 horas a una temperatura de 34°C, terminado el proceso de incubación, se procede a realizar el conteo de las unidades formadoras de colonia con color azul dentro del Petrifilm, esto se compara con los parámetros del TULSMA (Cossetini, 2008)

3.7.7 Potencial de Hidrogeno pH

Para medir este parámetro se realizó con el método de papel tornasol, este indicador nos da el pH de acuerdo a una escala de colores, los papeles se humedecen introduciéndolos al agua, luego el papel indicador reacciona a este contacto y este nos indica un color el color se compara con en la tabla de unidades que posee el mismo kits de evaluación y se obtiene el dato de pH respectivo.(Andrade, 2012)

3.7.8 Turbidez

Para este parámetro se utiliza el equipo (2020 TURBIDIMETER), el cual para poder primero obtener la muestra se calibra con el uso del blanco, luego se procede a homogenizar el tubo de vidrio para con la muestra de agua previamente colectada, en este recipiente se introduce 10 ml de muestra, luego se introduce el tubo con la muestra en el equipo se espera el tiempo respectivo y este nos da el dato correspondiente de turbidez en NTU. (Meter, 1974)

3.7.9 Oxígeno Disuelto

Para este proceso se utilizó el equipo DO METER OM-71, el cual es un equipo portátil para medición de oxígeno, en el cual se sigue el siguiente procedimiento para obtener el dato: primero se arma el equipo colocando la sonda correctamente, luego esta sonda que contiene al sensor de medición se introduce en el canal fluvial, se espera un tiempo corto hasta que se estabilice el dato y se recolecta la información que se requiere ya sea el dato de oxígeno disuelto o el porcentaje de saturación de oxígeno. (America, 2003)

CAPÍTULO IV

4. Resultados

4.1 Composición y diversidad poblacional

Se encontraron un total de 32 familias dispersadas en 10 órdenes diferentes en los dos meses de monitoreo que se realizó en el río. Las familias y los órdenes con mayor abundancia que se encuentran en el sitio son las que se muestran en las Figuras 2 y 3.

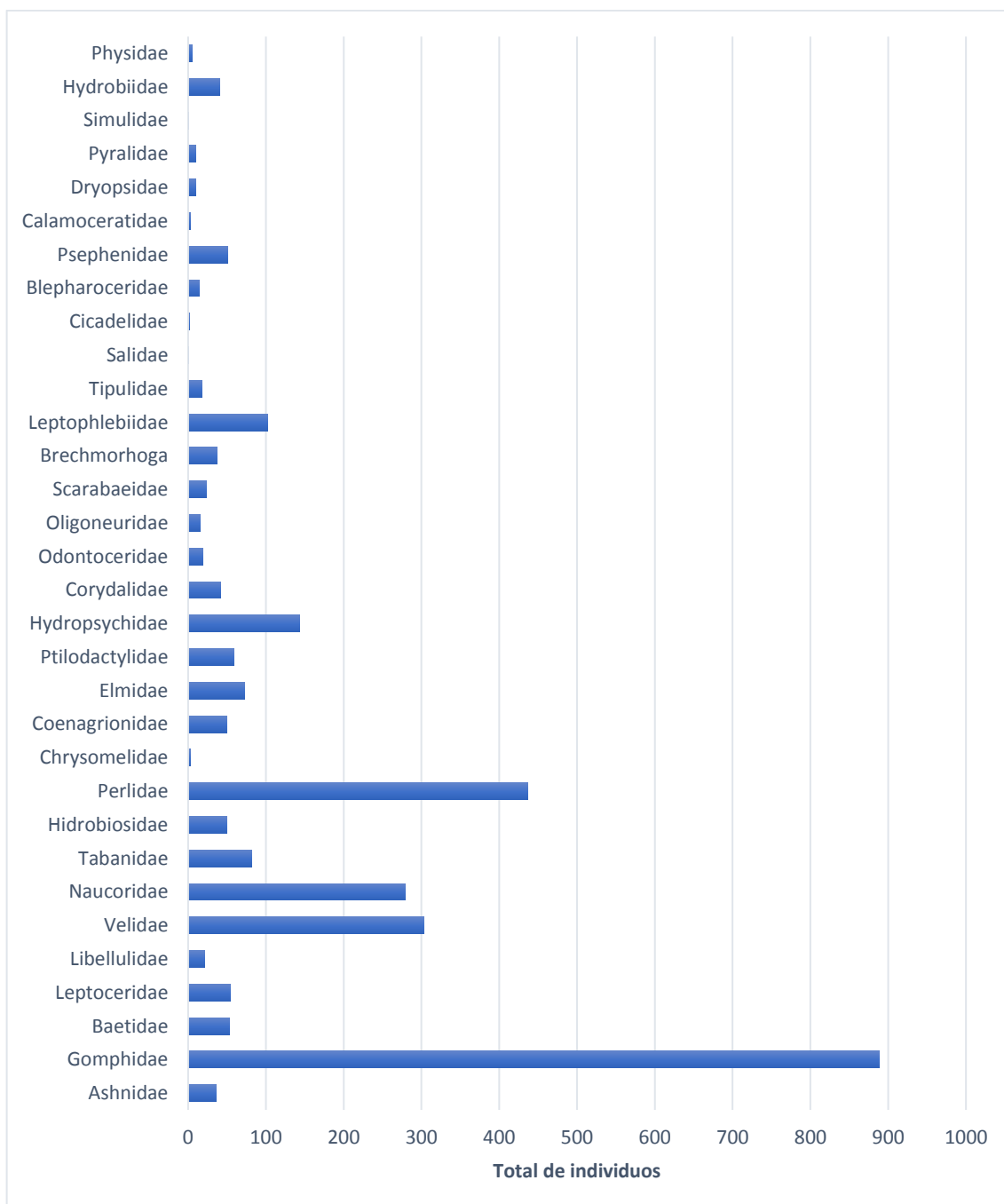


Figura 2. Abundancia total de individuos con respecto a cada familia de macroinvertebrados
Fuente: El autor

Se analizaron los datos obtenidos del muestreo (Figura 2) y se determinaron las familias más abundantes en todo el tramo evaluado que son las siguientes Gomphidae, Perlidae, Veliidae y Naucoridae.

En total se recolectaron 2919 individuos, en los que la familia Gomphidae tiene un total 889 individuos comprendiendo el 30% del total de individuos hallados, la familia Perlidae posee un total de 437 individuos igual al 15%, la familia Veliidae 303 individuos representando un 10% de la composición poblacional, Naucoridae 219 individuo dando un 7% de representación poblacional, las demás familias ocupan el otro 32% de composición poblacional restante.

Estas familias con mayor abundancia encontradas en el tramo fluvial, según CONSULSUA, (2019), este tipo de familias como la Veliidae generalmente se encuentra en ríos que están comprendidos en altura entre los 1300 y los 2000 msnm, lo que hace referencia a que pueden ser características del lugar de muestreo porque este se encuentra comprendido entre esta altura (Figura 1), estas mismas familias según Gamboa y Gil, (2008) son familias que son indicadores de buena calidad de agua, la familia Perlidae posee una sensibilidad alta, junto con la familia Gomphidae, esto concuerda con lo que mencionan en el PDOT (León, et. al., 2019) de la parroquia de Peñaherrera que indica que la calidad del agua del río Intag está en un estado de buena.

La presencia de la familia Veliidae, se puede deber a la disponibilidad de vegetación, hojarasca en la zona de ribera, ya que estas familias son características de hábitat que poseen mucha vegetación.

4.2. Órdenes con mayor abundancia

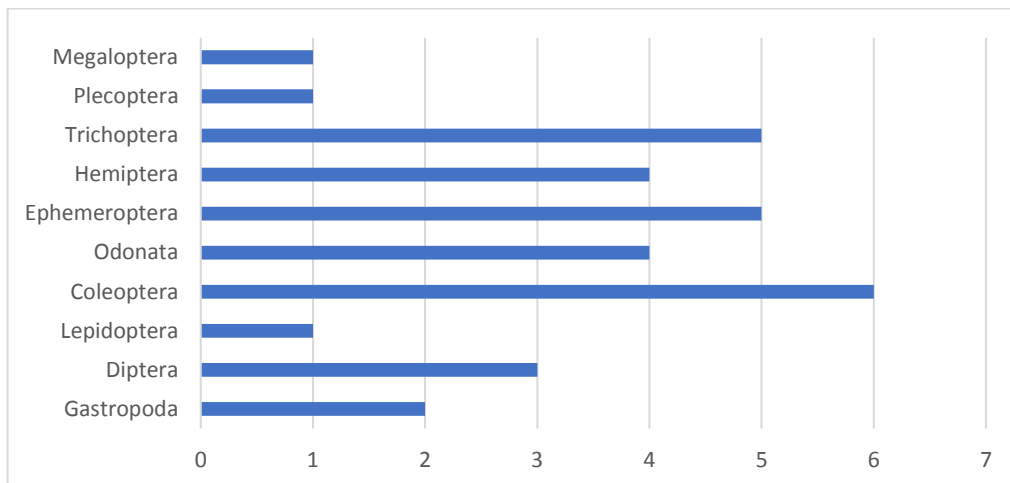


Figura 3. Abundancia de órdenes por número de familias encontradas
Fuente: El autor

En la cuenca se encontraron presentes 10 órdenes, que se obtuvieron de los 6 puntos de muestreo, muestreados durante dos meses, de estos órdenes se establecieron cuáles son los que poseen mayor abundancia de familias identificadas en la cuenca y se determinó que los órdenes que poseen mayor cantidad de familias son los siguientes; el orden Coleóptera con 19%, Trichoptera 16%, Ephemeroptera 16%, Hemíptera 13%, Odonata 12%, Díptera 9%, Gastropoda 6%, los órdenes Lepidóptera, Plecóptera y Megaloptera cada uno con el 3%. (Figura 4).

En total de órdenes tienen una distribución de 32 familias identificadas; el orden Coleóptera 6, Trichoptera 5, Ephemeroptera 5, Díptera 3, Odonata 4, Hemíptera 4, Plecóptera 1, Megaloptera 1, Gastropoda 2 y Lepidóptera 1.

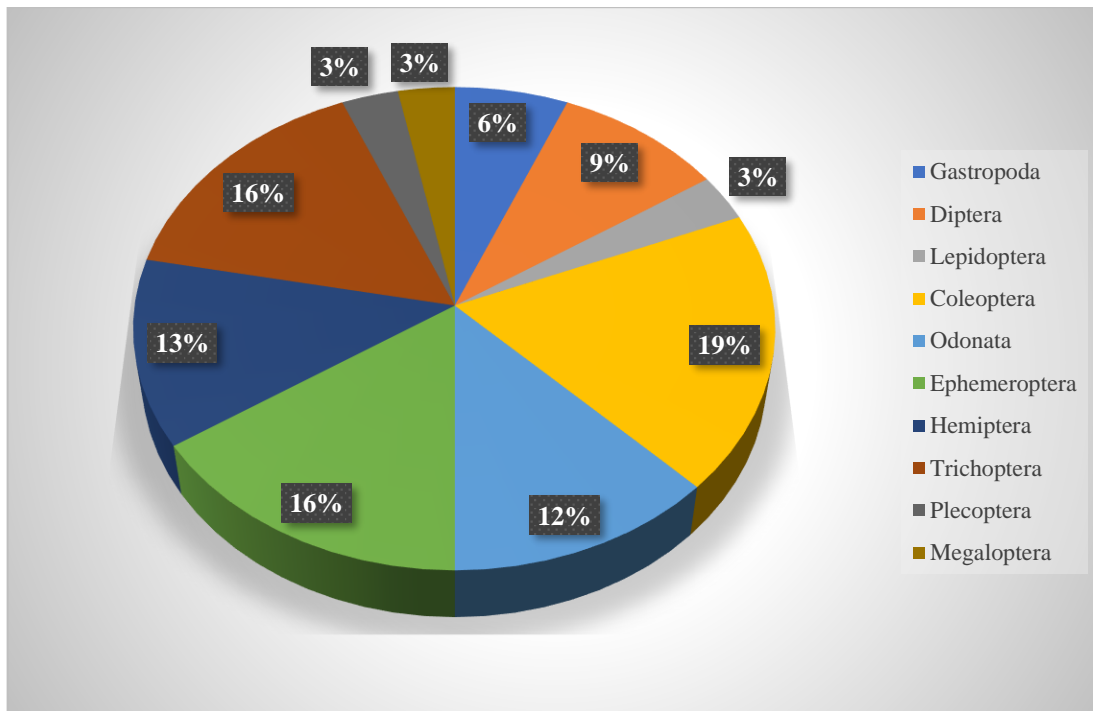


Figura 4. Porcentajes de abundancia de los Órdenes encontrados en la cuenca
Fuente: El Autor

En el tramo monitoreado que corresponde al sector Nangulví desde el puente de Cristopamba, se puede observar que el orden Plecoptera es el que posee un mayor porcentaje de presencia en el tramo fluvial (19%), esto se puede deber a que es uno de los órdenes más abundantes del planeta y se encuentre en casi todos los ecosistemas existentes además su abundancia es mayor en zonas tropicales (Goula y Mata, 2015), como es el caso de la zona donde se realizó la investigación. A este orden se lo considera uno de los más importantes en los ecosistemas según (López-Rodríguez, 2015), y en las zonas tropicales son uno de los controladores de mosquitos más eficientes.

La presencia del orden Odonata según Ramirez, (2010), se puede relacionar a que este orden son primariamente tropicales, y que se encuentran en zonas cálidas a bajas latitudes, este Orden tiende a ser unos de los más abundantes encontrados en el tramo fluvial con un 16% de abundancia, esto se debe que el lugar de estudio es una zona tropical o subtropical con abundancia vegetal en las zonas de ribera (Cevallos, 2017), esto hace que sea una zona óptima para el desarrollo de estas especies, además este orden es indicador de agua en buen estado.

Otro orden con gran abundancia que se obtuvo en el muestreo fue el orden Trichoptera , esto se puede deber a que este orden generalmente habita en zonas con alta humedad

según Zamora-Muñoz, Sáinz-Bariáin, y Bonada, (2015), y por lo general son insectos cosmopolitanos que se encuentran en casi todo el planeta, y en la zona de Intag y la parroquia según León, et. al., (2019) hay una humedad muy alta. Por otra, parte el orden Ephemeroptera con gran abundancia de familias en el tramo fluvial, se asocia a que tiene mayor abundancia en cuerpos de agua que son correntosos con gran cantidad de fondos rocosos. (Serrano-Cervantes y Zepeda-Aguilar, 2010)

4.2 Diversidad Dominancia y Riqueza

Conjuntamente con el análisis de la composición y diversidad poblacional, se analizaron la riqueza de taxon en el tramo fluvial, complementando estos datos a través del índice de Diversidad de Shannon (H') y dominancia de Simpson (D) (Tabla 8).

Tabla 8.

Diversidad, Dominancia, Riqueza y Equidad

Sitio de muestreo	Diversidad H'	Dominancia D	Riqueza	Equidad de especies
Rio Intag	3.59	0.85	32	0.11

Fuente: El autor

Al realizar la aplicación del índice de diversidad de Shannon con los datos obtenidos del muestreo, se obtuvo para este índice un valor de 3.59 puntos, lo que esto indica que tiene una diversidad Alta según Mora et.al, (2017), aunque esto difiere con la dominancia de Simpson ya que esta tiende a acercarse a la unidad y refleja dominancia de una especie o de una población asociado a menor diversidad en el hábitat. (Poma, 2014)

Por lo contrario de la dominancia, aunque existe una riqueza considerable que es de 32 taxon, la dominancia de Simpson es correcta ya que como se puede observar en hay algunas familias o especies que tienden a ser más abundantes en la (Figura 2) y (Tabla 9).

Tabla 9.

Abundancia total de macroinvertebrados por puntos de muestreo

Orden	Familia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Sumatoria total F
Odonata	Ashnidae	0	13	0	11	0	12	36
Odonata	Gomphidae	78	230	128	182	62	209	889
Ephemeroptera	Baetidae	23	10	0	6	11	3	53
Trichoptera	Leptoceridae	4	13	3	14	10	10	54
Odonata	Libellulidae	0	5	3	8	2	3	21
Hemiptera	Velidae	27	107	42	37	55	35	303
Hemiptera	Naucoridae	30	63	48	81	34	23	279
Diptera	Tabanidae	10	4	12	36	5	15	82
Trichoptera	Hidrobiosidae	23	1	0	11	6	9	50
Plecoptera	Perlidae	146	38	80	58	63	52	437
Coleoptera	Chrysomelidae	0	1	0	0	0	2	3
Coleoptera	Coenagrionidae	6	8	3	24	0	9	50
Coleoptera	Elmidae	20	7	22	6	18	0	73
Ephemeroptera	Ptilodactylidae	7	12	12	4	1	23	59
Trichoptera	Hydropsychidae	12	31	25	30	18	27	143
Megaloptera	Corydalidae	5	6	11	7	6	7	42
Trichoptera	Odontoceridae	0	4	2	9	0	4	19
Ephemeroptera	Oligoneuridae	7	1	8	0	0	0	16
Ephemeroptera	Scarabaeidae	4	4	0	0	10	6	24
Odonata	Brechmorhoga	4	4	6	8	5	10	37
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	3	16	36	20	11	16	102
Coleoptera	Tipulidae	5	0	2	5	3	3	18
Hemiptera	Salidae	0	0	0	0	0	1	1
Hemiptera	Cicadelidae	0	0	1	0	0	1	2
Diptera	Blepharoceridae	10	0	2	2	0	0	14
Coleoptera	Psephenidae	6	0	17	0	28	0	51
Trichoptera	Calamoceratidae	1	0	0	0	2	0	3
Coleoptera	Dryopsidae	10	0	0	0	0	0	10
Lepidoptera	Pyalidae	1	0	2	0	7	0	10
Diptera	Simulidae	0	0	1	0	0	0	1
Gastropoda	Hydrobiidae	0	0	0	0	41	0	41
Gastropoda	Physidae	0	0	0	0	5	0	5
		442	578	466	559	403	480	

Nota: P1: punto 1, P2: punto 2, P3: punto 3, P4: punto 4, P5: punto 5, P6: punto 6; puntos evaluados en el tramo fluvial

Fuente: Datos de campo recolectados por el Autor.

4.3 Caracterización fisicoquímica Índice ICA

Se tuvieron en cuenta nueve parámetros que son los que se utilizan para la caracterización con el índice ICA – NSF (Tabla 10)

Tabla 10.

Parámetros evaluados en el río Intag

Parámetros	Unidades	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Nitratos NO ₃	mg.l ⁻¹	1.0	0.5	1.3	0.7	0.8	0.6
Fosfatos PO ₄	mg.l ⁻¹	<1.0	2.7	<1.0	<1.0	12.8	3.2
Demanda biológica de Oxígeno DBO₅	mg.l ⁻¹	108	329	113	356	124	248
Turbidez	NTU	1.61	2.53	1.74	1.73	2.13	2.27
Cambio de la temperatura	°C	7.4	6	6.9	6	7.3	6
Sólidos disueltos totales	mg.l ⁻¹	50	70	45	55	125	50
Oxígeno disuelto	OD % de saturación	80	80	80	80	80	80
Coliformes	NMP/100mL	2,900	1,700	1,800	1,500	4,600	1,800
Potencia de hidrogeno pH	Unidades de Ph	7	7	7	6	7	7

Nota: NMP (Número más probable)

Fuente: El Autor

Analizando los datos se puede ver que existe un incremento en los datos de sólidos totales, nitratos y coliformes en el punto P5, a comparación de los demás puntos evaluados (Tabla 10), este punto es habitual la presiones antrópicas como: uso recreativo, descargas de tuberías, terrenos de siembra de caña (Anexo 5). El punto P1 también podemos observar un aumento de los sólidos disueltos totales, esto se puede deber a que en la red hídrica se produce disturbios por las crecientes del caudal que se manifiestan en el temporal de lluvias según Padilla (2018).

Según el TULSMA (2015) los parámetros de oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, sólidos disueltos turbidez y pH, en todos los puntos se encuentran dentro de los límites permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, también se encuentran dentro de los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática silvestre como menciona Ministerio del Ambiente (2015), por lo contrario los coliformes fecales están fuera de los límites en todo los puntos que según para consumo humano el NMP de coliformes fecales es de 1000.

4.3.1 Índice ICA

Los resultados que se obtuvieron del índice de calidad de agua ICA, en los diferentes puntos evaluados fueron; (Figura 5).

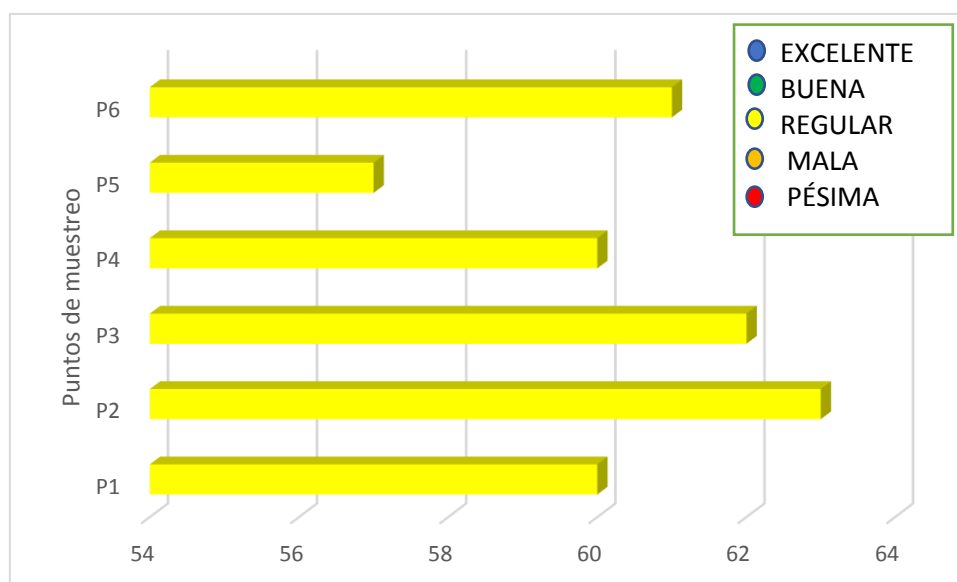


Figura 5. Nivel de calidad de los diferentes puntos evaluado según el índice ICA
Fuente: El Autor

Se observa que todos los puntos evaluados resultaron en el rango de calidad “Regular” (Tabla 2), esto según Arias, et. al., (2014), se atribuye que en temporal de mayor precipitación se presentan disturbios en los cauces hídricos, por otra parte según la investigadora estadounidense Knee, (2011), las aguas son más limpias antes de las descargas del complejo Ecoturismo Nangulví, por eso el motivo de no ver una diferencia notable con el índice ICA en los diferentes puntos, aunque el punto P2 (63) tiene el valor más alto entre los 6 puntos evaluados, por el contrario el punto P5 (57) da con el valor más bajo, comparando estos puntos con los del índice ABI (Figura 6), se observa que en

efectividad el punto P2 posee el valor más alto aunque no se relacione el estado de calidad puesto que el índice ABI se obtuvo en este punto un estado de calidad muy buena.

Según SNET (2015) los ecosistemas acuáticos con una ponderación y nivel de calidad de agua “Regular”, tienden a tener una menor diversidad en la comunidad biológica acuática, pero esto se contradice en la presente investigación por motivos que según el cálculo de la diversidad de Shannon (Tabla 8) resultó en una diversidad alta de todo el tramo evaluado. Entonces analizando los datos obtenidos por el índice podemos concluir que como se menciona anteriormente los disturbios fluviales que se producen por el aumento del caudal en el temporal alto de precipitación afecta propiamente a obtener un dato eficaz del índice ICA, pero que la calidad de agua en el trayecto fluvial evaluado es de buena calidad como corrobora el índice ABI.

4.4 Índice Biótico Andino ABI

Se identificaron los taxones y los valores de macroinvertebrados, según el Índice Biótico Andino, en los 6 puntos ubicados en el cauce del río, estos puntos se definieron según el criterio del investigador (Figura 6).

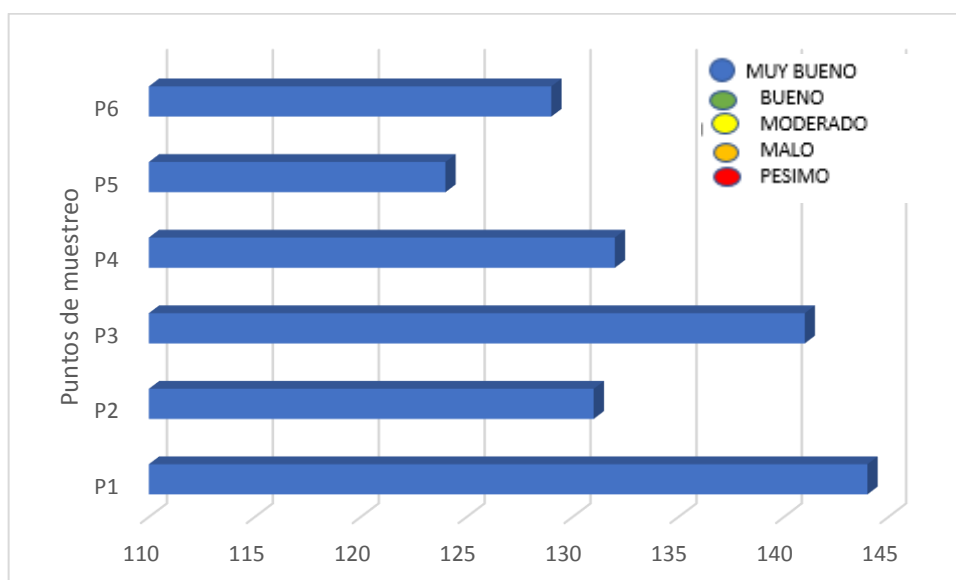


Figura 6. Estado ecológico de los puntos de evaluados en el río Intag
Fuente: El autor

Todos los puntos evaluados poseen un estado entre “Muy Bueno” y “Bueno”, el punto de P1 es el que mayor valor obtuvo entre todos dando un estado ecológico del agua muy bueno, y el punto P5 con el valor más bajo. Entre todos los puntos evaluados tenemos la presencia de la familia Perlidae perteneciente a la orden Plecóptera, que es una de las familias con mayor sensibilidad ambiental, también en todos los puntos encontramos a la familia Leptoceridae del orden Trichoptera, que es uno de los indicadores con mayor uso para la calidad y salud de hábitat fluvial, de acuerdo a Springer (2010) citado en Morán, 2017.

En estos sitios no podemos comparar con otros resultados, debido a que no se ha registra ningún otro estudio de este tipo en esta cuenca, pero podemos decir que la abundante presencia de los órdenes (EPT), sugiere una buena calidad de agua en la cuenca, aunque podemos atribuir que estos ordenes pueden ser abundantes debido a las características del sitio y las condiciones de altura de la misma cuenca, como menciona (Bersosa, y Vaca, 2018)

Los resultados de la aplicación de este índice en los diferentes puntos de muestreo se mantuvieron dentro de un rango de 124 a 144 puntos (Tabla 11).

Tabla 11.

Estado ecológico de los puntos de muestreo con el Índice Biológico Andino

Puntos de muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Valor índice	144	131	141	132	124	129
Estado ecológico	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Nota: Valores superiores a 90, son considerados como muy buenos.

Fuente: El Autor

El estado como ya se define es de muy buena calidad pero el valor más bajo obtenido es del punto P5 124, se puede decir que en este punto existe un pequeño disturbio, pero por el tamaño del cauce hídrico se puede notar poco la afectación en cuanto a la calidad de agua, aunque la contaminación ya se viene produciendo por los efluentes descargas de los

caseríos y un importante efluente que es el complejo ecoturístico Nangulví, que esta alejado al punto de comparación P5; (Knee k, 2011) menciona que los niveles de contaminantes que contribuyen al río Intag son muy pocos, y que estos no provocan mucho riesgo para el desarrollo de la vida acuática, por esta razón se obtienen estos datos de buena calidad con respecto al índice ABI.

Se realizó un promedio de todos los puntos evaluados y se sacó una media de 133 puntos, lo que indica que el tramo evaluado existe un estado de calidad de agua “Muy Buena Calidad”, ya que según (Chimborazo y Basantes, 2015) los valores mayores a 96 puntos están considerados de muy buena calidad de agua, en el índice ABI.

4.5 Índice de Calidad de Vegetación de Ribera Andina (QBR-And)

Tabla 12.

Niveles de calidad en los puntos de evaluación según el Índice de Calidad de Vegetación de Rivera

Apartados evaluados	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Grado de cubierta de zona de ribera	5	25	10	25	10	25
Estructura de cubierta	10	10	10	5	15	10
Calidad de la cubierta	10	25	10	25	-10	25
Grado de naturalidad del canal fluvial	25	25	25	25	25	25
Valor índice	55	85	55	80	40	85
Estado de calidad	Calidad intermedia	Buena calidad	Calidad intermedia	Buena calidad	Mala calidad	Buena calidad

Fuente: El autor

Los resultados del Índice de Calidad de Vegetación de Ribera Andina en los 6 puntos de evaluación fueron en los 6 puntos de evaluación fueron P1 con 55, P2 con 85, P3 con 55, P4 con 80, P5 con 40 y P6 con 85. (Tabla 12). Los puntos de referencia P6, P4 y P2 reflejaron un estado de calidad de ribera “Bueno”, por lo contrario, en los puntos P1 y P4 los cuales obtuvieron una calidad “Intermedia”, y por último el punto P5 resultó con “Mala calidad”.

En cuanto a cada punto de evaluación para este índice en la cuenca (Tabla 12), es posible apreciar ponderaciones finales de entre 40 hasta los 85 lo que hace a que existe alteración y presiones algunos puntos donde se evaluó el índice.

Conforme se aplicó el Índice QBR-and se pudo evidenciar las diferencias entre los distintos puntos comparados, ya que se puede evidenciar las afectaciones por las que se tomó en cuenta los puntos a evaluar, y por ejemplo entre el punto P5 y el punto P2, existe una diferencia de casi 50%, y así entre el punto P3 Y P1 en comparación con los puntos P4 Y P6, existe una diferencia promedio de 30%, estos porcentajes, esto se debe a la presiones a las que están expuesto cada punto y al grado de deterioro de la flora de ribera que tienes.(Anexo 2)

Alcanzar una valoración máxima en los ítems de cubierta y estructura vegetal riparia la presencia combina de árboles y arbustos atributo que explica porque en algunos puntos se obtuvo puntajes altos (Pardo, et. al., 2002). Estas características de este índice puede deberse a que evalúa la estructura en general de árboles y arbustos autóctonos, sin recurrir a una diferenciación de la taxonomía exacta, que delimite su uso en los diferentes ecosistemas.(López, 2015)

El valor más bajo del punto P5 que tiene “Mala Calidad”, en el índice indica una degradación de su vegetación de ribera, en un grado muy notable (Anexo 2), esto hace referencia a que en épocas anteriores no había prohibiciones de construcciones aledañas a las orillas del río, lo que llevo hacer estos centros turísticos sin ninguna norma, y esto afecto severamente al extremo de la orilla donde se procedió a hacer las construcciones, hoy en día existe una ordenanza municipal que regula estos procesos, la cual obliga a realizar construcciones dejando una franja de 25 metros de distancia hacia la orilla del rio. (León, et. al., 2019)

El estado de cobertura riparia y los valores deficientes del QBR, están relacionados con la cercanía de las viviendas, caminos y los usos de los suelos con fines agrícolas (Haun y Fortes, 2015); los factores mencionados están en concordancia con el presente estudio debido a que la cuenca está cerca de una vía, fincas, centros turísticos, y el uso del suelo para producción agrícola.(León, et. al., 2019)

4.6 Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

Los resultados que se obtuvieron del índice (IHF), en los seis puntos de evaluación fueron los siguientes:

Tabla 13.

Niveles de calidad ecológica, de los puntos evaluados por el Índice de Hábitat Fluvial

Puntos	Valor índice IHF	Estado
P1	7,47	Regular
P2	8,5	Bueno
P3	7,87	Bueno
P4	8,2	Bueno
P5	7,27	Regular
P6	8,46	Bueno

Fuente: El Autor

Calculado en índice IHF, se observa que el punto P2 es el que tiene una mayor puntuación con un nivel de calidad de “Bueno”, por otro lado, el punto P4 y P6 con el punto P3 tiene un estado de calidad bueno, a diferencia de los puntos PC1 y PC2 que se encuentran en un estado de calidad regular.

El estado de calidad “Bueno” que está comprendido entre 7.7 y 8.5 puntos sobre una puntuación de 10 como máximo, tiende a ser más homogénea a lo largo del tramo de la cuenca evaluada, lo que hace referencia a que la cuenca es fiable en cuanto a condiciones de albergar gran cantidad de comunidades biológicas.

Los puntos de calidad “REGULAR” demuestra que la cuenca presenta una alteración considerable, pero sigue siendo un hábitat favorable para el crecimiento de comunidades de macroinvertebrados (Soria, 2016).

Al tener un nivel de calidad “Pobre”, con una ponderación entre los 3.1 y 5.3, hace referencia a un hábitat muy perturbado, donde la presencia y el desarrollo de macrobentos es muy baja y tiende a empeorar, en el caso de no tomar medidas correctivas (Silva Haun y Arancibia Fortes, 2015).

La zona de estudio consta con sustratos heterogéneos, lo que influye en que las puntuaciones en cada sitio de estudio no sean tan bajas, esto conlleva beneficiosamente al desarrollo de diferentes comunidades de macroinvertebrados (Rieradevall y Fortuño, 2012).

4.7 ECOSTRIAND

Tabla 14.

Niveles de calidad, de los puntos evaluados por el índice ECOSTRIAND

Punto evaluado	ABI	QBR	HIF	ECOSTRIAND
P1	Muy bueno	Calidad intermedia	Bueno	Bueno
P2	Muy bueno	Calidad buena	Bueno	Bueno
P3	Muy bueno	Calidad intermedia	Bueno	Bueno
P4	Muy bueno	Calidad buena	Bueno	Bueno
P5	Muy bueno	Mala calidad	Regular	Regular
P6	Muy bueno	Calidad buena	Bueno	Bueno

Fuente:El Autor

Se puede observar según el ECOSTRIAND, que los puntos de comparación están entre un estado regular para el punto P5, y bueno para los puntos P4 y P1, lo que quiere decir que estos puntos están recuperados de las alteraciones y el punto P5 tiene aún las alteraciones o puede estar en proceso de recuperación de estas mismas. (Checa, 2018)

Los puntos del tramo escogidos para su evaluación dentro de la cuenca resultaron en un estado “Bueno” y “Regular” (Tabla 14), lo cual está evidenciando las presiones a las que está expuesta esta cuenca hídrica, como por ejemplo el declive de la cobertura vegetal, y este está directamente relacionado con el índice de integridad ecológica de ríos alto

andinos ECOSTRIAND (Rosero, et. al., 2007), esta relación plantea que un sistema fluvial no esta completo solo con una buena calidad de agua si no también la vegetación.

Todos los puntos evaluados poseen un HIF, “Bueno” y “Regular” (Tabla 13) se puede apreciar que tienen valores no menores a los 70 puntos sobre 100, lo cual hace referencia a que no se ve afectada la capacidad de la cuenca para albergar comunidades biológicas. Por consecuencia este no afecta a los índices biológicos como el ABI, estos resultados se proceden a respaldar con el índice ICA-NSF, que esta basado en parámetros físicos y químicos (Tabla 10) (Rosero, et. al., 2007).

Según Rosero, (2007) aunque en esta versión de valoración rapida el índice ECOSTRIAN, no concidera las poblaciones de peces, pájaros, reptiles o anfibios, ni se valora parámetros físicos y químicos, muchos de estos se ven reflejados en los índices bióticos (parámetros fisicos y químicos, peces) o QBR (pájaros), basado en esto, las especies de peces deberían siempre tenerse en cuenta, o tener mucho cuidado aunque el estado final de índice ECOSTRIAND sea alto, se debe tomar con precaución, debido a que en algunos ríos las poblaciones ícticas son productos de repoblación y a veces no se conoce a ciencia cierta el efecto de la poblaciones alóctonas en los ecosistemas, mencionamos esto debido a que en los puntos evaluados se encontraron individuos de la especie *Astroblepus ubidiai* y esta no se tomó en cuenta para dar valoración a ninguno de estos índices evaluados en esta investigación.

(Soria, 2016) quien realizó un estudio de evaluación ecológica del río Jatunhuayco, indica que el valor más importante para la evaluación con ECOSTRIAND es el componente biológico, puesto que cuando un rio esta en buen estado ecológico, nunca puede tener su diversidad biológica baja, a pesar de que su ribera este en buenas condiciones, esto concuerda con la presente evaluación del tramo fluvial del río Intag, debido aque en los análisis de los datos recolectados se obtuvo una diversidad alta (Tabla 8), y sus valores en cálculos con el índice ABI (Figura 6) obtuvieron un estado ecológico de “Buena Calidad”, por lo que concuerda en nuestra evaluación del ECOSTRIAND donde se obtubieron estados de “Bueno” y “Regular”.

4.8 Plan de manejo con estrategias para la conservación actual

En el presente estudio se plantea generar estrategias de conservación actual para la cuenca, mediante un plan de manejo para que la comunidad y autoridades que viven cercanas o tienen interacción con la cuenca tengan siempre el cuidado debido con el recurso hídrico con el que cuenta la parroquia de Peñaherrera.

4.8.1 Plan de manejo ambiental

Tabla 15:

Plan de Prevención y Mitigación de impactos (PPM)

Programa de Prevención y Mitigación de Impactos					
<p>OBJETIVOS: Establecer un conjunto de ideas las cuales ayuden a prevenir y mitigar los impactos negativos contra la cuenca del río Intag, desarrolladas por actividades antrópicas desarrolladas cerca de la cuenca</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Cuenca del río Intag</p> <p>RESPONSABLES: GAD Parroquial, Dirigentes de la comunidad de Nangulví Bajo</p>					
CRITERIO AMBIENTAL Continuación de PPM	IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO (Tabla 15)	MEDIDAS PROPUESTAS	IDENTIFICACIÓN DEL INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO DETERMINADO EN AÑOS
Calidad de Agua	Contaminación del agua	No se dispondrán desechos; tanto sólidos como líquidos, en todo el tramo de la cuenca, evitando que estos tengan contacto con el suelo y el agua.	Se podrá identificar la falta de presencia de desechos, ni alguna aglomeración en el tramo fluvial, ni la visibilidad de alguna tubería o descarga desechos líquidos en las orillas.	Fotos y medio visual	En los primeros 6 meses del primer año

Continuación de PPM (Tabla 15)

<p>Hábitats disponibles para las comunidades biológicas de la cuenca</p>	<p>Degradación de los componentes y nutrientes de los hábitats fluviales</p>	<p>Evitar cualquier proceso de limpieza en la orilla para sembríos o cualquier otra ocupación, manteniendo las orillas con una buena cantidad de vegetación, para que este aporte alimentos y refugios a las comunidades biológicas</p>	<p>Visibilidad de la vegetación de ribera, en al menos una orilla completa, tanta vegetación sumergida y semi sumergida, y también vegetación arbórea y arbustiva</p>	<p>Medios fotográficos</p>	<p>Aplicación permanente en todo el tiempo de recuperación</p>
<p>Vegetación de ribera</p>	<p>Degradación y pérdida de la vegetación en las orillas del tramo fluvial</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se verifica el cumplimiento de la ordenanza sustitutiva de que delimite, autoriza el uso de riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, quebradas, cursos de aguas, acequias y sus márgenes de protección en el Cantón Santa Ana de Cotacachi. ▪ Se dispondrá que dependiendo de las zonas donde no se esté cumpliendo la ordenanza, el dueño de los terrenos deberá realizar la 	<p>Evidencia de la creación de una franja de protección vegetal en la ribera</p> <p>No se evidencia zonas de ribera con desgastes</p>	<p>Medios visuales y fotografías</p>	<p>Un año de aplicación y de continuidad permanente</p>

Continuación de PPM (Tabla 15)

		<p>recuperación en la franja delimitada en la misma ordenanza como protección para el tramo fluvial</p> <ul style="list-style-type: none">▪ En el punto P1, P3 y P5 se deberá realizar la respectiva restricción a la zona de ribera teniendo en cuenta la franja de protección y las zonas de viviendas o construcciones que no pueden cumplir con la misma para realizar una inminente reforestación o recuperación, por la evidencia del desgaste. (Figura 7)			
--	--	--	--	--	--

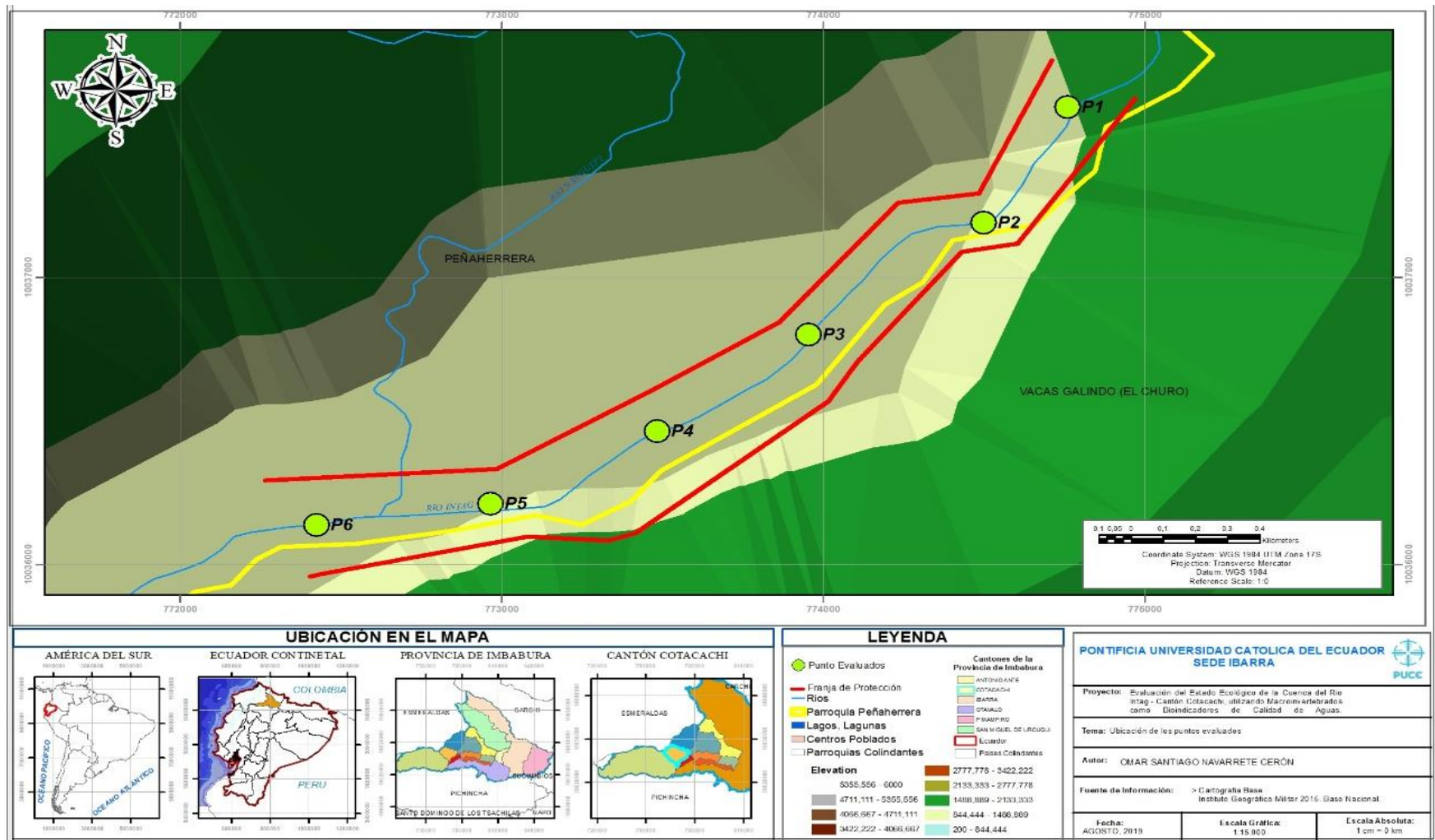


Figura 7. Mapa de delimitación de la franja de protección estricta para ribera en la cuenca hídrica, escala 1:15.000
Fuente: El autor

Continuación de PPM (Tabla 15)

<p>Suelo</p>	<p>Degradación y pérdida del suelo en las orillas del tramo fluvial</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se tendrá en cuenta que una reforestación o recuperación siempre se debe realizar con plantas que sean características y propias del sitio donde se va a realizar la recuperación ambiental. ▪ Se verifica el cumplimiento de la ordenanza sustitutiva de que delimite, autoriza el uso de riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, quebradas, cursos de aguas, acequias y sus márgenes de protección en el Cantón Santa Ana de Cotacachi. ▪ Las franjas de protección siempre deben estar dispuestas de forma que no impida la movilidad de moradores, como son los puentes y 	<p>Evidencia de la creación de taludes en las zonas de orillas afectadas</p> <p>Evidencia de una franja de protección en la zona de ribera</p> <p>No se evidencia zonas de ribera con pérdida de suelo</p>	<p>Medios visuales y fotografías</p>	<p>En el primer año y de aplicación permanente</p>
--------------	---	--	--	--------------------------------------	--

Continuación de PPM (Tabla 15)

		<p>otras estructuras que ya se ubican en el cauce fluvial.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Entre el punto P1, P5 se tiene que realizar una recuperación en la zona de ribera, mediante la creación de un talud con suelo y piedras para mantener firme el suelo de la orilla, evitando que este mismo se pierda más con el tiempo, esto se complementaría con la reforestación.(Figura 8)			
--	--	---	--	--	--

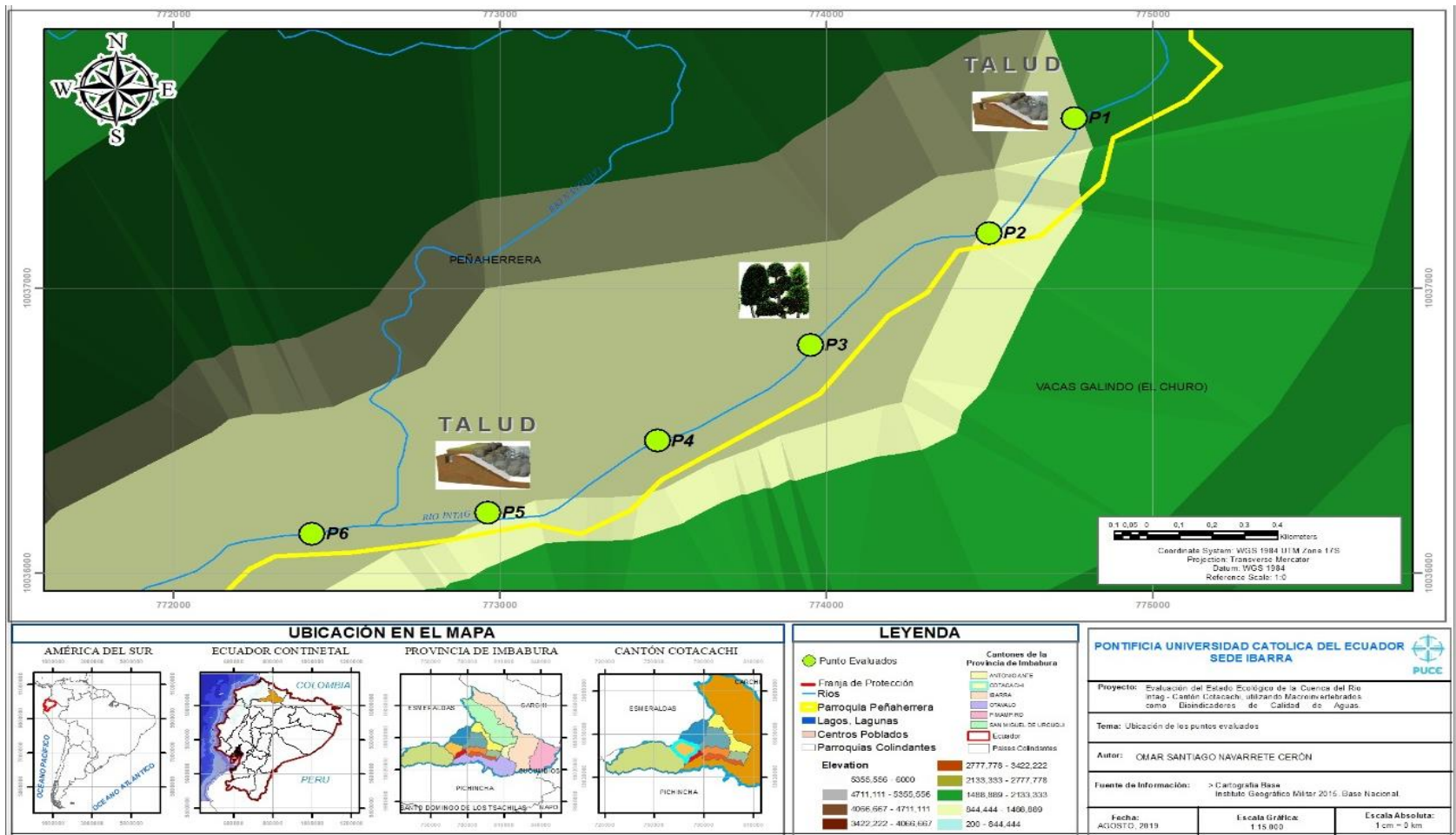


Figura 8. Mapa con puntos de intervención inminente, escala 1:15.000

Fuente: El Autor

Tabla 16:

Plan de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos (PMDSL)

Programa para el Manejo de Desechos					
OBJETIVOS: Disponer medidas para el correcto manejo de desechos tanto liquidados como sólidos a partir de las actividades que se generan cercanas a la cuenca hídrica					
LUGAR DE APLICACIÓN: Cuenca del río Intag					
RESPONSABLE: GAD Parroquial de Peñaherrera, Dirigentes de la comunidad Nangulví bajo					
CRITERIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACION	PLAZO (Anual)
<p>Aspecto físico: Agua</p> <p>Aspecto físico: Paisaje</p>	Contaminación del agua. Contaminación visual.	<p>No se dispondrán desecho líquido que tenga contacto con el agua directo</p> <p>Creación de fosas sépticas en caso de ser necesarias</p>	No se evidencia la presencia de ninguna tubería o desagua de cualquier tipo en el cauce fluvial	Medio visual y fotográfico	En los primeros 6 meses del primer año

Continuación de PMDSL (Tabla 17)

Aspecto físico: Suelo	Contaminación del suelo. Contaminación visual	La recolección de desechos se deberá realizar, con mayor frecuencia, haciendo hincapié en la clasificación de los mismos	Se evidencia a los recolectores municipales haciendo más días de recolección en el lugar	Medio visual y fotográfico Presencia física	En los primeros 6 meses del primer año y de aplicación
Aspecto físico: Suelo	Contaminación del suelo. Contaminación visual.	Se respetarán los días y el horario de recolección de desechos sólidos y se deberá multar a quien no cumpla o se evidencie que se vota desechos en cualquier terreno aledaño al cauce	Cantidad de desechos sólidos entregados a la municipalidad	Medio visual y fotográfico Registro de cantidad de desechos sólidos	En los 6 primeros meses del primer año y de aplicación continua

De aplicar”: En la comunidad de Nangulví bajo se aplica una recolección no diferenciada de desechos y solo se realiza la recolección una vez por semana, la comunidad tampoco cuenta con servicios de alcantarillado

Tabla 17:

Plan de Capacitación y Relaciones Comunitarias (PCRC)

Programa de Capacitación, Comunicación Comunitaria					
OBJETIVO: Es informar, sensibilizar y empoderar a la comunidad involucrada mediante diálogos con autoridades y la población.					
LUGAR DE APLICACIÓN: Cuenca del río Intag					
RESPONSABLE: GAD Parroquial Peñaherrera y comunidad Nangulví bajo.					
CRITERIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACION	PLAZO (Años)
Criterio social: Difusión del proyecto con la comunidad	Pobladores poco informados y empoderados con el proyecto	Coordinaciones anuales con la autoridades y comunidad para un recorrido y monitoreo del tramo fluvial	Tramo fluvial sin alteraciones y con un buen mantenimiento Autoridades presentes anualmente	Registro de fotografías Registro de asistencia	Anual

Continuación de PPRC (Tabla 17)

<p>Criterio social: Generación de diálogo con unidades educativas</p> <p>Criterio social: Comunicación con los pobladores de la comunidad</p>	<p>Juventud de la comunidad poco informados sobre el proyecto</p> <p>Moradores con poca información acerca del proyecto</p>	<p>Inicio del diálogo con los centros educativos de la parroquia Peñaherrera, para exponer la importancia de conservar las cuencas hídricas, destacado en el presente estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Empezar el diálogo con las autoridades de las unidades educativas ▪ Realizar los permisos respectivos para iniciar las charlas informáticas ▪ Se realizarán conversatorios con los estudiantes no técnicos si no más informativos de todo lo que incluye una cuenca y su 	<p>Total, de oficios enviados</p> <p>Cantidad de estudiantes asistiendo al conversatorio</p> <p>Total, de acercamientos con los representantes de la comunidad y parroquia</p> <p>Total, de invitaciones entregadas</p> <p>Número de personas</p>	<p>Registros fotográficos</p> <p>Oficios enviados</p> <p>Número de estudiantes asociados con la información</p> <p>Registro audio visual y fotográfico</p> <p>Registro de asistentes a la charla</p>	<p>Anual</p> <p>Anual</p>
---	---	---	---	--	---------------------------

Continuación de PCRC (Tabla 17)

		<p>importancia de mantenerla en buen estado, y el valor ambiental que poseen las mismas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ En el transcurso del conversatorio se intentará resolver cualquier pregunta o inquietud que tengan los participantes <p>Iniciar el acercamiento con los moradores, dueños de hosterías y de fincas en la comunidad de Nangulví bajo Creación de invitación especificando el motivo del acercamiento En caso de que se dé la apertura completa por todo este gremio de</p>	sensibilizadas		
--	--	--	----------------	--	--

Continuación de PCRC (Tabla 17)

		<p>influentes directos en el cauce fluvial, se programara una charla que exponga un resumen de toda la información recolectada y parte del PMA.</p> <p>Al finalizar la charla se tomará tiempo debido para responder cualquier pregunta.</p>			
<p>Criterios sociales: Comunicación con autoridades municipales y parroquiales</p>	<p>Falta de conocimiento de las autoridades</p>	<p>Acercamiento con las autoridades de los GADs Parroquial y Municipal</p> <p>Crear los oficios respectivos, informando sobre la difusión del presente estudio através de la socialización son las autoridades</p> <p>Se puede finiquitar el alcance con conversaciones a futuro con las mismas autoridades para tratar</p>	<p>Total, de oficios enviados</p> <p>Número de autoridades capacitadas</p> <p>Total, de acercamientos con los GADs</p>	<p>Registro audio visual y fotográficos</p> <p>Registro de asistencia</p>	<p>Anual</p>

Continuación de PCRC (Tabla 17)

		<p>medios de cumplimientos de ordenanzas y generar nuevas ordenanzas o estrategias para mantener en buen estado los tramos fluviales.</p> <p>La socialización se realizará presentando los resultados de la evaluación ecológica del tramo fluvial, esta socialización será de corto tiempo no más de 30 minutos.</p>			
--	--	---	--	--	--

Continuación de PCRC (Tabla 17)

<p>Criterio social: Comunicación con la comunidad y autoridades</p>	<p>Pobladores y autoridades de gestión poco informados y empoderados del proyecto</p>	<p>Establecer la señalización respectiva en el tramo fluvial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se dispondrán letreros para identificar la franja de protección aledañas a las orillas • Se dispondrán letreros informativos y de sensibilización en puntos específicos para que pueden mirar los visitantes • Se dispondrá letreros en las diferentes hosterías de no botar basura 	<p>Números de letreros informativos y restrictivos</p>	<p>Registros fotográficos</p>	<p>Anual</p>
--	---	---	--	-------------------------------	--------------

Tabla 18:

Plan de Monitoreo y Seguimiento (PMS)

Programa de monitoreo de vegetación e instalación					
<p>OBJETIVO: Efectuar el cumplimiento de normas, y también las medidas para cuidar el cauce hídrico planteadas en el PMA, promoviendo siempre una vigilancia en las actividades que se realizan en tramo fluvial, que de no ser cumplidas deberán abordar un plan de acción inmediata.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Cuenca del río Intag y Comunidad de Nangulví bajo</p> <p>RESPONSABLE: GAD parroquial de Peñaherrera y Dirigentes de la comunidad de Nangulví Bajo</p>					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACION	PLAZO (Anual)
<p>Criterio ambiental: Paisaje y vegetación</p> <p>Criterio social: Comunicación con la población</p>	<p>Alteración del conjunto de componentes físicos, sociales y bióticos</p>	<p>Realizar la gestión, monitoreo y seguimiento anual del PMA</p> <p>Generar correcciones y actualizaciones correspondientes al PMA</p>	<p>Número de medidas aplicadas</p> <p>Total, de actualizaciones aplicadas al PMA</p>	<p>Escritos de las correcciones y actualizaciones al PMA</p> <p>Fichas técnicas del seguimiento, monitoreo de todo el PMA</p>	<p>Anual</p>

4.8. Socialización de la investigación

La socialización del trabajo de investigación, se llevó a cabo en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, el día 15 de Noviembre del 2019, con la presencia de 18 estudiantes y 3 docentes de la Escuela en Ciencias Agrícolas y Ambientales.

La presentación del trabajo de investigación generó gran acogimiento por parte de los asistentes, en la socialización se recalcó la importancia de mantener en buen estado de conservación las fuentes hídricas. Una vez finalizada la socialización se procedió a la evaluación por parte de los asistentes (tabulación), resultando que el trabajo de investigación tuvo gran aceptación, así se evidenció en la tabulación de encuestas (Anexo 11), donde se obtuvo que el 57,14 % de los encuestados manifestaron que la investigación tiene relevancia social, además un 66,67 % que la investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores, por otra partes para el 66,67 % de los participantes, el tema genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para sociedad tanto instituciones públicas, privada como también para la comunidad y la parroquia, de igual manera un 61,90 % considero que en función a los objetivos planteados estos se cumplieron a cabalidad.

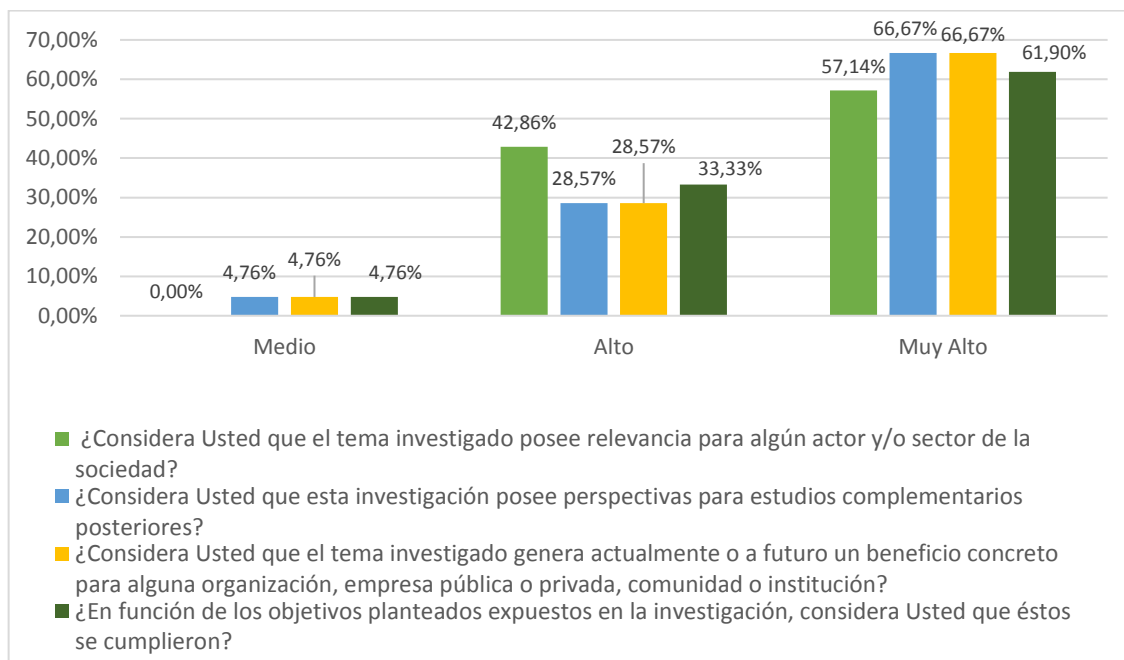


Figura 9. Impacto de la Investigación.

Fuente: El Autor

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se determinó la composición y diversidad de la población de macroinvertebrados en la cuenca del río Intag sector Nangulví, en donde se encontraron 32 familias de macroinvertebrados dispersos en un total de 10 órdenes, en el tiempo que duró el monitoreo, siendo el orden coleóptera el predominante sobre los demás.
- Se definió al estado ecológico del río Intag, teniendo en cuenta que para el índice ABI se tiene una valoración promedio de “Muy Buena”, IHF “Bueno”, QBR-and “Calidad Intermedia”, que el tramo evaluado posee un estado ecológico bueno y este es favorable para el desarrollo de la fauna acuática.
- Las características físico-químicas del agua del río Intag en el tramo evaluado reportaron con respecto a Nitratos 0.816 mg.l^{-1} , Fosfatos 3.36 mg.l^{-1} , DBO 213 mg.l^{-1} , Turbidez 2.001 unidades de turbidez nefelométrica, temperatura media de 6.60°C , Sólidos totales disueltos 2.97 , O.D 80% de saturación y un pH promedio de 6.83 , los cuales a través de la comparación con vertidos para agua de consumo humano y aguas de conservación de la vida acuática del TULSMA, y nos da que el 88.8% están dentro de los parámetros.
- Para la generación de las estrategias de conservación se tuvo en cuenta las actividades productivas y/o cotidianas de los moradores cercanos a la cuenca, ya que la participación comunitaria es una herramienta eficaz para la alcanzar la conservación eficiente del sitio.
- Se generó un plan de manejo para la aplicación de estrategias que permitan el apoyo en la conservación de la cuenca del río Intag, las cuales se enfocaron en el Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, Plan de Manejo de Desechos, Plan de Relaciones Comunitarias y Capacitación y el Plan de Monitoreo y Seguimiento.
- La socialización del estudio realizado, determinando que la investigación tuvo relevancia algún sector de la sociedad con 63.10% en la escala muy alto, 33.33% en la escala de alto y 3.57% en la escala de medio. El 57.14% indicaron que tiene muy alta relevancia social; el $66,67$ indicaron que el estudio posee muy alta

perspectiva para estudios posteriores complementarios; el 66,67 % estimaron que genera un beneficio actual y a futura concreto para un determinado sector de la sociedad; el 61,90 % los participantes en un porcentaje muy alto que los objetivos planteados en la investigación se cumplieron a cabalidad.

5.2 Recomendaciones

- Realizar investigaciones similares en tramos del río Intag, aguas arriba y abajo, verificando la influencia de la actividad minera, agrícola, descargas de aguas residuales, en el sector ambiental y social.
- Investigar el impacto que sufren los macroinvertebrados existentes en el área de estudio, en época de lluvia y en época seca, para obtener posibles cambios de indicadores biológicos en periodos diferentes de condiciones climáticas.
- Comparar el presente estudio con investigaciones posteriores, evaluando la presión antrópica a lo largo del cuerpo hídrico, generada por actividades antrópicas.
- Establecer puntos diferenciando la antropización de los mismos y monitorear los cambios que presenta la macrofauna del sector, en base a las características de antropización de los puntos.

6. Referencias

- Agua, D. E. L., La, E. N., Del, M., & Pixquiac, R. Í. O. (2011). Efectos antropogénicos provocados por los usuarios del agua en la microcuenca del río pixquiac* anthropogenic effects caused by water users in the pixquiac river micro-basin, 85–96.
- Agüera, F. O. (2014). *E C O N Ó M I C O S , M E D I O a M B I E*, 42.
- America, S. (2003). Instruction Manual Instruction Manual. *International Business*, 1–183.
- Andrade M. (n.d.). LABOR material para laboratorio, 3–6.
- Antonio, A. B. L. (2014). *Una revisión de la evaluación de la calidad de agua de los ríos de la provincia de Imbabura*.
- Arias, O. R., Carlos, R., Delgado, O., Manuel, R., Martínez, Q., Terán, A. S., ... Burciaga, R. (2014). ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) EN LA PRESA LA BOQUILLA EN CHIHUAHUA, MÉXICO Water quality index (WQI) in the dam La Boquilla in Chihuahua, Mexico 1, *I(2)*, 139–150.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, TULSMA. *Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-Mar.-2003*, (3399), 1–578.
- Blanca, R., & Rieradevall, M. (2009). ´ de la calidad ecol ogica Propuesta de un protocolo de evaluaci on de ´ a dos cuencas en Ecuador y Per u r ´ Æos andinos (CERA) y su aplicaci on ´. *Ecology*, 28(1), 35–64.
- Castro, M. (2009). “Coliformes totales.” *Escuela Superior Politécnica Del Litoral*, 11.
- Cevallos, J. (2017). P R E S E N T a C I Ò N Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial, 186.
- Checa Pérez, J. A. (2018). Calidad Ambiental y Diversidad Acuática de los ríos de la zona urbana de Quito. Retrieved from <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9055/1/UDLA-EC-TIAM-2018-14.pdf>
- Ciencias, C. D. E., & Ambientales, B. Y. (2012). María Cristina de la Paz Andrea

- Encalada , Ph . D . , Directora de Tesis.
- Ciencias, E. D. E., Ambientales, A. Y., & Ag, L. D. E. I. N. (2008). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Sede - Ibarra (Puce-Si).
- CONSULSUA. (2019). Estudio De Impacto Ambiental Definitivo (EIAD). Sistema De Transmisión De Extra Alta Tensión Y Sistemas Asociados. CONSULSUA C.LTDA. CELEC EP. TRANSELECTRIC, 222. Retrieved from [https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners_home/EIA/500KV/Línea Base Física \(Primera Parte\).pdf](https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners_home/EIA/500KV/Línea Base Física (Primera Parte).pdf)
- Córdova R., A., Cordova J., A., & Chuquimarca, J. (2014). Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial.
- Datta, D., Talapatra, S. N., & Swarnakar, S. (2016). An overview of lectins from freshwater and marine macroinvertebrates, *46*(April), 77–87.
- Del C. Guinard, Johana; Ríos, Tomás; Bernal Vega, J. A. (2013). Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de las cuencas alta y baja del río Gariché , provincia Diversity and abundance of aquatics macroinvertebrates and water quality from high and low watersheds of Gariché river , Chir. *Gestión y Ambiente*, *16*(2), 61–70.
- Del Río Chimborazo, M., & Belén Toledo Basantes, M. (2015). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo "Determinación De La Calidad Del Agua Mediante El Uso De Macroinvertebrados Acuáticos Como Bioindicadores En La.
- Diaz, A & Sotomayor, L. (2013). "EVALUACIÓN DE LA EUTROFIZACIÓN DE LA LAGUNA CONOCOCHA-ANCASH" A AGOSTO DE 2012 INGENIERO AMBIENTAL.
- Directiva, L., Del Agua, M. C. E., Jáimez-Cuéllar, P., Vivas, S., Bonada, N., Robles, S., ... Alba-Tercedor, J. (2002). Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnetica*, *21*(4), 187–204. Retrieved from <https://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-21-2-p-187.pdf>
- EL Heraldo. (2015). Cambiar el uso de la tierra es esencial para el clima y la seguridad alimentaria: ONU | El Heraldo. Retrieved September 9, 2019, from

<https://www.elheraldo.co/medio-ambiente/cambiar-el-uso-de-la-tierra-es-esencial-para-el-clima-y-la-seguridad-alimentaria-onu>

ENCA. (2016). Estrategia Nacional de Calidad del Agua, 97.

Everest, A. A., Guttridge, J., & Schoenfeld, M. (1964). How Nurse Tutors Use Their Time. *Nurs Times*, 60(1), 744–745.

Fabián BERSOSA-VACA & ULLOA-VACA, C. (2018). Utilización de índices evaluadores de la calidad del agua, basados en bioindicadores, en ecuador, 15, 6–22.

FAO. (2013). Capítulo 1 - CONTAMINACIÓN agrícola de los recursos hídricos: Introducción.

Fernández Alex. (2009). Invertebrados, los reyes de la naturaleza | Consumer. Retrieved September 5, 2019, from <https://www.consumer.es/medio-ambiente/invertebrados-los-reyes-de-la-naturaleza.html>

Fernandez Prada, N. J., Solano Ortega, F., & Ramos, G. (2005). Indices de Calidad y de Contaminación del Agua. *Índices de Calidad (ICAs) y de Contaminación (ICOs) Del Agua de Importancia Mundial*. <https://doi.org/10.11648/j.ebm.20170302.13>

Gamboa, M., & Gil, R. E. R. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48(2), 109–120.

Garzón, R. P. B. (2017). APLICACIÓN DE LOS DERECHOS DE LA NATURALEZA EN ECUADOR. *Veredas Do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável*, 14(28), 13. <https://doi.org/10.18623/rvd.v14i28.1038>

Gómez, N., & Cochero, J. (2013). Un índice para evaluar la calidad del hábitat en la Franja Costera Sur del Río de la Plata y su vinculación con otros indicadores ambientales. *Ecologia Austral*, 23(1), 18–26.

Gonzalo, M. C. (2013). Revista de Actualización Clínica Volumen 40 2013 POTENCIAL DE HIDROGENIONES- pH.

Goula, M., & Mata, L. (2015). Clase Insecta-Orden: Hemiptera-Suborde: Heteroptera.

Revista IDE@-SEA, N^o, 53(3), 1–30.

Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 3–37. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

IDEAM. (2007). Sólidos Totales. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*, 2. Retrieved from <http://www.ideam.gov.co/>

In Reply: BEHAVIOUR THERAPY. (1965). *The British Journal of Psychiatry*, 111(479), 1009–1010. <https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009-a>

Jorrín, H. F. F. J. Á. A. (2011). La Vegetación Fluvial De La Capv. Análisis De Su Estado De Conservación”, 63. Retrieved from http://www.uragentzia.euskadi.eus/u81-0003/eu/contenidos/documentacion/2011_vegetacion_fluvial/es_doc/adjuntos/Metodologia.pdf%0Afile:///D:/Documents and Settings/Unesco/Configuración local/Datos de programa/Mendeley Ltd./Mendeley Desktop/Downloaded/Henar

Knee k. (2011). Río Íntag contaminado | Periodico Intag. Retrieved September 18, 2019, from <https://intagnewspaper.org/articles/rio-intag-contaminado>

Kutschker, A., Brand, C., & Miserendino, M. L. (2009). Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del no del chubut sometidos a distintos usos de la tierra. *Ecologia Austral*, 19(1), 19–34.

Ladrera, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de Información Ambiental*, 24–29.

León, M. E., Margarita, J., & Rosero, L. (2019). 2015 Plan de desarrollo y ordenamiento territorial.

López-Rodríguez, J. M. T. de F. & M. J. (2015). Orden Plecoptera. *Revista IDE@-SEA*, N^o, 43, 1–14. Retrieved from www.sea-entomologia.org/IDE@

López, E. (2015). Evaluación de la calidad del bosque de ribera, utilizando un método simple y rápido en dos ríos de bosque seco tropical (Tolima, Colombia). *Tumbaga*, 1(10), 1.

- maribel mafla. (2005). GUIA PARA LAS EVALUACIONES ECOLOGICAS RAPIDAS CON INDICADORES BIOLÓGICOS EN RÍOS.pdf. Retrieved May 2, 2019, from <https://es.scribd.com/document/360426588/GUIA-PARA-LAS-EVALUACIONES-ECOLOGICAS-RAPIDAS-CON-INDICADORES-BIOLÓGICOS-EN-RÍOS-pdf>
- Martín Mateo, R. (1977). *Derecho ambiental*.
- Meter, T. (1974). 2020t / i Medidor de turbidez, 1–136.
- Ministerio del Ambiente. (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. *Registro Oficial No. 387, (097), 407*. Retrieved from <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 14(35)*, 68.
<https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
- Mosquera, P., & Sotomayor, G. (2014). Protocolo de Evaluación de la Integridad Ecológica de los Ríos de la Región Austral del Ecuador, (October).
- Ordóñez, M. V. (2011). Influencia del uso de suelo y la cobertura vegetal natural en la integridad ecológica de los ríos altoandinos al noreste del Ecuador. *Tesis de Maestría, 45*.
- Ortiz, A. belén, & Segovia, M. de los Á. (2011). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Sede – Ibarra, 1–6.
- Padilla Calderón, E. (2018). Los yaquis y las crecientes del río. Una historia de control hidráulico del río Yaqui. *Revista Culturales, 5(2)*, 67–106.
<https://doi.org/10.22234/recu.20170502.e316>
- Palma, A., Figueroa, R., & Ruiz, V. H. (2009). Assessment of a riparian and fluvial habit through QBR and IHF index. *Gayana, 73(1)*, 57–63.
<https://doi.org/10.4067/S0717-65382009000100009>
- Pardo, I., Alvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., ... Vidal-Abarca,

- M. R. (2002). El habitat de los rios mediterraneos. Diseño de un indice de diversidad de habitat. *Limnetica*, 21(3–4), 115–133. <https://doi.org/0213-8409>
- Pedro Loné. (n.d.). Tipologías de río en la catalogación de los resultados de los índices bióticos. Ejemplo del BMWP.
- Pérez-López, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(3), 3. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>
- Poma, M. (2014). Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región Madidi, La Paz. *Universidad Mayor de San Andrés*, 126. Retrieved from <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7924/T.2822.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prat, N, Rieradevall, M., & Fortuño, P. (2012). AUTORES Departament d ' Ecologia Universitat de Barcelona, 1–44.
- Prat, Narcis, Munné, a., Rieradevall, M., Solà, C., & Bonada, N. (2004). Protocolos y hojas de campo Protocolo para la aplicación del índice BMWP '. *Determinación de Los Regimenes Que Satisfagan Las Necesidades Ecológicas En Los Ríos de La Cuenca Del Ebro, 2ª Fase.*, 95.
- Quiñónez, C. (2015). Evaluación del estado de salud ecológica de la microcuenca del río Pita (sector Molinuco, canteras y antiguo botadero Cashapamba) utilizando macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua, 124.
- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Gutierrez, M. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo , Ecuador Application of the water quality index in the Portoviejo River ., *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XXXVIII(3), 41–51.
- Ramírez, A. (2010). Orden Odonata. *Revista de Biología Tropical*, 58, 97–136. Retrieved from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800005
- Ramírez, A. (2010). Capítulo 2. Métodos de recolección. *Revista de Biología Tropical*, 58(SUPPL. 4), 41–50.

- Rioja, L. (2012). Dialnet-LosMacroinvertebradosAcuaticosComoIndicadoresDelEs-4015812, 24–29.
- Roldán, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254–274.
- Rosero, D., Fossati, O., Gordillo, M., Calvez, R., & Crespo, V. (2007). Proyecto para definir los caudales ecológicos en los ríos del sistema Papallacta, (1), 26. Retrieved from <https://www.mpl.ird.fr/divha/aguandes/ecuador/papallacta/inf/I4-Campana5-07.pdf>
- Rugel, L. S. (2015). 2-Edición Especial N° 316-Registro Oficial-Lunes 4 de mayo de 2015, 1–80. Retrieved from <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>
- Salas, J., Quesada, H. (2006). Impacto ambiental del manejo de desechos sólidos ordinarios en una comunidad rural. *Tecnología En Marcha*, 19, 9–16.
- Salcedo, S., Artica, L., & Trama, F. (2015). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 03(02), 124–139. <https://doi.org/10.18259/acs.2013016>
- Serrano-Cervantes, L., & Zepeda-Aguilar, A. (2010). Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Lepidoptera en El Salvador. In *Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES) - Organización de los Estados Americanos (OEA)*. (p. 16). Retrieved from <http://www.ues.edu.sv/>
- Silva Haun, R., & Arancibia Fortes, J. (2015). Utilización de los índices de hábitat fluvial, bosque de ribera y macrófitas para la determinación de calidad del recurso hídrico del estero Catapilco, región de Valparaíso. *Anales Museo de Historia Natural de Valparaiso*, 28, 09–30. Retrieved from http://www.mhmv.cl/636/articles-56751_archivo_01.pdf
- Soria, I. F. (2016). Evaluación de la calidad ecológica del Río Jatunhuayco (EPMAPS)

utilizando comunidades de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, 155. Retrieved from <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16736>

Universidad Indoamérica. (2013). El ABI un índice para Evaluar la Calidad del Agua en Zonas Andinas.

Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Investigaciones Hidráulicas e, Hidrotécnicas, & Laboratorio de Sistemas Ambientales. (2006). Medición de Sólidos Totales, 1, 5.

Valenzuela O. (2015). Derecho Ecuador - Delitos Ambientales. Retrieved September 11, 2019, from <https://www.derechoecuador.com/delitos-ambientales-0>

Villanueva, M. C., & Esquivel, R. P. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. *Ciencias Sociales*, 02(02), 130–137.

Yanes S. (2018). EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA MEDIANTE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS EN LAS DESEMBOCADURAS DE LOS PRINCIPALES AFLUENTES Y EFLUENTE DEL LAGO SAN PABLO, PROVINCIA DE IMBABURA (AÑO 2017). *Tesis de Grado*, (Año 2017), 121.

Zamora-Muñoz, C., Sáinz-Bariáin, M., & Bonada, N. (2015). Orden trichoptera. *Revista IDE@-SEA*, 64(30-06–2015), 1–21.

ANEXOS

Anexo 1. Índice de abreviatura

ABI	Índice Biótico Andino
QBR-AND	Índice de Calidad de Rivera
IHF	Índice de Hábitat Fluvial
ICA	Índice de Calidad de Agua
P1	Punto de Muestreo 1
P2	Punto de Muestreo 2
P3	Punto de Muestreo 3
P1	Punto de Muestreo 4
P2	Punto de Muestreo 5
P3	Punto de Muestreo 6
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PPM	Plan de Prevención y Mitigación
PMDSL	Plan de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos
PCCC	Plan de Capacitación y Comunicación Comunitaria
PMS	Plan de Monitoreo y Seguimiento

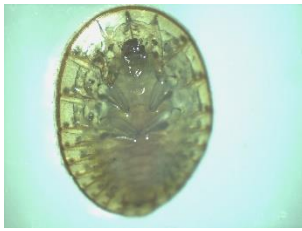
Anexo 2: Registro Fotografías de los Puntos de Muestreo



Anexo 3: Recolección de macroinvertebrados



Anexo 4: Macroinvertebrados acuáticos



Orden: Coleóptera

Familia: Psephenidae



Orden: Hemíptera

Familia: Naucoridae



Orden: Díptera

Familia: Blepharoceridae



Orden: Díptera

Familia: Simuliidae



Orden: Díptera

Familia: Tabanidae



Orden: Díptera

Familia: Tipulidae



Orden: Coleóptera

Familia: Chrysomelidae



Orden: Coleoptera

Familia: Dryopidae



Orden: Coleoptera

Familia: Elmidae



Orden: Coleoptera

Familia: Elmidae



Orden: Diptera

Familia: Blepharoceridae



Orden: Ephemeroptera

Familia: Baetidae



Orden: Coleoptera

Familia: Ptilodactylidae



Orden: Ephemeroptera

Familia: Oligoneuriidae



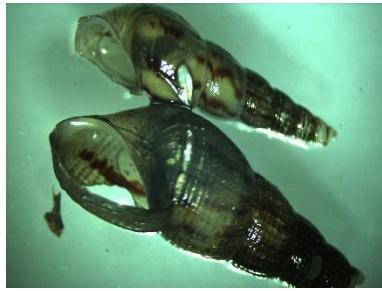
Orden: Ephemeroptera

Familia: Baetidae



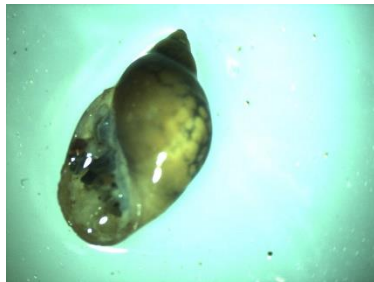
Orden: Ephemeroptera

Familia: Leptophebiidae



Orden: Gatropoda

Familia: Hydrobiidae



Orden: Gastropoda

Familia: Physidae



Orden: Odonata

Familia: Gomphidae



Orden: Odonata

Familia: Gomphidae



Orden: Hemípteros

Familia: Cicadellidae



Orden: Hemípteros

Familia: Salidae



Orden: Trichoptera

Familia: Hydrobiosidae



Orden: Lepidóptera

Familia: Pyralidae



Orden: Trichoptera

Familia: Leptoceridae



Orden: Odonata

Familia: Libellulidae



Orden: Hemíptera

Familia: Veliidae



Orden: Neoptera

Familia: Corydalidae



Orden: Odonata

Familia:

Megapodagrionidae



Orden: Plecóptera

Familia: Perlidae



Orden: Díptera

Familia: simuliidae



Orden: Tricoptera

Familia: Hydropsychidae



Orden: Trichoptera

Familia: Odontoceridae



Orden: Trichoptera

Familia: Leptoceridae



Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

➤ **Especies de peces encontrados**



Orden: Peces

Familia: Astrobleipidae

Anexo 5. Distribución espacial de las estaciones de muestreo para los índices

Vertiente evaluada	Coordenadas de ubicación de los puntos		Índices aplicados	
Rio Intag	P1; X:774760	Y:10037596	Índice Biótico	Índice De calidad
	P2; X:775451	Y:10039183	Andino (ABI)	de agua (ICA-NSF)
	P3; X:773954	Y:10036801		
	P4; X:773954	Y:10038951		
	P5; X: 772965	Y:10036211		
	P6; X:775265	Y:10038488		

Fuente: El Autor

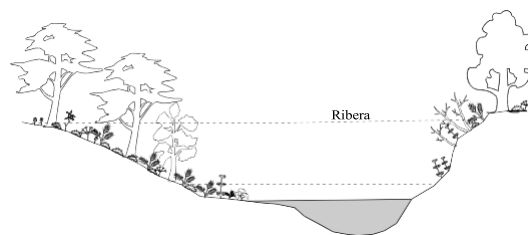
Anexo 6. Presiones evidenciada



➤ **Hoja de campo índice QBR-and**

Cualificación de la zona riparia de los ecosistemas fluviales. Índice QBR

- Esta calificación debe ser aplicada en la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera). Zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.
- Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal riparia. No se cuentan las zonas con sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente.
- En tramos de alta montaña sin vegetación riparia natural o en zonas áridas, consultar la nota de la parte posterior de esta hoja de campo



- La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Estación	
Observador	
Fecha	



- **Tramo observado a partir del punto de acceso al río**

Agua arriba	
Otros	

- **Grado de cubierta de la zona de ribera (solo consideraremos la ribera)**

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+ 10 + 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
- 5 -10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50% si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

- **Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)** Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	recubrimiento de árboles superior al 75 %
10	recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
+ 5	si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque
- 5	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
- 10	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera*)

➤ Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	número de especies diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3
5	número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1 - 2
0	sin árboles autóctonos			
+ 10	si existe una continuidad de la comunidad a lo largo del río, uniforme y ocupando > 75 % de la ribera (en toda su anchura)			
+ 5	si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río (entre 50 - 75 % de la ribera)			
+ 5	si existe una disposición en galería de diferentes comunidades si el número diferente de especies de arbustos es:	> 2	>3	>4
+ 5				
+ 5				
- 5	si existen estructura construidas por el hombre			
- 5	si existe alguna sp. de árbol introducida (alóctona)** aislada			
-	si existen sp. de árboles alóctonas** formando comunidades			
10				
-	si existen vertidos de basuras			
10				

➤ **Grado de naturalidad del canal fluvial** Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

(Jaimez y Cuellar, 2002)

➤ **Sensibilidad familias índice BMWP**

FAMALIAS	PUNTAJES
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeraeidae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohephidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae	2
Tubificidae	1

(Roldán, 2016)

Anexo 8. Identificación de macroinvertebrados en laboratorio



Anexo 9. Análisis de muestras en laboratorio



Anexo 10. Registro fotográfico socialización



Anexo 11. Registro de encuesta y asistencia socialización



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: Omar Santiago Navarrete Cerón

CARRERA: Ingeniería en Ciencias Ambiental y Ecodesarrollo.

FECHA: 15 de Noviembre de 2019.

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Graciela Carabango	1723300289	PUCE-SI	Graciela
Francisco Pillajo	1003339981	PUCE-SI	
Joselin Yan	1003614501	PUCE-SI	
Damian Neja	172080801-1	PUCE-SI	Damian Neja
Kevin Flores	100398504	PUCE-SI	
Santiago Mafla	1002658799	PUCE-SI	
Pto Maudera	100280229-4	PUCE-SI	INDA
Jhanna Peña	100458410-6	PUCE-SI	Jhanna Peña
Nicole Lara	100308374-6	PUCE-SI	Nicole Lara
Maithe Calderón	100434045-2	PUCE-SI	
Richard Vaca	1004637177	PUCE-SI	
Victor Calderón	100285903-9	PUCE-SI	Victor Calderón
Elvis Perugachi	100365961-0	DUCE-SI	
Nicole Toban	100315680-4	PUCE-SI	Nicole Toban
Dennis Chavero	040187113-2	PUCE-SI	
Evelyn Canguán	040187431-8	PUCE-SI	
Ruth Tenorio	085026423-5	PUCE-SI	Ruth R Tenorio
Joselyn Andrade	100445769-1	PUCE-S	Joselyn Andrade



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

FECHA	15 de Noviembre de 2019.		
EXPOSITOR	Omar Santiago Navarrete Cerón		
LUGAR	DENTRO PUCESI	X	FUERA PUCESI

NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

DETALLE DE VALORACIÓN	1	2	3	4	5
ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN:					
1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?					
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?					
EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR:					
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?					
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?					
5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?					
MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN:					
6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?					
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?					
8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?					
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?					
REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO					
MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRÍAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD					
INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO					