

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE TIMBAMBO, ATUEN,
POMACOCHAS, CABILDO, VENTILLA Y SAN ANTONIO,
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS,
AMAZONAS (PERÚ), 2017**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. DEIRY YURITA SILVA FLORES

ASESOR: Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

CO-ASESOR: M.Sc. Ing. WAGNER GUZMÁN CASTILLO

CHACHAPOYAS – PERÚ

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE TIMBAMBO, ATUEN,
POMACOCHAS, CABILDO, VENTILLA Y SAN ANTONIO,
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS,
AMAZONAS (PERÚ), 2017**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. DEIRY YURITA SILVA FLORES

ASESOR: Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

CO-ASESOR: M.Sc. Ing. WAGNER GUZMÁN CASTILLO

CHACHAPOYAS – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios ante todo, por el don de la vida, por guiarme y acompañarme siempre, gracias señor por haberme permitido culminar este éxito en mi vida profesional. A mis padres y hermanos por animarme siempre e impulsarme a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A Dios: por haberme concebido salud durante todo este tiempo, darme fortaleza para nunca darme por vencida y seguir adelante, sabiduría para afrontar los retos de cada día, alegría y consuelo en los momentos difíciles.

A mis padres y hermanos por haberme apoyado incondicionalmente, durante el tiempo de vida universitaria, por haberme inculcado siempre valores para ser una mejor persona cada día.

Al Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres, Ing. Damaris Leyva Tafur, Ing. Jhesibel Chávez Ortiz e Ing. Elí Pariente Mondragón por su apoyo permanente y estímulo constante en la búsqueda del conocimiento y la información relevante, que ha hecho posible la culminación de la presente tesis.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y a los profesores de la Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental quienes con su apoyo permanente Científico y Tecnológico ha hecho posible la culminación de mi carrera profesional.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

RECTOR

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. Flor Teresa García Huamán

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada **Evaluación de las microcuencas de Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio, mediante la aplicación de índices ecológicos, Amazonas (Perú) 2017**, de la tesista egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

❖ Bach. Deiry Yurita Silva Flores

El suscrito da el visto bueno de la mencionada tesis dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación.

Chachapoyas, mayo de 2018.

.....
Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

ASESOR

JURADO EVALUADOR

.....

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

PRESIDENTE

.....

Ms. C. Segundo Manuel Oliva Cruz

SECRETARIO

.....

Ms. C. Rosalynn Yohanna Rivera López

VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Deiry Yurita Silva Flores, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, identificada con DNI N° 70805908.

Declaro bajo juramento que:

- ❖ Soy la autora de la tesis titulada: Evaluación de las microcuencas de Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio, mediante la aplicación de índices ecológicos, Amazonas (Perú), 2017; la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
- ❖ La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- ❖ La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- ❖ La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- ❖ Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mis acciones se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Chachapoyas, mayo de 2018.

.....
Deiry Yurita Silva Flores

DNI N° 70805908

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
JURADO EVALUADOR.....	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	viii
TABLA DE CONTENIDO.....	9
ÍNDICE DE TABLAS.....	12
ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Realidad Problemática.....	17
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Justificación.....	19
1.4. Hipótesis.....	20
1.5. Variables de estudio.....	20
II. OBJETIVOS.....	21
2.1. Objetivo General.....	21
2.2. Objetivo Específico.....	21
III. MARCO TEÓRICO.....	22
3.1. Antecedentes de la investigación.....	22
3.1.1. A Nivel Internacional.....	22
3.1.2. A nivel Local.....	23
3.2. Bases Teóricas.....	24
3.2.1. Índice de Hábitat Fluvial (IHF).....	24
3.2.2. Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR).....	25
3.2.3. Cuenca Hidrográfica.....	26
3.2.3.1. Divisiones de la cuenca hidrográfica.....	27
3.2.3.2. Los componentes de la cuenca.....	29

3.2.4. Gestión sostenible de recursos hídricos.....	29
La función hidráulica.....	30
La función de ensanchamiento y encaje.....	30
La función ecológica.....	30
La función reguladora de la temperatura y la luz.....	31
La función de depuración de las aguas.....	31
3.2.5. Funciones de los bosques de ribera.....	31
Regulan el microclima del río.....	32
Contribuyen a regular la forma y la dinámica del río.....	32
Hábitat ideal para gran número de especies animales y vegetales	33
Áreas de filtro frente a la entrada de sedimentos y sustancias	
contaminantes en el cauce.....	34
Zonas de acumulación de agua, materia orgánica y sedimentos.	34
Zona de recarga de masas de agua subterránea.....	35
Importantes valores paisajísticos.....	35
3.2.6. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la	
conservación de las especies.....	37
Evolución del paisaje fragmentado.....	37
Importancia de la Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad	38
3.3. Definición de términos básicos.....	38
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	44
4.1. Materiales, herramientas y/o equipos.....	44
4.2. Zona de estudio.....	44
a) Microcuenca Timbambo.....	44
b) Microcuenca Atuen.....	46
c) Microcuenca Pomacochas.....	48
d) Microcuenca Cabildo.....	48
e) Microcuenca Ventilla.....	48
f) Microcuenca San Antonio.....	52
4.3. Diseño de la investigación.....	52
4.4. Población.....	54
4.5. Muestra.....	54
4.6. Muestreo.....	54

4.7. Métodos.....	54
4.8. Técnicas.....	54
4.9. Instrumentos.....	54
4.10. Procedimientos.....	54
a) Delimitación de las microcuencas.....	55
b) Establecimiento de los puntos de muestreo.....	55
c) Índice de Bosque de Ribera (QBR).....	55
d) Índice de Hábitat Fluvial (IHF).....	58
e) Determinación del estado ecológico de las microcuencas.....	61
f) Análisis del estado ecológico de las microcuencas.....	61
4.11. Análisis de datos.....	61
V. RESULTADOS.....	62
5.1. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Timbambo.....	63
5.2. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Atuen.....	64
5.3. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Pomacochas.....	66
5.4. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Cabildo.....	67
5.5. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Ventilla.....	69
5.6. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca San Antonio.....	72
VI. DISCUSIÓN.....	75
VII. CONCLUSIONES.....	77
VIII. RECOMENDACIONES.....	78
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS	
ANEXO 1: Formato de campo para la determinación del Índice de Calidad de Bosque de Ribera Arbóreo (QBR).....	80
ANEXO 2: Formato de campo para la determinación del Índice de Calidad de Bosque de Ribera Pajonales (QBR).....	81

ANEXO 3: Formato de campo para la determinación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF).....	83
ANEXO 4: Trabajo de campo en la microcuenca Timbambo.....	84
ANEXO 5: Trabajo de campo en la microcuenca Cabildo.....	86
ANEXO 6: Trabajo de campo en la microcuenca Atuen.....	88
ANEXO 7: Trabajo de campo en la microcuenca Ventilla.....	90
ANEXO 8: Trabajo de campo en la microcuenca San Antonio.....	92
ANEXO 9: Trabajo de campo en la microcuenca Pomacochas.....	94
ANEXO 10: Trabajo en gabinete.....	95
ANEXO 11: Puntos de Muestreo.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de calidad según el QBR.....	58
Tabla 2: Rangos de calidad según el IHF.....	60
Tabla 3: Resultados del QBR en la microcuenca Timbambo.....	62
Tabla 4: Resultados del IHF en la microcuenca Timbambo.....	63
Tabla 5: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Timbambo.....	63
Tabla 6: Resultados del QBR en la microcuenca Atuen.....	64
Tabla 7: Resultados del IHF en la microcuenca Atuen.....	65
Tabla 8: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Atuen....	65
Tabla 9: Resultados del QBR en la microcuenca Pomacochas.....	66
Tabla 10: Resultados del IHF en la microcuenca Pomacochas.....	66
Tabla 11: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Pomacochas.....	67
Tabla 12: Resultados del QBR en la microcuenca Cabildo.....	67
Tabla 13: Resultados del IHF en la microcuenca Cabildo.....	68
Tabla 14: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Cabildo	68
Tabla 15: Resultados del QBR en la microcuenca Ventilla.....	69
Tabla 16: Resultados del IHF en la microcuenca Ventilla.....	70
Tabla 17: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Ventilla... 70	
Tabla 18: Resultados del QBR en la microcuenca San Antonio.....	72
Tabla 19: Resultados del IHF en la microcuenca San Antonio.....	72
Tabla 20: Especies de plantas identificadas en la microcuenca San Antonio.....	73
Tabla 21: QBR e IHF de las microcuencas objeto de estudio.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación del ciclo Hidrológico.....	26
Figura 2: Divisiones de la cuenca hidrográfica.....	27
Figura 3: Mapa de ubicación de la microcuenca Timbambo.....	45
Figura 4: Mapa de ubicación de la microcuenca Atuen.....	47
Figura 5: Mapa de ubicación de la microcuenca Pomacochas.....	49
Figura 6: Mapa de ubicación de la microcuenca Cabildo.....	50
Figura 7: Mapa de ubicación de la microcuenca Ventilla.....	51
Figura 8: Mapa de ubicación de la microcuenca San Antonio.....	53

RESUMEN

La degradación de los recursos naturales, entre ellos los bosques de ribera y hábitats fluviales, se han incrementado, debido a la necesidad de aumentar las zonas productivas agropecuarias y espacios urbanos. Las microcuencas de Timbambo, Atué, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio ubicadas en los distritos de Leymebamba y Molinopampa, también son parte de esta problemática, es por ello que en esta investigación evaluó la calidad de bosque de ribera mediante la aplicación del Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Habitat Fluvial (IHF), para ello primero se delimitó las microcuencas, luego se estableció los puntos de muestreo de acuerdo a la Metodología para la Evaluación Ecológica de los ríos Mediterráneos (FEM). Los resultados mostraron para Timbambo QBR 73 “Bosque ligeramente perturbado, calidad buena”, IHF 83 “Óptimo”, Atué QBR 50 “Alteración fuerte, mala calidad” e IHF 60 “Regular”, Pomacochas QBR 48 “Alteración fuerte, mala calidad” e IHF 70 “Óptima”, Cabildo QBR 65 “Inicio de alteración importante, calidad intermedia” e IHF “Óptima”, Ventilla QBR 48 “Alteración fuerte, mala calidad” e IHF 60 “Regular” y San Antonio QBR 55 “Inicio de alteración importante, calidad intermedia” e IHF 70 “Óptima”.

PALABRAS CLAVE: Microcuenca, bosque de ribera, hábitat fluvial, índices ecológicos.

ABSTRACT

The degradation of natural resources, including river forests and river habitats, has increased due to the need to increase productive agricultural areas and urban spaces. The Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla and San Antonio micro-basins located in the districts of Leymebamba and Molinopampa also participate in this problem, which is why this research assesses the quality of the river forest through the application of the Quality Index of Forest of Ribera (QBR) and Index of Fluvial Habitat (IHF), for it first the micro-basins were delimited, then the points of samples were established according to the Methodology for the Ecological Evaluation of the Mediterranean Rivers (FEM). The results shown for Timbambo QBR 73 "slightly disturbed forest, good quality", IHF 83 "Optimum", Atten QBR 50 "Strong alteration, poor quality" and IHF 60 "Regular", Pomacochas QBR 48 "Strong alteration, poor quality" e IHF 70 "Optima", Cabildo QBR 65 "Start of major alteration, intermediate quality" and IHF "Optimal", Ventilla QBR 48 "Strong alteration, poor quality" and IHF 60 "Regular" and San Antonio QBR 55 "Start of major alteration , intermediate quality "and IHF 70 "Optimal ".

KEYWORDS: Microbasin, riparian forest, fluvial habitat, ecological indexes.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El planeta actualmente cuenta con 7 300 millones de habitantes y para el año 2100 se estima que la población mundial será de 11 200 millones de personas, impulsada principalmente por el crecimiento demográfico en los países en vías de desarrollo, un fenómeno que presenta importantes problemas (ONU, 2015). Según el Banco Mundial (2015), la tasa de crecimiento poblacional mundial corresponde al 1,064% y en Perú es de 1,3%. A su vez, la Región Amazonas experimenta una tasa de crecimiento de 1,6% (INEI, 2015), que se ve reflejado en el aumento de las necesidades como la demanda de alimentos, energía y del territorio para uso agropecuario y urbano, repercutiendo en la degradación de los recursos naturales a escala masiva (FAO, 2011).

Dollfus (1996), considera como los procesos más destructivos los originados por la intervención humana; la introducción del ganado vacuno y la intensa actividad agrícola en zonas de bosques naturales. Según la FAO (2011), las actividades seguirán aumentando debido a que se prevé una producción agrícola mayor a 70% para el año 2030; en efecto cosechas más voluminosas, cultivos múltiples, periodos más breves de barbecho y lo más alarmante ampliación de la frontera agrícola producto de la deforestación para la instalación de nuevos campos de cultivo. Además, en los últimos 20 años se ha tenido un crecimiento exagerado en la demanda de carne con un índice anual de crecimiento de 5,5 % (FAO, 2011) lo cual ha traído la proliferación de grandes extensiones de pastos (Lazos-Ruíz, 2016).

La agricultura y ganadería son mayormente las principales causas de la deforestación de bosques naturales (España-Boquera y Champo-Jiménez, 2016). Un caso particular y de suma importancia es la depredación de bosques ribereños en los ríos y quebradas, que son amenazados por sustitución con cultivos agrícola, el encauzamiento de los tramos con potencial para la construcción de infraestructuras hidráulicas y en muchos casos por la introducción de especies invasoras (Valero, 2013). La intervención antrópica ha ido modificando la vegetación ribereña a lo largo de los años, paralelamente a esto afecta el hábitad fluvial que incluye caudal disponible y la calidad del agua (Silva & Arancibia, 2015). La estrecha relación que

tiene la vegetación de ribera con el estado del medio fluvial convierte las alteraciones de estos sistemas en serios problemas para el mantenimiento de las dimensiones y diversidad de arboledas (Palma *et al.*, 2009).

El desarrollo de métodos que permiten evaluar de manera rápida y efectiva el estado ecológico de los sistemas fluviales ha despertado un alto interés en el último tiempo. (Palma *et al.*, 2009). Esta situación es compleja, considerando que a medida que se avanza en la comprensión del comportamiento de ríos y arroyos, lo estamos haciendo sobre sistemas sujetos a una degradación y/o modificación de su estado natural (Allan, 2004). Por esta razón resulta indudable que se requiere de métodos que orienten a la gestión para mantener y restaurar estos complejos sistemas. (Palma *et al.*, 2009).

La evaluación del entorno en términos de su naturalidad se puede realizar fácilmente a través de índices de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) e índice de hábitat fluvial (IHF) (Pardo *et al.*, 2002) que no solo son integrativos, sino que permiten establecer protocolos de trabajos que siendo replicables, facilitan las comparaciones de distintos grupos de trabajo a manera de ajustar y estandarizar las metodologías propuestas, siendo por tanto una interesante herramienta de gestión de los recursos hídricos. (Palma *et al.*, 2009).

Ante los problemas que afectan la calidad de vida de la población, están los procesos económicos y productivos que ocasionan impactos negativos en el ambiente, la introducción de nuevos patrones de consumo y tecnologías, las formas de aprovechamiento de los recursos naturales existentes en el país y el crecimiento poblacional, esta política define la necesidad de la realización de investigaciones acerca de la calidad del entorno ecológico de los Bosques de Ribera y Hábitats Fluviales (Cabrera-Amaya & Rivera-Díaz, 2016).

1.2. Formulación de problema

¿Cuál será el estado del bosque de ribera en las microcuencas de Timbambo, Atué, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio, Amazonas (Perú), 2017?

1.3. Justificación

Las zonas ribereñas con abundante vegetación nativa, han sido reconocidas como áreas de importancia ecológica, no sólo por el aporte de material orgánico al sistema (Cummins, 1974), sino también por una serie de otras funciones que cumplen. La protección de los recursos naturales es vital ya que es parte de los instrumentos que tienen como finalidad mejorar la competitividad y orientar el desarrollo sostenible del país.

Los bosques de ribera ocupan un lugar preponderante en los procesos físico-bióticos del paisaje a diferentes escalas (Naiman *et al.*, 2005) ya que conservan el agua aumentando la infiltración, reduciendo la velocidad de escorrentía, la erosión superficial, moderando la sedimentación, asimismo desempeñan un transcendental papel al filtrar los contaminantes del agua, regular el rendimiento y el flujo hidrológico, moderan las inundaciones, disminuyen la salinización (FAO, 2010), ofrecen refugio y lugares de cría para la fauna de ríos, proveen materia orgánica a los sistemas lóticos y regulan agroquímicos provenientes de las cuencas altas (Naiman *et al.*, 2005).

Cabrera-Amaya & Rivera-Díaz (2016), consideran la toma de decisiones en torno a la conservación, el uso y el manejo de los bosques ribereños depende de la información solidificada sobre las especies de plantas que los componen, la forma en que éstas se distribuyen en el espacio y las comunidades que constituyen. Sin embargo, la mayor parte de la información de este tipo no se encuentra publicada formalmente o es de acceso limitado. Por esta razón, es importante determinar los Índices de Hábitat Fluvial (IHF) e índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) de bosques ribereños de las cuencas.

Esta investigación es de importancia por su gran valor ambiental y social ya que todo entorno natural incide de manera decisiva en la calidad ecológica del cauce en términos de calidad de agua y biota asociada (Bonada *et al.*, 2002). El cual beneficiará a la comunidad en general para ejecutar planes y programas enfocados a la restauración y conservación de los ríos. Además, los resultados obtenidos serán utilizados como información base para otras investigaciones que se puedan realizar de las microcuencas de Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio en los distritos de Leymebamba y Molinopampa.

1.4. Hipótesis

Si la calidad del bosque de ribera de las microcuencas Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio está relacionado con los impactos antrópicos entonces, el Índice de Bosque de Ribera e Índice de Habitat Fluvial permite conocer el estado ecológico de las microcuencas.

1.5. Variables de estudio

Variable Dependiente

Índice ecológico de las microcuencas Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio.

Variables Independientes

- ❖ Estado del bosque de ribera
- ❖ Grado de cubierta de la zona de ribera
- ❖ Estructura de la cubierta
- ❖ Calidad de la cubierta
- ❖ Grado de naturalidad del canal fluvial
- ❖ Inclusión rápidos-sedimentación pozas
- ❖ Frecuencia de rápidos
- ❖ Composición de substrato.
- ❖ Regímenes de velocidad / profundidad
- ❖ Porcentaje de sombra en el cauce
- ❖ Elementos heterogeneidad
- ❖ Cobertura y vegetación acuática

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- ❖ Evaluar el estado del bosque de ribera de las microcuencas de Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio, Amazonas (Perú) 2017.

2.2. Objetivo Específico

- ❖ Delimitar las microcuencas de Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio.
- ❖ Aplicar el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Habitat Fluvial (IHF) en los puntos de muestreo de las microcuencas Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio.
- ❖ Evaluar el estado del Bosque de Ribera y Hábitats Fluviales de la microcuenca Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio para determinar su calidad ecológica.
- ❖ Proponer acciones de restauración de los bosques de ribera y hábitats fluviales de las microcuenca Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

3.1.1. A Nivel Internacional

Cabrera-Amaya & Rivera-Díaz (2016), caracterizaron la composición florística y aspectos de la estructura de la vegetación en bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto (Colombia, Casanare), utilizando la información de nueve parcelas de 20 x 50 m (1000 m²), donde midieron el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total y cobertura de la copa. Analizaron la riqueza y los valores de importancia por especie y por familia. Realizaron un análisis para establecer una clasificación local de los tipos de bosque, los cuales se describieron en términos de clases diamétricas y altimétricas, diagramas estructurales e índice de predominio fisionómico. Se registraron 185 especies, 127 géneros y 56 familias, la mayor riqueza florística se agrupó en las familias Rubiaceae, Moraceae, Myrtaceae, Fabaceae y Bignoniaceae y en los géneros *Ficus*, *Piper*, *Psychotria* e *Inga*. Las familias con mayor Índice de Valor de Importancia por familia (IVF) fueron *Arecaceae*, *Fabaceae*, *Euphorbiaceae*, *Moraceae* y *Verbenaceae*. Las especies más importantes según su Índice de Valor de Importancia (IVI) fueron: *Attalea butyracea*, *Clarisia biflora*, *Sarcaulus brasiliensis*, *Dendropanax arboreus* e *Inga interrupta*. Se encontraron seis comunidades, de las cuales sólo la primera se ha mencionado con anterioridad: 1) Palmar de *Mauritia flexuosa* y *Euterpe precatoria*, 2) Bosque de galería de *Copaifera pubiflora* y *Homalium racemosum* 3) Bosque de vega de *Discocarpus spruceanus* y *Sloanea terniflora*, 4) Bosque de vega de *Attalea butyracea* y *Garcinia madruno*, 5) Bosque de galería de *Attalea butyracea* e *Inga interrupta*, y 6) Bosque de vega *Attalea butyracea* y *Clarisia biflora*. Los bosques presentaron múltiples estratos con alturas del dosel desde los 18 m sobre las riberas de los caños, hasta 25 m en las vegas de los ríos.

Haun & Fortes (2015), utilizaron los Índices de Hábitat Fluvial, Bosque de Ribera y macrófitas para la determinación de calidad del recurso hídrico del estero Catapilco, región de Valparaíso. Para ello establecieron seis (6) estaciones a lo largo de la cuenca, aplicando en cada una de ellas el Índice

de Hábitat Fluvial, Índice de Calidad Bosque de Ribera y el Índice de Macrófitas. Los resultados fueron correlacionados utilizando la metodología de Spearman (1904), con los análisis físicos y químicos realizados al agua. El análisis de la calidad del agua del Estero Catapilco mostró que estas no se encontraban en la mejor condición. La correlación con muestreos físicos y químicos de las aguas, mostró marcadas diferencias entre ambas metodologías. Esta situación puede deberse a la baja diversidad de especies nativas y un número importante de especies introducidas, lo que incide directamente con los valores entregados por los índices. Asimismo se observó que los cambios en el uso de suelo, el aumento de plantaciones forestales, están influyendo en la cantidad del recurso hídrico disponible en la cuenca.

Posada & Arroyave (2015), aplicaron el índice de calidad del bosque de ribera (QBR) en la cuenca de un río interandino tropical. Dado que el QBR fue desarrollado para la evaluación de la calidad de los retiros ribereños de ríos mediterráneos, fue necesario adaptarlo para su aplicación en el trópico. Con este índice evaluaron 50 tramos a lo largo de 20 km de la zona baja de la cuenca del río La Miel, Caldas, Colombia. Encontraron que el 86 % del área de estudio presentaba una calidad no óptima, donde la cobertura vegetal es pasto principalmente. Solo un 14 % del área presentó una cobertura de bosque natural con buena conectividad. Se caracterizó la vegetación natural de la zona y con base en estos resultados se propusieron cinco estrategias de restauración ecológica: franja de protección de orillas, arreglos agrosilvopastoriles, asistencia a la regeneración natural, enriquecimiento de rastrojos y conservación de bosques.

Palma *et al.*, (2009), realizaron un estudio en el cual evaluaron la condición ecológica de la parte alta del estero Nonguén (primeros cinco kilómetros) durante dos periodos estacionales, evaluando 5 transectos de 100 m separadas aproximadamente por un kilómetro. Para ello aplicaron dos índices desarrollados para climas mediterráneos en la península ibérica: el índice de calidad de ribera (QBR) y el índice de hábitat fluvial (IHF). Los

resultados indicaron que estos índices entregan una aproximación confiable de la calidad de la ribera del río y del cauce mismo. Se discute sobre su adaptabilidad para sistemas fluviales en general.

3.1.2. A nivel Local

Villamarín *et al.*, (2014), realizaron la caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. Los muestreos se realizaron entre octubre 2007 y octubre 2008, coincidiendo con la época seca en ambos países. En cada localidad se midieron tanto parámetros físicos y químicos (temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, fosfatos, nitritos, nitratos, amonio, etc.) como hidromorfológicos (altitud, índice de calidad riparia (QBR), calidad y naturalidad de la cubierta vegetal de la ribera, naturalidad del canal fluvial, índice del hábitat fluvial (IHF), frecuencia de rápidos, composición del sustrato). A nivel regional (entre cuencas) la mineralización, las características hidromorfológicas y la heterogeneidad del hábitat mostraron ser los factores de mayor importancia para explicar la variabilidad encontrada. La temperatura, oxígeno disuelto y heterogeneidad del hábitat fueron los parámetros relevantes en el gradiente altitudinal, mientras que la mineralización lo fue en el gradiente latitudinal. La significación o importancia de un factor u otro parecen estar determinados en gran medida por el nivel espacial estudiado (localidad, cuenca, región). Sin embargo, determinaron que a nivel regional la altitud y las variables que cambiaron con ella, como temperatura y oxígeno disuelto, son siempre significativas independientemente de la ubicación latitudinal de la cuenca.

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

Valora aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats (Pardo *et al.*, 2002) y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente, como son la frecuencia de rápidos, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión del

sustrato y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos (Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2002).

También se evalúa la presencia y dominancia de distintos elementos de heterogeneidad, que contribuyen a incrementar la diversidad de hábitat físico y de las fuentes alimenticias, entre ellos materiales de origen alóctono (hojas, madera) y de origen autóctono, como la presencia de diversos grupos morfológicos de productores primarios. Se confirma la dependencia de la calidad biológica (índices biológicos y número de familias) de la calidad del hábitat (Pardo *et al.*, 2002).

3.2.2. Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR)

Uno de los primeros pasos para la restauración ecológica de un ecosistema es evaluar su situación actual (Vargas, 2011). Un método usado para esa evaluación es estimar el índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR por las siglas en catalán: Qualitat del Bosc de Ribera) presentado por Munné, *et al.* (1998) y Munné, *et al.*, (2003). El QBR fue diseñado y desarrollado para la evaluación de la calidad de los retiros ribereños (Munné *et al.*, 1998; Munné *et al.*, 2003) y se basa en cuatro aspectos principales: el grado, la estructura y la calidad de cobertura vegetal natural de la zona ribereña y el grado de alteración del canal fluvial. (Munné, *et al.*, 1998; Munné, *et al.*, 2003). En la primera sección (grado de cobertura vegetal natural de la zona ribereña) la calidad del ecosistema ribereño disminuye a medida que se pierde la vegetación nativa y la conectividad con los ecosistemas adyacentes. La segunda sección evalúa la estructura de la cobertura vegetal, mediante el análisis de similitud entre la cobertura vegetal existente y la vegetación que debería estar presente de manera natural en la zona ribereña. La tercera sección evalúa la calidad de la cobertura vegetal, y hace referencia específicamente a su naturalidad y complejidad. La naturalidad está relacionada con las especies arbóreas nativas que se tendrían que encontrar en una situación sin alteración de ribera, y la complejidad incluye diferentes elementos como la continuidad a lo largo del río de las comunidades vegetales naturales, la disposición en galería de las diferentes comunidades o la existencia de distintas especies arbóreas y arbustivas. La

cuarta sección califica el grado de alteración del canal fluvial, teniendo en cuenta no solo las modificaciones en el lecho de la corriente, sino también, las alteraciones en las riberas (Munné *et al.*, 1998; Munné, *et al.*, 2003).

3.2.3. Cuenca Hidrográfica

Alfaro *et al.*, (2006), refiere a cuenca hidrográfica el área drenada por un río. La cuenca es una unidad natural hidrológica y geofísica, con límites determinados que facilitan la planificación y el aprovechamiento de sus recursos. Los límites de la cuenca dependen de su topografía y están definidos por la línea divisoria de aguas. En la cuenca es posible efectuar un balance del ciclo hidrológico (Figura 1), cuantificando con mayor precisión el agua disponible. Asimismo, las cuencas hidrográficas facilitan la percepción del efecto negativo de las acciones del hombre sobre su entorno, evidenciándolas en la contaminación y en la calidad del agua evacuada por la cuenca, quedando claro, que el agua es el recurso integrador y el producto resultante de la cuenca.

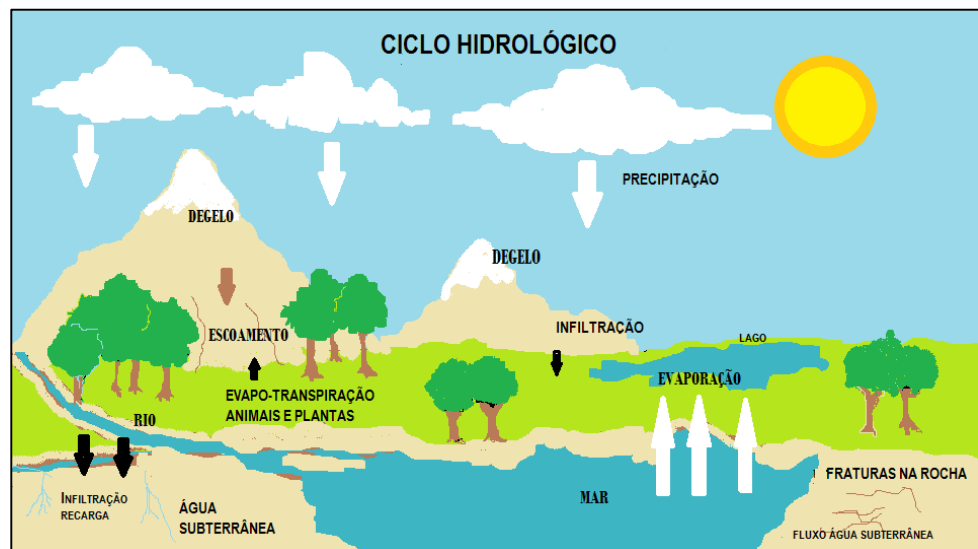


Figura 1: Representación del ciclo Hidrológico

Fuente: Aranda, 1984

El movimiento del agua en la cuenca conecta e integra sus partes, presentando a esta unidad natural como un arquetipo de sistema. Es decir, como una entidad en la cual sus componentes están dispuestos en una agrupación de elementos ligados y mutuamente dependientes, de manera que conforman una unidad y actúan como tal. Esta figura se da muy

claramente en las cuencas hidrográficas, en su arreglo jerárquico como cuencas, subcuencas y microcuencas, y en la respuesta de conjunto de los procesos biofísicos, naturales o alterados por la actividad humana, que tienen lugar dentro de sus límites. Es importante indicar que la cuenca hidrográfica no es un simple plano de dos dimensiones, sino un espacio tridimensional limitado hacia arriba por la interface del horizonte superior de sus suelos, sus superficies libres de agua y la parte aérea de su vegetación con la atmósfera; y hacia abajo, por los estratos de su subsuelo que incluyen las aguas subterráneas, el regolith -es decir, material en partículas y fraccionado del suelo- y la roca subyacente, los que pueden ser afectados por los procesos naturales o antrópicos -Originados por la acción del hombre- que tienen lugar en la cuenca o, a su vez, afectarlos. Se debe destacar el caso bastante común de la no coincidencia entre la divisoria de aguas que se ubica en la superficie de la cuenca y la de sus aguas subterráneas. Esta diferencia hace que se produzcan transvases naturales subterráneos entre cuencas vecinas que pueden variar el balance hídrico.

3.2.3.1. Divisiones de la cuenca hidrográfica

La cuenca puede subdividirse de varias formas, siendo común el uso del término sub cuenca para denominar a las unidades de menor jerarquía, drenadas por un tributario del río principal (Figura 2). El término microcuenca se emplea para definir las unidades hidrográficas más pequeñas dentro de una cuenca principal. Esta subdivisión de las cuencas permite una mejor priorización de las unidades de intervención o tratamiento.

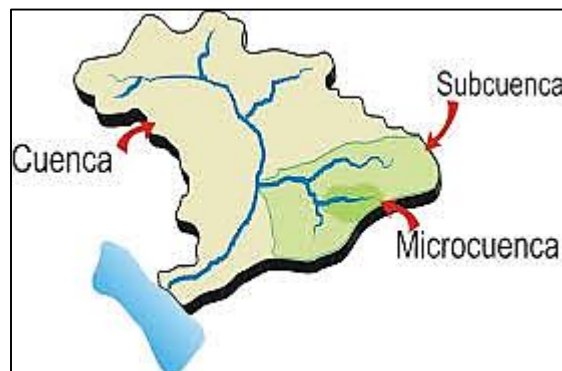


Figura 2: Divisiones de la cuenca hidrográfica

Fuente: Melville, 1997

Otra forma de dividir las cuencas hidrográficas, de útil aplicación en las cuencas andinas y basada en la elevación relativa de sus partes, da lugar a los tipos de cuenca alta, media y baja. La primera es conocida también como cabecera de la cuenca, cuenca de recepción, cuenca húmeda y se considera, en general, la parte de la cuenca que, por su posición, capta y almacena en los nevados y glaciares de sus cumbres y en las lagunas y represamientos de sus altiplanicies la mayor parte de los aportes de la precipitación y tiene una cobertura vegetal típica de pastos o bosques y menor presión demográfica. A la parte media de la cuenca, de mayor pendiente relativa, con un caudal caracterizado por torrentes turbulentos, se le denomina también zona de transporte de sedimentos o de escurrimiento. La parte baja de la cuenca, de menor pendiente relativa, con un caudal de flujo continuo, cauce definido y amplia planicie de inundación, suele llamarse cono de deyección o zona de depósito. En esta parte, el uso de la tierra es predominantemente agrícola, con gran presión poblacional, extensas áreas urbanas e importante demanda de agua. La relación entre la parte alta y la baja de las cuencas es generalmente conflictiva por los efectos negativos que suele tener el uso de los recursos en las zonas elevadas sobre las áreas bajas. Una división transversal de la cuenca, en sentido paralelo al curso del río, da lugar a la identificación de partes que tienen importancia práctica en la intervención del hombre en ella con fines de manejo. De esta forma, se observa el área central de la cuenca conformada por el espacio de dominio del río que incluye su cauce y su planicie de inundación. A ambos lados continua el área de valle, de ocupación agrícola, con asentamientos rurales o urbanos, seguida por las áreas de laderas en las cuales se hallan los terrenos marginales para uso agrícola y poblacional tradicionales. Dentro de estas subunidades, cauce, valle y ladera, es posible identificar con mayor precisión las llamadas áreas específicas de tratamiento.

3.2.3.2. Los componentes de la cuenca

Los principales componentes que establecen el funcionamiento de una cuenca son los de generación antrópica y elementos naturales. Dentro de los naturales están los componentes bióticos como el hombre, la flora y la fauna; y los componentes abióticos como el agua, el suelo, el aire, los minerales, la energía y el clima. Los elementos de generación antrópica, o generados por el hombre, pueden ser de carácter socioeconómico y jurídico-institucional. Entre los primeros tenemos la tecnología, la organización social, la cultura y las tradiciones, la calidad de vida y la infraestructura desarrollada. Entre los elementos jurídico-institucionales tenemos las políticas, las leyes, la administración de los recursos y las instituciones involucradas en la cuenca. Los componentes abióticos y bióticos están condicionados por las características geográficas (latitud, altitud), geomorfológicas (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas (orogénicas, volcánicas y sísmicas) y demográficas. En su evolución y búsqueda de la satisfacción de sus necesidades, el hombre origina los elementos antrópicos al reconocer y aprovechar los elementos de la oferta ambiental para satisfacer sus necesidades; aquellos elementos se vuelven recursos. Consecuentemente, el aprovechamiento de estos recursos produce impactos que pueden ser benéficos o nocivos.

3.2.4. Gestión sostenible de recursos hídricos

Las obras estructurales para el control de crecidas y protección frente a éstas, por ejemplo, presas y embalses, diques o canalizaciones, pueden alterar los regímenes de flujo, modificar la forma del río o separar los cauces de sus planicies de inundación. De esa manera, tienden a dificultar los procesos ecológicos y morfológicos naturales y a simplificar demasiado el corredor fluvial, lo que resulta en un ecosistema homogéneo en el espacio, que no puede proporcionar características de hábitat variadas para que exista una diversa gama de especies.

Por lo tanto, es importante mantener la estructura y función de los ecosistemas fluviales porque la mayoría de los servicios ecosistémicos suministrados por los corredores fluviales dependen de ellas y se pierden cuando se simplifican los ríos (Organización Meteorológica Mundial y Global Water Partnership, 2006).

Afonso & Coelho (2012), señalan que los principios de la gestión sostenible de los recursos hídricos se sustentan en principios como:

La función hidráulica

Es generalmente la primera función reconocida por todos, permite separar excedentes que no infiltran o que no quedan retenidos en las áreas de influencia de las cuencas hidrográficas. No obstante, en esta función es necesario introducir el concepto de normal esorrentía de las aguas, relacionado intrínsecamente con la limitación física de los materiales y revestimientos que componen los lechos, taludes y márgenes de los cursos de agua. Así, la función hidráulica asociada a la normal esorrentía de las aguas es aquella que permite el drenaje de las aguas sin aparición de fenómenos de inestabilización o erosión generalizada o que ponga en cuestión la morfología y las vegetaciones originales y naturales de los sistemas de drenaje.

La función de ensanchamiento y encaje

Intrínsecamente relacionada con la anterior, esta función se produce cuando los caudales exceden la capacidad hidráulica de los lechos, extravasando hacia los márgenes. Este fenómeno permite el almacenamiento temporal de importantes volúmenes de agua en tránsito y aliviar la capacidad hidráulica del lecho.

La función ecológica

Los lechos, taludes y márgenes constituyen hábitats y corredores únicos para la preservación de la biodiversidad y del equilibrio ecológico del

territorio. En la planificación y gestión ambiental, es reconocida la enorme importancia ambiental de los corredores ribereños.

La función reguladora de la temperatura y la luz

La vegetación existente en los taludes y márgenes permite la regulación de la temperatura y condiciona la cantidad de luz que incide sobre las masas de agua. Existe una relación directa entre la calidad de las masas de agua y los factores abióticos, temperatura y luz; por ejemplo, el oxígeno disuelto disminuye con el aumento de la temperatura, lo que propicia el inicio de procesos biológicos complejos que culminan generalmente con la muerte de peces, invertebrados y un mal estado ecológico de los medios acuáticos.

La función de depuración de las aguas

El fenómeno de bioretención de nutrientes y contaminantes aportado por los cursos de agua sucede cuando las aguas discurren por medios más o menos naturalizados, con bajas velocidades de escorrentía y abundante vegetación en los lechos. Esta función salvaguarda efectivamente los medios acuáticos de procesos de eutrofización. Sánchez-Veliz & García-Núñez (1999), señalan “Muchos autores indican que los análisis químicos solo son una “fotográfica instantánea”, y los efectos de los contaminantes se detectan si son dispuestos en el momento. Es decir, los resultados son puntuales en la dimensión cronológica y no revelan mucho de la evolución (disolución) de una carga contaminante y la capacidad resiliente y amortiguadora de los ecosistemas acuáticos. Como una alternativa a estos procedimientos, desde hace varios años muchos países han generado conocimientos y desarrollado técnicas de biomonitorio basadas en indicadores biológicos, a través de la evaluación de reacciones e índices de sensibilidad de organismos vivos ante la presencia de sustancias contaminantes en las corrientes de agua”.

3.2.5. Funciones de los bosques de ribera

Las funciones y servicios ambientales que prestan las riberas tienen un carácter múltiple. Son además de especial relevancia para la gestión, ya que aglutinan, de manera combinada, beneficios de diversa índole para los

ecosistemas naturales y para el ser humano (Sánchez-Mata & De la Fuente, 1986; Naiman *et al.*, 2005). Un buen estado del entorno natural incide de manera decisiva en la calidad ecológica del cauce en términos de calidad de agua y biota asociada (Bonada *et al.*, 2002).

Por lo que respecta a los principales servicios ambientales de las áreas ribereñas, es posible destacar los siguientes:

Regulan el microclima del río

La existencia de un microclima en el medio ribereño es consecuencia del control que ejerce la vegetación de ribera sobre las condiciones climáticas básicas del medio (temperatura, luz, velocidad del viento y humedad), y de la propia influencia de la lámina de agua del río. El microclima ribereño tiene una fuerte influencia sobre diversos aspectos y procesos de la ecología fluvial, como los ciclos de nutrientes, los mecanismos edáficos, o la cantidad y calidad de los hábitats faunísticos y florísticos. En el caso de la luz, la radiación solar que alcanza el interior del dosel vegetal viene determinada por la altura de la vegetación, la densidad de la cubierta, la anchura del cauce, y su orientación con relación al sol. La luz supone un factor básico para la producción primaria de las plantas acuáticas, de la que depende además, en gran medida, la temperatura del agua, y por extensión, el metabolismo y la actividad de los organismos acuáticos.

Contribuyen a regular la forma y la dinámica del río

Las riberas fluviales juegan un papel activo en la configuración morfodinámica del río. En especial, mediante su capacidad para sustentar formaciones vegetales, que desempeñan, a su vez, un rol determinante en dicha configuración. Existen al menos cuatro tipos de mecanismos por los que la vegetación de ribera influye activamente en la dinámica del río. Dos de ellos son de tipo abiótico: la resistencia de la vegetación al flujo de agua y el efecto de los sistemas radiculares sobre la erosión potencial de las riberas. Otros dos son de carácter biótico: las estrategias reproductivas adoptadas por las especies vegetales, y la naturaleza, magnitud y época de

dispersión de los propágulos. Estos mecanismos bióticos son de extrema importancia, ya que influyen en la distribución temporal y en la capacidad colonizadora de la vegetación. Las formaciones vegetales ribereñas tienen influencia en la práctica totalidad de los procesos erosivos que se desarrollan en estas zonas. Diferentes trabajos han estudiado la tasa de erosión en riberas vegetadas y no vegetadas, evidenciando que los cauces cuyas márgenes están bien vegetadas migran de manera más lenta que aquellos que no cuentan con unas formaciones vegetales de cierta entidad, y que los cauces vegetados son, por lo general, más estrechos que los no vegetados. Ambos aspectos tienen una probada trascendencia sobre los usos humanos existentes en las márgenes del río, y sobre la configuración ecológica y morfológica del río.

Hábitat ideal para gran número de especies animales y vegetales

Las especiales condiciones microclimáticas y la disponibilidad de agua, materia orgánica y nutrientes convierten a las zonas ribereñas en un hábitat de gran calidad para numerosos organismos acuáticos y terrestres. La heterogeneidad de ambientes que es posible encontrar las riberas, como consecuencia de su morfología cambiante y de su mayor o menor grado de interacción con la hidrología fluvial explica igualmente esta capacidad para albergar diferentes hábitats. A su vez, la presencia de las especies de flora y fauna contribuye a la redistribución de energía y nutrientes a lo largo y ancho del espacio ribereño. El efecto final de esta sinergia es el incremento de la heterogeneidad espacio-temporal de las distintas zonas ribereñas, y la creación de nuevos mosaicos ecológicos. Esta función de refugio de biodiversidad puede ser especialmente importante en ámbitos muy agresivos para los ecosistemas fluviales, como son las zonas urbanas, o aquellas zonas de carácter rural que se enfrentan a una fuerte presión antrópica.

Áreas de filtro frente a la entrada de sedimentos y sustancias contaminantes en el cauce

La ribera actúa como un efectivo filtro frente a la entrada de contaminantes procedentes de las zonas agrícolas e industriales adyacentes. Esta función de filtro se ve favorecida por su posición en el territorio, y por los procesos geomorfológicos, hidrológicos y bióticos que son característicos del medio ribereño. Su carácter de ecotono entre el medio terrestre y acuático hace que todas las aguas de escorrentía que llegan al cauce, procedente de su cuenca vertiente, deban atravesar este filtro, bien sea de forma superficial, sub-superficial o subterránea. La vegetación que sustenta la ribera es capaz de retener, además, nutrientes disueltos, como nitrógeno, fósforo, calcio o magnesio. Este hecho es especialmente evidente en el caso de la primera de estas sustancias, ya sea por desnitrificación, asimilación, retención por la biota, o mineralización. La vegetación de ribera no solo es capaz de filtrar las aguas de escorrentía, sino que también intercepta y retiene, por mecanismos similares, los nutrientes que fluyen por los cauces. En el caso de los sedimentos en suspensión, y de los contaminantes asociados a ellos, los bosques de ribera tienen también una alta capacidad de remoción, a través de diversos procesos de erosión, sedimentación, infiltración y dilución.

Zonas de acumulación de agua, materia orgánica y sedimentos

Los flujos de materia y energía existentes en las zonas de ribera se hallan relacionados con los que se producen en los ambientes acuáticos asociados. Posiblemente, el más conocido y estudiado es el que se produce a través de la caída de restos vegetales al cauce, procedentes de la vegetación ribereña. Esta entrada de materia orgánica puede suponer, sobre todo en los ríos de orden inferior, un elevado porcentaje del total que circula por el cauce. La cantidad de materia entrante es función de la morfología del cauce y de la estructura y composición del bosque ripícola. Una vez que alcanza la superficie del agua, esta materia orgánica se descompone gracias a la acción de diferentes especies de invertebrados, microbios y hongos, que en muchos casos dependen directamente para su supervivencia de estos restos

vegetales. Posteriormente, estos organismos son la base de las cadenas tróficas propias del medio ribereño.

Zona de recarga de masas de agua subterránea

Por su papel de zonas de acumulación de agua, materia orgánica y sedimentos, las riberas fluviales constituyen también espacios netos de recarga de las masas subterráneas. La textura, estructura, permeabilidad y profundidad de los suelos ribereños los convierten en zonas favorables para la infiltración de las aguas fluyentes a lo largo del río. La vegetación de ribera contribuye por su parte al proceso, incrementando el tiempo de residencia de las aguas en los terrenos ribereños, y favoreciendo que los atributos edáficos anteriormente mencionados presenten unas condiciones adecuadas para la recarga. La función de recarga está siempre asociada al mantenimiento de unos estándares de calidad de las riberas, puesto que la fragilidad de los suelos ribereños conlleva la minimización o eliminación de las condiciones favorables a la recarga ante diferentes presiones exteriores.

Importantes valores paisajísticos

Las riberas ofrecen una amplia gama de valores estéticos y culturales, en relación con diferentes factores de su fisonomía, como el relieve, las formaciones vegetales que sustentan, o los usos y costumbres tradicionales que en ellas se desarrollan. Las riberas fluviales cuentan, por sus propias características estructurales y funcionales, con un peso específico considerable en el paisaje fluvial (entendido como aquel que tiene su origen o dinámica en un río). Destacan especialmente por su heterogeneidad espacial, y por asociarse, en términos de ecología del paisaje, a diversos componentes básicos en la organización espacial del territorio: bordes o ecotonos, corredores, hábitats y nodos. Por lo que respecta a la función ecotono, el marcado carácter transicional de las riberas se ve reforzado, como se indicó en la introducción, en entornos climáticos áridos o semiáridos (dentro de los cuales se ubican buena parte de las cuencas españolas). En estas situaciones, el gradiente de humedad edáfico es abrupto desde el cauce hacia el exterior. En cuanto a la función corredor, es

probablemente uno de los atributos más reconocibles en las zonas ribereñas, ya que la dimensión longitudinal del sistema fluvial suele ser dominante a lo largo de todo su curso, y esto convierte a las riberas en espacios-corredor, en el contexto de la matriz territorial en la que se disponen. Por ello, las riberas favorecen la percepción de territorios físicamente alejados, pero sensorialmente cercanos.

3.2.6. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies

Las especies suelen presentar patrones de distribución discontinuos producidos por la variación espacial de las condiciones ambientales que determinan la calidad de sus hábitats. Además, el régimen natural de perturbaciones producidas por la caída de grandes árboles, corrimientos de tierra, inundaciones, incendios, huracanes, etc. da lugar a cambios continuos en la estructura del territorio generando un paisaje heterogéneo (Hansson *et al.*, 2012). Una imagen muy familiar, por ejemplo, es la destrucción y fragmentación de los bosques por la expansión de cultivos y pastizales, o la eliminación de los terrenos agrícolas en beneficio de las áreas urbanas. En todos estos casos, las especies de los hábitats en retroceso ven mermar el territorio disponible a la vez que se enfrentan a una creciente atomización de sus poblaciones. De esta forma, el hombre ha alterado en su propio beneficio la mayor parte de la tierra emergida útil (Loh y Wackernagel, 2004). No ha de extrañar, por tanto, que la reducción y fragmentación de los hábitats naturales o semi-naturales de nuestro planeta, con su secuela de pérdida de especies, esté considerada como una de las amenazas más frecuentes y ubicuas para la conservación de la biodiversidad (Turner, 1996).

Evolución del paisaje fragmentado

Con la fragmentación y destrucción de un hábitat se produce un cambio progresivo en la configuración del paisaje que puede definirse adecuadamente mediante las tendencias de cinco variables paisajísticas que

cambian simultáneamente y que tienen, en conjunto, una incidencia perniciosa sobre la supervivencia de las especies afectadas (Andrén, 1994).

Una pérdida regional en la cantidad de hábitat, con la consiguiente reducción del tamaño de las poblaciones de los organismos afectados. Como consecuencia, disminuye la densidad regional de las especies (número de individuos por unidad de superficie en toda la región considerada), un buen índice de su capacidad para restañar extinciones puntuales mediante el aporte de individuos desde sectores menos alterados.

Una disminución del tamaño medio y un aumento del número de los fragmentos de hábitat resultantes. Esta tendencia reduce progresivamente el tamaño de las poblaciones mantenidas por cada uno de los fragmentos, aumentando así el riesgo de que alcancen un umbral por debajo del cual son inviables.

Un aumento de la distancia entre fragmentos, con la consiguiente dificultad para el intercambio de individuos entre las poblaciones aisladas, así como para reponerse, por recolonización, de una eventual extinción.

Por último, se produce un aumento de la relación perímetro/superficie y, por consiguiente, una mayor exposición del hábitat fragmentado a múltiples interferencias procedentes de los hábitats periféricos, conocidos genéricamente como matriz de hábitat. Se da así un creciente efecto de borde que origina un deterioro de la calidad del hábitat en regresión, afectando a la supervivencia de las poblaciones acantonadas en los fragmentos.

Salvo excepciones, las tendencias descritas se manifiestan conjuntamente a lo largo de los procesos de destrucción y fragmentación del hábitat, dando lugar a paisajes en los que, en fases avanzadas, faltan muchas de las especies originales (Andrén, 1994). A esta pérdida de especies, que no es sino una suma de extinciones regionales, se llega a través de dos pasos: 1) una reducción progresiva de los tamaños de población en cada uno de los

fragmentos de hábitat formados, así como a la escala de todo el paisaje. 2) una pérdida definitiva de poblaciones en los fragmentos (extinciones locales). En suma, la reducción, fragmentación y deterioro del hábitat terminan por producir una atomización de las distribuciones originales en subpoblaciones cada vez más pequeñas y aisladas, sometidas a problemas crecientes de viabilidad genética y demográfica (Frankham, 1995; Hedrick, 2001). Además, no cesa de aumentar el número de trabajos que prueban que en las etapas finales de los procesos de fragmentación las condiciones son tan restrictivas que pueden afectar negativamente a parámetros tales como la condición corporal, el esfuerzo reproductivo, la estabilidad durante el desarrollo, el comportamiento, etc. (Lens y van Dongen, 1999; Tellería *et al.*, 2001, Tomimatsu y Ohara, 2002; Luck 2003, Díaz *et al.*, 2005).

Importancia de la Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad

Los ecosistemas y la biodiversidad que albergan son el soporte vital de la Tierra dependemos de ellos, para el aire que respiramos, la comida que comemos y el agua que bebemos. Los humedales filtran los contaminantes del agua; las plantas y árboles reducen el calentamiento global absorbiendo el carbono, los microorganismos descomponen la materia orgánica y fertilizan el suelo, para proveer los alimentos. La biodiversidad ayuda a polinizar las flores y cultivos y también provee comida y medicinas para nuestro bienestar. Sin ella no seríamos capaces de sobrevivir (Armesto *et al.*, 1992)

3.3. Definición de términos básicos

Biomonitoreo: Deriva de (bio = vida; monitoreo = seguimiento en el tiempo de ciertas condiciones de interés) es un conjunto de técnicas basadas en la reacción y sensibilidad de distintos organismos vivos a diversas sustancias contaminantes presentes en un ecosistema. En otras palabras, es la evaluación de los efectos de una sustancia perturbadora que afecta negativamente sobre distintos organismos. Estos organismos son empleados como indicadores biológicos de la toxicidad y/o perturbación por parte de un compuesto (por ejemplo un aumento en la temperatura del agua) y que se mide a través de diferentes índices biológicos.

Hábitats: Término que hace referencia al lugar que presenta las condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal. Se trata, por lo tanto, del espacio en el cual una población biológica puede residir y reproducirse, de manera tal que asegure perpetuar su presencia en el planeta.

Ecosistema: Es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

Fluvial: El término refiere a todo aquello vinculado o en relación con los ríos.

Dinámica fluvial que designa al proceso por el cual la acción de los ríos modifica no solamente el relieve terrestre sino también el propio trazado del río en cuestión. Este concepto se encuentra muy vinculado al estudio de las aguas continentales.

Régimen fluvial: El cual se utiliza para referirse al comportamiento del promedio de caudal de agua que lleva un río cada mes a lo largo de un año.

Ecosistema Fluvial: Son ecosistemas de aguas fluyentes y están principalmente representados por ríos y arroyos. El movimiento del agua puede deberse a descargas de los lagos y estanques, al escurrimiento de las aguas de deshielo, o a partir de manantiales, en los que de modo natural, fluye un caudal apreciable de agua a partir de aguas subterráneas (acuífero).

Caudal de agua: Permite referir a la cantidad de agua que ostenta una determinada corriente de justamente agua, tal es el caso de un río. Es decir se trata del volumen de agua que arrastra el mismo a su paso.

Sustrato: Es un estrato que subyace a otro y sobre el cual está en condiciones de ejercer algún tipo de influencia. La noción de estrato, por otra parte, hace referencia a una capa o nivel de algo, o al conjunto de elementos que se integra con otros previos para la formación de una entidad.

Productores Primarios: Son organismos capaces de sintetizar materia orgánica a partir de anhídrido carbónico (CO₂) como fuente de carbono, utilizando energía proveniente directamente de la luz (fotosintetizadores o fotoautótrofos) o de reacciones de óxido-reducción (quimioautótrofos). En un lago los principales productores primarios son fotosintetizadores como fitoplancton, macrófitas y los microscópicos adheridos a sustrato.

Fitoplancton: Son organismos acuáticos de origen vegetal, que habitan en los mares, lagos y ríos. Son especies autótrofos (fabrican su propio alimento). El fitoplancton se caracteriza por ser un organismo extremadamente pequeño, y aunque existen diferentes variedades, anatómicamente son muy sencillos: una tralla que le permite moverse, unas unidades desiguales y vacuolas de gas.

Macrófitas: Son aquellas que pueden vivir en terrenos inundados durante toda su vida o encharcadas durante largos períodos de tiempo.

Ribera: Hace referencia a la margen u orilla de los ríos o mares, mientras que rivera se emplea para designar un pequeño caudal de agua o arroyo.

Bosque de Ribera: Los bosques de ribera o sotos son bosques caducifolios que crecen a ambos lados de los cursos fluviales sobre suelos que, a partir de una cierta profundidad, suelen estar empapados de agua proveniente del río o arroyo vecino (agua freática). Los bosques de ribera son los más productivos entre los bosques del área mediterránea y submediterránea porque raramente escasea en ellos el agua, el principal factor limitante del crecimiento de la vegetación en estas áreas. Si a este hecho añadimos la riqueza en nutrientes minerales que suele caracterizar los suelos formados a partir de sedimentos traídos por las aguas fluviales (aluviones), no es de extrañar que las alamedas, los bosques que corresponden a la mayor parte de las

riberas con suelos profundos de los ríos, puedan superar fácilmente los 20 m de altura. La vegetación de los bosques de ribera está adaptada a las inundaciones periódicas que eventualmente pueden tumbar o arrancar árboles y arbustos.

Regeneración Natural: Es la recuperación de un bosque, después de sufrir una alteración, en ausencia de la intervención humana. Esta acción resulta en el incremento de la funcionalidad del ecosistema, la complejidad y estructura en la diversidad de especies vegetales y la disponibilidad de un hábitat, entre otros.

Ganadería: Se define como una actividad económica que consiste en la crianza de animales para el consumo humano, esta actividad se encuentra dentro de las actividades del sector primario. La ganadería en conjunto con la agricultura son actividades que el hombre ha venido ejerciendo desde hace mucho tiempo. En un principio eran realizadas con fines de supervivencia, para cubrir sus necesidades de alimentación y vestido, entre otras cosas, luego cuando se comenzó con la domesticación de animales, se hizo posible utilizarlos para el transporte de cargas, y trabajos agropecuarios

Agricultura: Labranza o cultivo de la tierra y que además incluye todos los trabajos relacionados al tratamiento del suelo y a la plantación de vegetales. En tanto, las actividades agrícolas, tal como se denomina a las mencionadas tareas, suelen estar destinadas a la producción de alimentos y a la obtención de frutas, verduras, hortalizas y cereales.

Paisaje: Es un recurso natural, ya que posee valores estéticos, culturales y educativos; por ello debe ser bien gestionado, protegido, conservado y restaurado, si se introducen en él.

Fragmentación del paisaje: Proceso continuo y dinámico, cuyos efectos en la estructura del paisaje pueden describirse mediante índices como el porcentaje de hábitat natural, número de fragmentos.

Conservar: Mantener y cuidar una cosa para que no pierda sus características y propiedades con el paso del tiempo. Se aplica este término cuando se continúa teniendo una cosa, especialmente cierto estado, condición, actitud.

Conservación de recursos naturales: Método de utilización de un recurso natural o el ambiente total de un ecosistema particular, para prevenir la explotación, polución, destrucción o abandono y asegurar el futuro uso de ese recurso y mantener sus características a través del tiempo.

Impacto: Supone algún tipo de alteración en las características de un determinado elemento aunque esto puede ser sólo en una porción de tal objeto dependiendo de la intensidad y dónde se genere el impacto.

Impacto Ambiental: Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente.

Degradar: Producir un grave deterioro en el estado de determinada cosa o haciendo que disminuya o pierda alguna de sus cualidades.

Explotación: Acto de obtener beneficio de algo o alguien. Más allá de las diversas variantes de sentido que el término reviste, lo cierto es que generalmente se encuentra relacionado al plano social y económico, en la medida en que se relaciona con la noción de valor, al modo en que este se obtiene o se pierde.

Sobreexplotar: Explotar un recurso natural de manera abusiva o que excede a lo necesario o recomendable.

Recursos Naturales: Son cada bien y servicio que surge de la naturaleza de manera directa, es decir, sin necesidad de que intervenga el hombre. Estos recursos resultan de vital importancia para el desarrollo del ser humano, ya que brindan la posibilidad de obtener alimentos, producir energía y de subsistir a nivel general.

Recursos Forestales: Son los bosques naturales, plantaciones forestales y las tierras cuya capacidad de uso mayor sea de producción y protección forestal, y los demás componentes silvestres de la flora terrestre y acuática emergente, cualquiera sea su ubicación en el territorio nacional.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Material, herramientas y equipos

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó los siguientes materiales, herramientas y/o equipos.

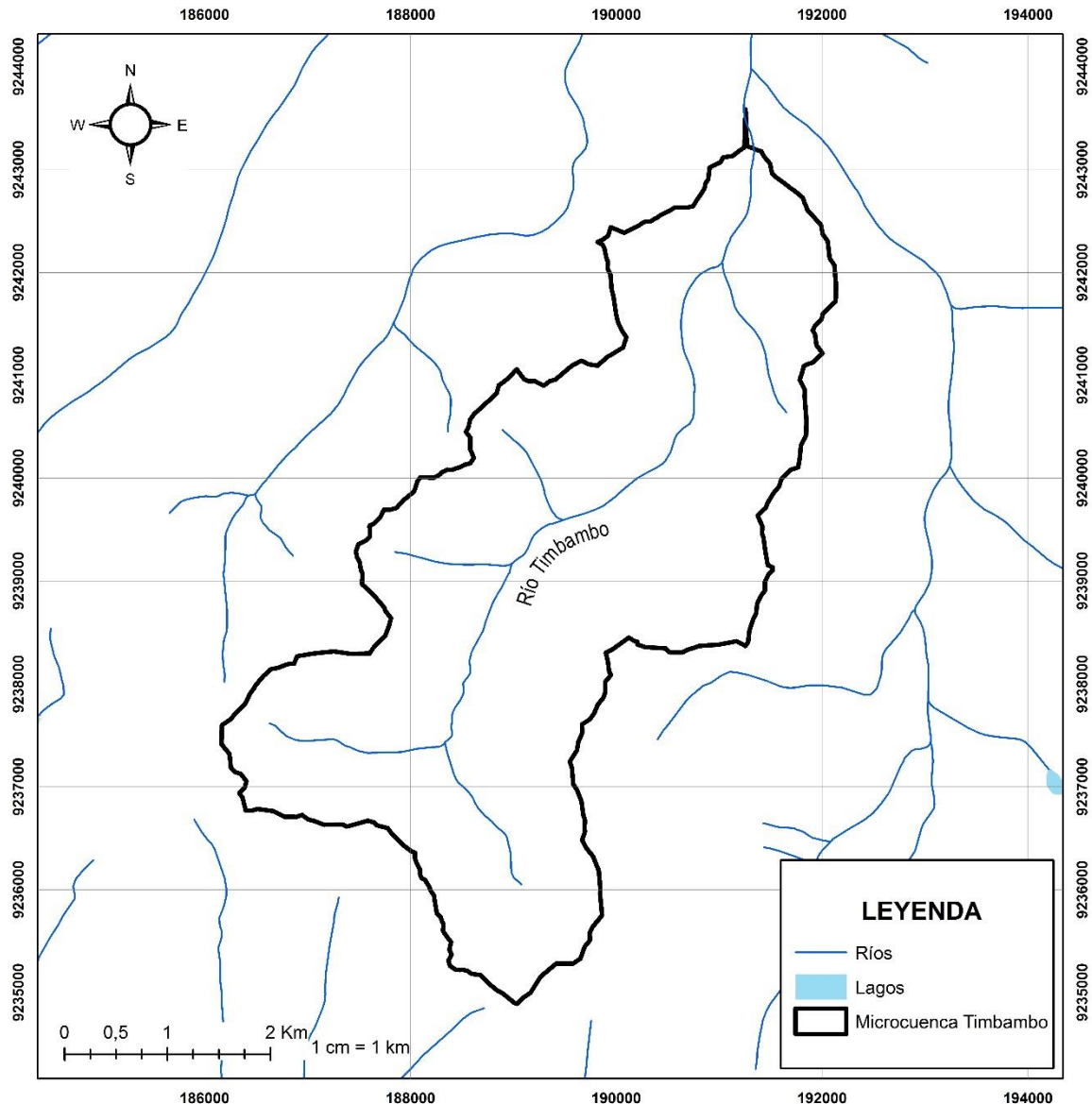
- ❖ GPS Garmin
- ❖ Cámara digital
- ❖ Laptop
- ❖ Software
- ❖ USB
- ❖ Impresora láser
- ❖ Cuaderno de campo
- ❖ Fichas de evaluación de campo
- ❖ Lápiz 2B
- ❖ Mapas cartográficos
- ❖ Prensa de madera
- ❖ Papel Periódico
- ❖ Driza
- ❖ Tijera de podar
- ❖ Estufa
- ❖ Cinta adhesiva
- ❖ Tablero
- ❖ Calculadora científica
- ❖ Papel bond
- ❖ Regla
- ❖ Archivador de palanca
- ❖ Micas
- ❖ Plumón indeleble

4.2. Zona de estudio

Las zonas objeto de estudio de esta investigación fueron seis microcuencas ubicadas en los distritos de Leymebamba y Molinopampa que serán descritos a continuación:

a) Microcuenca Timbambo

La microcuenca Timbambo, ubicada en el distrito de Leymebamba, abarca una superficie de 2091,94 ha y un perímetro de 26700 m; tiene sus orígenes en zonas de pajonales, hasta desembocar sus aguas en el río Atuén. Está ubicada a 2355 ms.n.m., y su posición geográfica está determinada por las coordenadas 189891 E y 9239790 N. La microcuenca Timbambo abarca tres centros poblados: Churoñchuro, Mal Paso y Tambillo (Figura 3).



MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA TIMBAMBO



Figura 3: Mapa de ubicación de la microcuenca Timbambo

b) Microcuenca Atuén

Microcuenca del río Atuén, se ubica al norte del país, al sur de la provincia de Chachapoyas y de la región de Amazonas, en el distrito de Leymebamba. El río Atuén es un afluente significativo para el origen del río Utcubamba, pertenece a la unidad hidrográfica Utcubamba. Se encuentra localizada en las coordenadas UTM 9257658N, 190019 E, a una altura de 2203 ms.n.m. (Distrito de Leymebamba), con un área de 24159 ha y un perímetro de 241590061,3 m. En las punas de Atuén la temperatura media anual oscila entre 7° C a 10° C y las máximas son superiores a 20° C, la gradiente térmica es notable (Cabrejos-Valdivia, 2016).

Para poder acceder al río Atuén, desde la ciudad de Chachapoyas, primero el viaje inicia en una carrera asfaltada, esta cubre aproximadamente 10 a 12 km de recorrido, el tiempo aproximado para el camino desde la ciudad de Chachapoyas hasta este punto, es de 10 a 15 minutos en automóvil. El segundo sector es el que se dirige desde el punto de desvío hacia la ciudad de Leymebamba con una longitud aproximada de 68 km en este trayecto la carretera es más angosta que la anterior y el tiempo aproximado de viaje es de 2 horas en automóvil.

La vía afirmada en la microcuenca comienza en la ciudad de Leymebamba hasta el Centro Poblado de Atuén teniendo una longitud aproximada de 25 km. El tiempo aproximado de este trayecto es de dos horas en camioneta, esta vía se ve afectada por las constantes precipitaciones que se dan en la zona durante las épocas lluviosas, produciendo derrumbes y deslizamientos, por la elevada pendiente y el tipo de suelo en algunos casos, y frecuentemente por falta de mantenimiento (Figura 4).

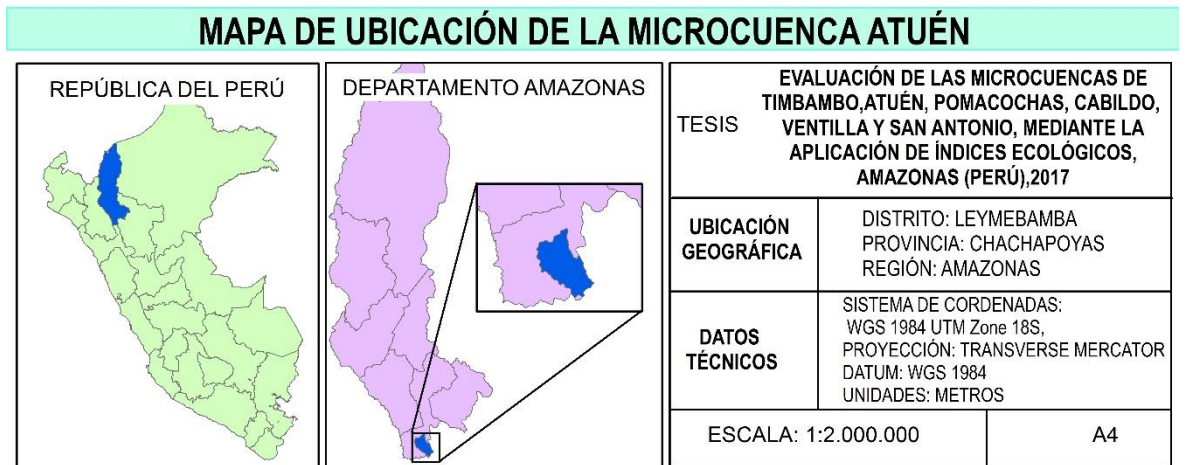
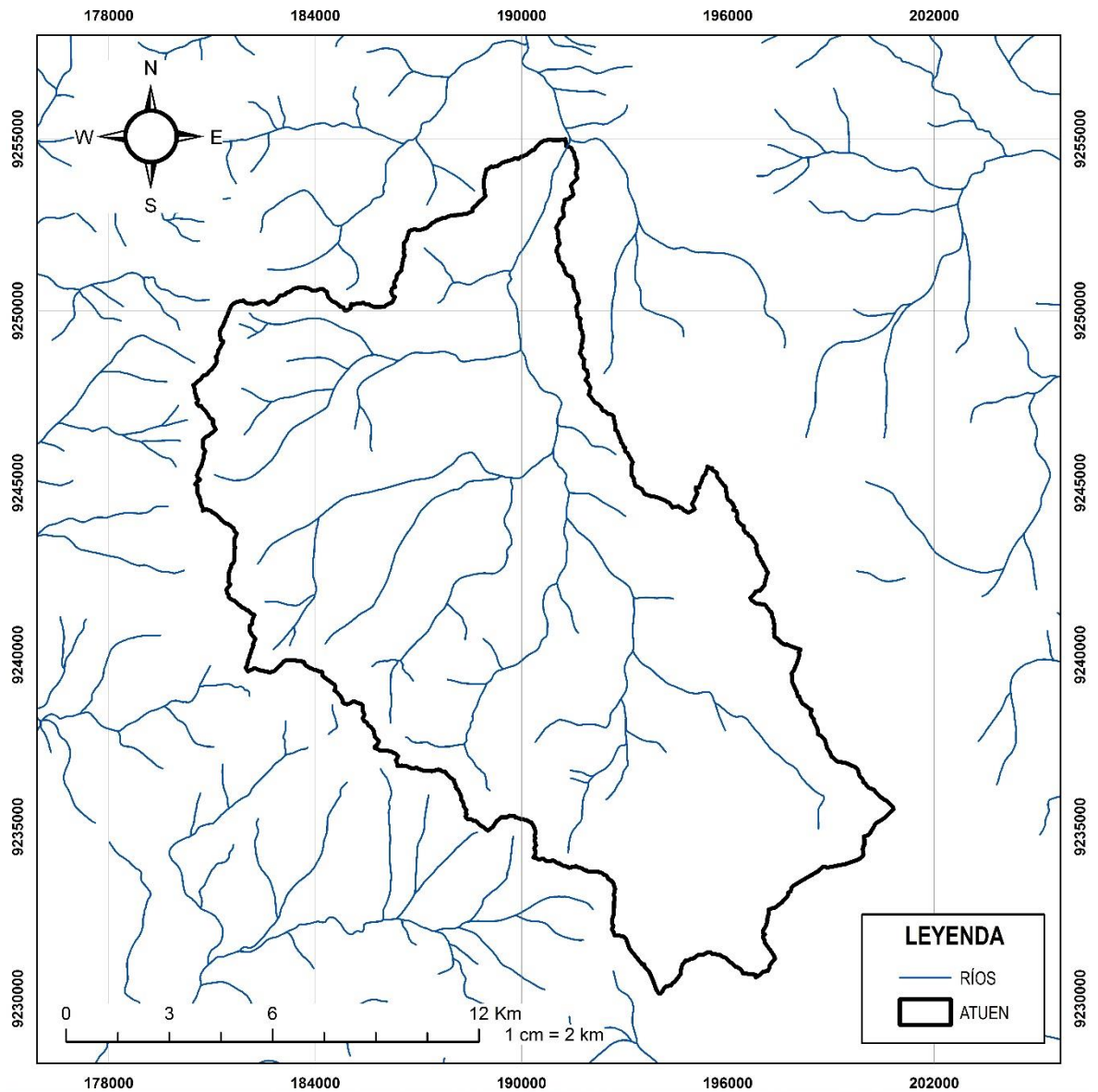


Figura 4: Mapa de ubicación de la microcuenca Atuén

c) Microcuenca Pomacochas

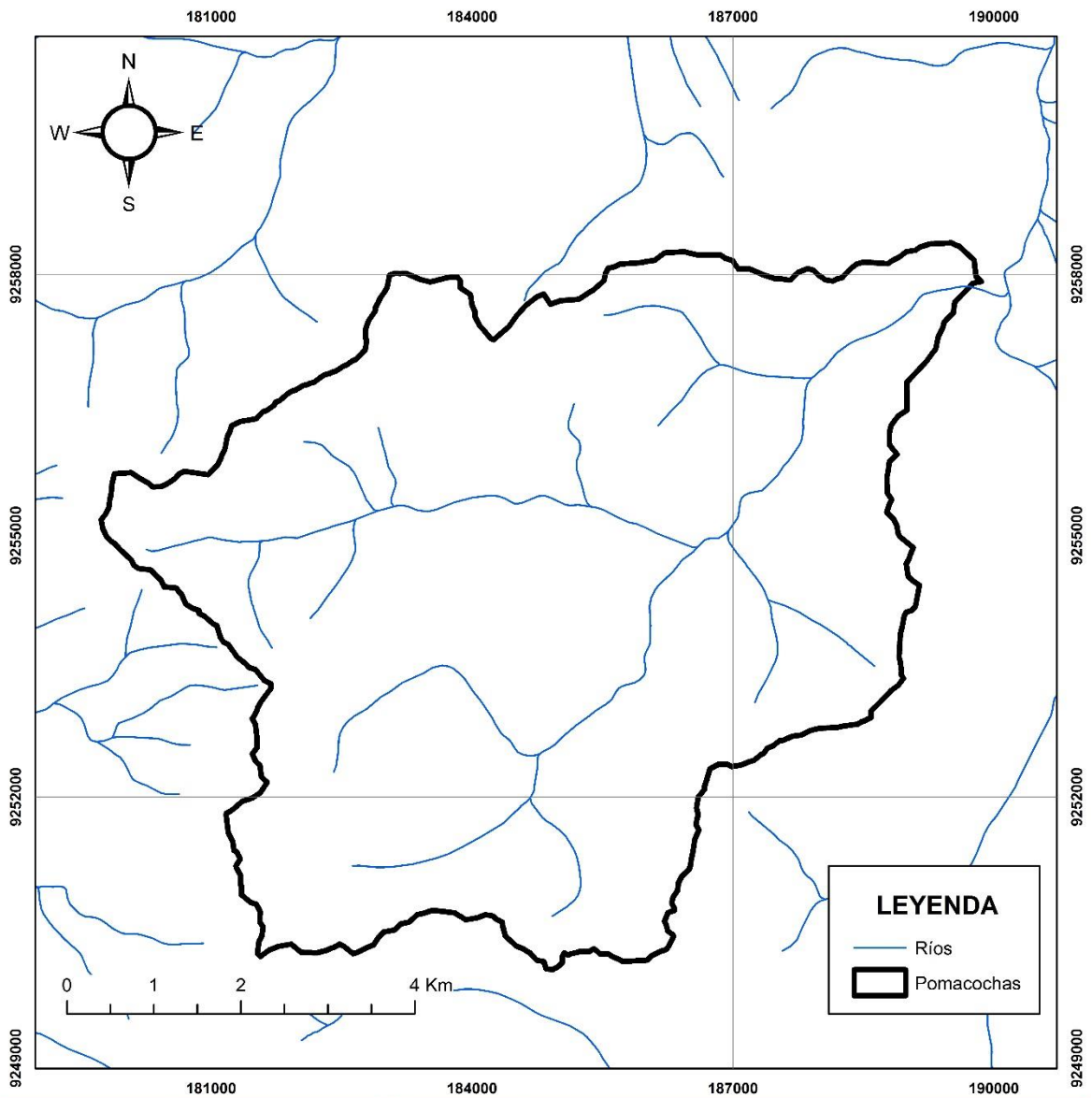
La microcuenca Pomacochas, ubicada en el distrito de Leymebamba, abarca una superficie de 52 87,42 ha y un perímetro de 36024 m, sus aguas desembocan en el río Utcubamba. Está ubicada a 2229 ms.n.m., hasta 3523 ms.n.m., y su posición geográfica está determinada por las coordenadas 185964 E y 9255123 N (Figura 5).

d) Microcuenca Cabildo

La microcuenca Cabildo, ubicada en el distrito de Leymebamba, abarca una superficie de 4080,46 ha, y un perímetro de 32159,98 m tiene sus orígenes en zonas de pajonales, hasta desembocar sus aguas en el río Atuén. Está ubicada a 3285 ms.n.m., a 3885 ms.n.m., y su posición geográfica está determinada por las coordenadas 192911 E y 9236405 N. La microcuenca Cabildo abarca centros poblados como Mishacocha, Orfedon, Atuén, Cabildo Pata, Quishuar, Pampas Verdes y Felipa (Figura 6).

e) Microcuenca Ventilla

La microcuenca Ventilla está ubicada en el distrito de Molinopampa, comprende el espacio hidrológico y afluente del río Ventilla. El área de la microcuenca comprende un total de 28 102,82 ha. (Pérez *et al.*, 2015), con 1911 - 3871 ms.n.m. su posición geográfica está determinada por las coordenadas 205710E y 931214N (Pérez *et al.*, 2015). Abarca cinco distritos de la provincia de Chachapoyas: Quinjalca, Granada, San Francisco de Daguas, Sonche y Molinopampa siendo este último el distrito que abarca más espacio geográfico. Molinopampa se encuentra ubicada a 2400 m s.n.m., desde la ciudad de Chachapoyas el tiempo de recorrido es de una hora y la distancia de 42 km. Predomina el clima frío y las precipitaciones superan los 1 200 mm al año; los suelos son mayormente de textura ligera, francos y franco arenosos, bastante profundos y con alto contenido de materia orgánica, el pH es ácido y ligeramente ácido (Rivera, 2016) (Figura 7).



MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA POMACOCHAS

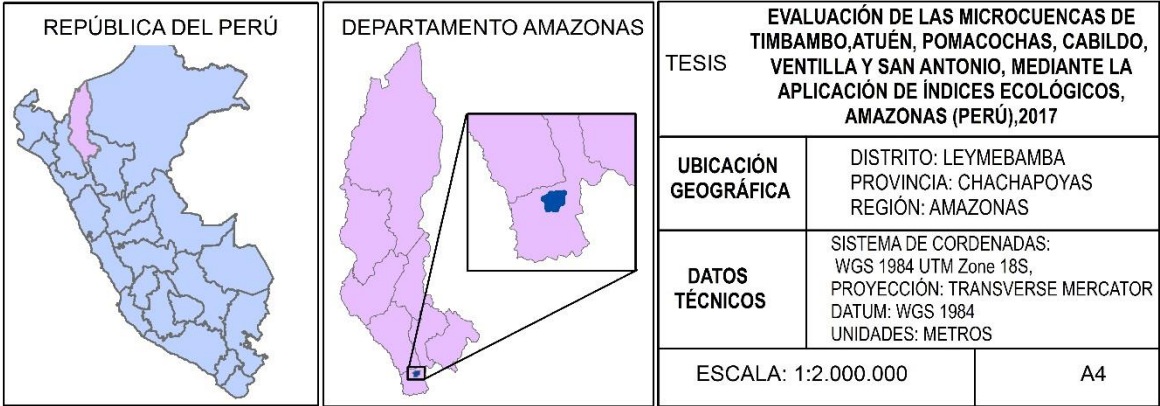
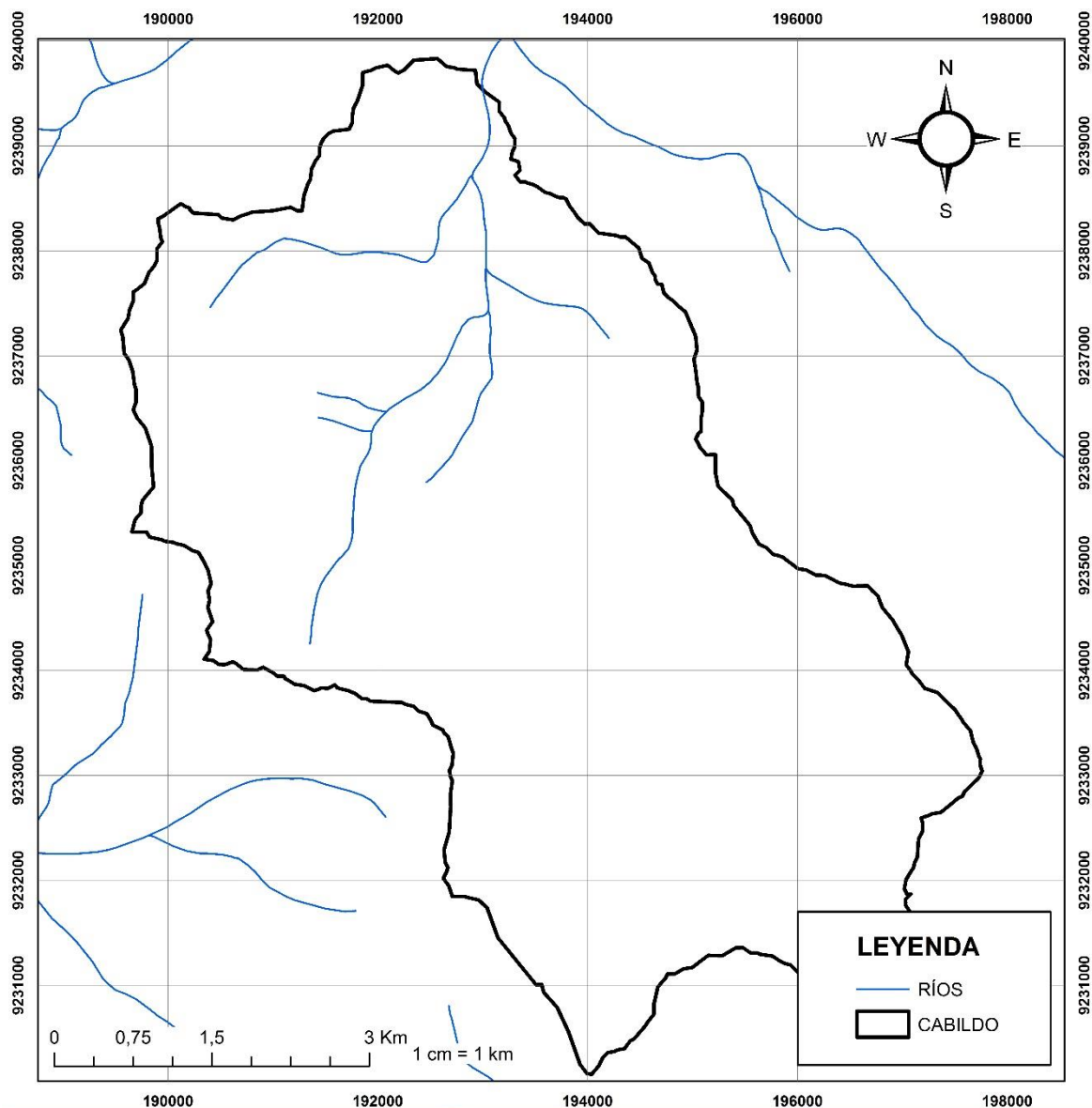


Figura 5: Mapa de ubicación de la microcuenca Pomacochas



MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA CABILDO

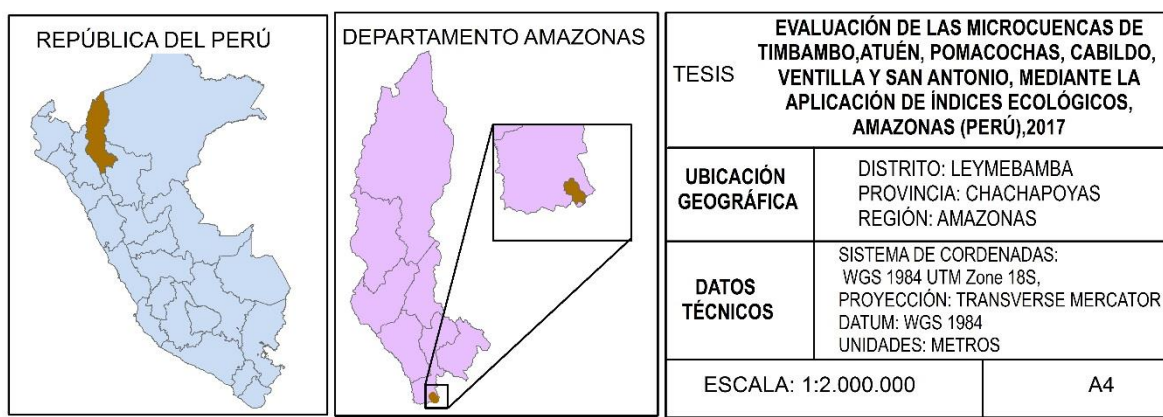
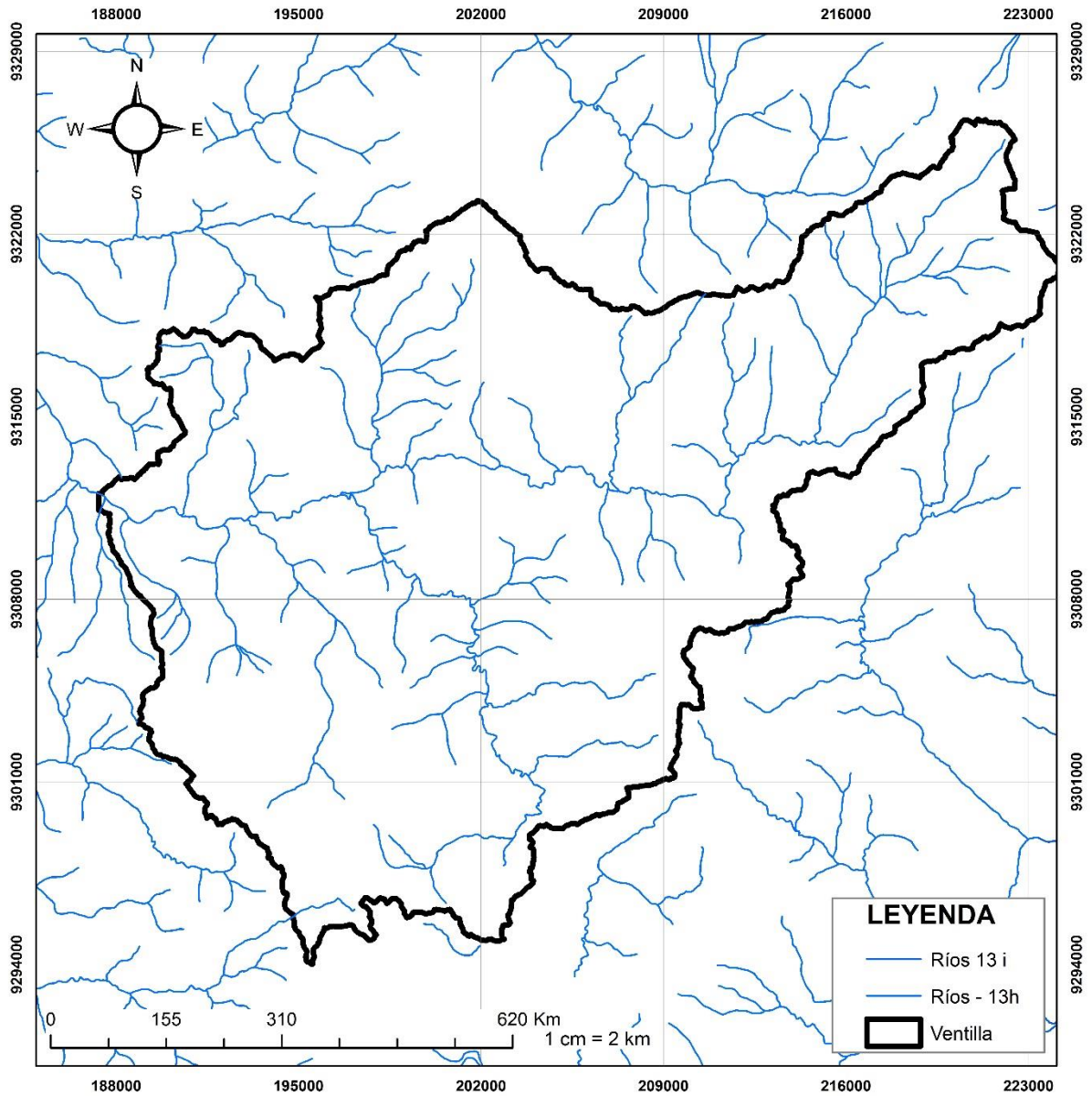


Figura 6: Mapa de ubicación de la microcuenca Cabildo



MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA VENTILLA



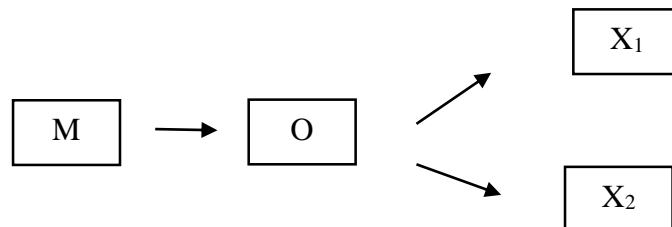
Figura 7: Mapa de ubicación de la microcuenca Ventilla

f) Microcuenca San Antonio

La microcuenca San Antonio, ubicada en el distrito de Molinopampa, abarca una superficie de 19069,74 ha, y un perímetro de 99493,43 m, tiene sus orígenes en zonas de pajonales y sus agua nacen de una laguna. Está ubicada a 2360 ms.n.m., y su posición geográfica está determinada por las coordenadas 218817 E y 9310719 N. La microcuenca San Antonio abarca los distritos de Longar, Molinopampa y Mariscal Benavides y centros poblados como Molinopampa, Escobar, Sargento, Cruz Yaco, Michina, Huacapaguana, San Antonio, Lucma, Suchapungo, Putquira, Cacapungo, Upiana, Solano Pampa, Pato Cienega, Pallca, Calzado Pampa, Pilacom Agua Dulce, Calzada, La Curva, Pucara, Izcuchaca y Hualamita (Figura 8).

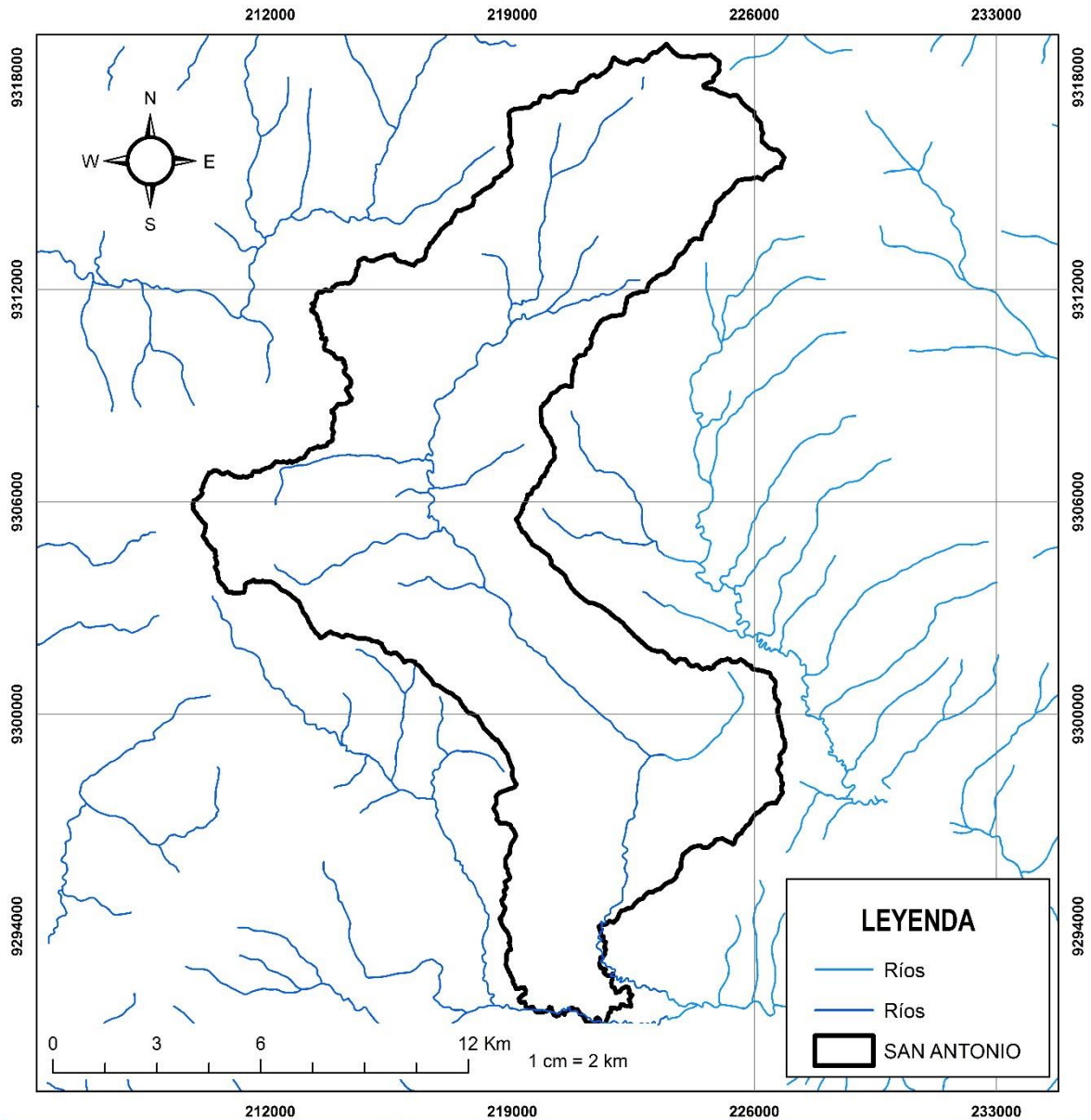
4.3.Diseño de la investigación

En cuanto al modelo lógico y experimental u operacional de contrastación, se empleará el diseño no experimental transeccional o transversal descriptivo que sirve para describir la realidad tal y como se presenta, descubriendo las características del objeto de estudio, empleándose el diseño de una casilla, como muestra en el gráfico.



Donde:

- ❖ **M** representa la muestra que para la investigación será en número de formularios de campo que se ha recolectado en cada uno de los puntos de muestreo.
- ❖ **O** representa lo observable en este caso son todas las características del ecosistema (físicas y biológicas) la cubierta vegetal de ribera, el recubrimiento de árboles, concentración de helófitos o arbustos, número de especies diferentes de árboles autóctonos, estructuras construidas por el hombre cerca del río, existencia de piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos, presencia de hojas, ramas, raíces y hojarasca en el río
- ❖ **X₁** representa Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) de las microcuencas.
- ❖ **X₂** representa el Índice de Habitat Fluvial (IHF) de las microcuencas.



MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA SAN ANTONIO

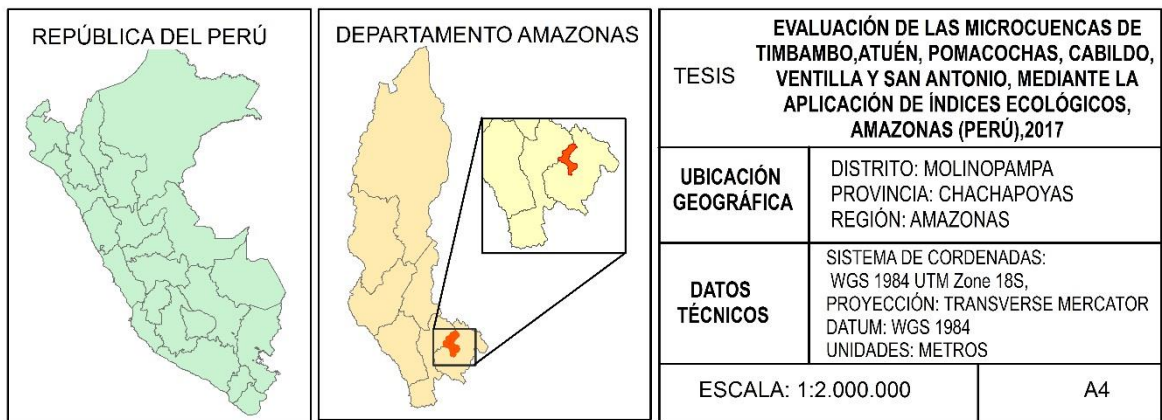


Figura 8: Mapa de ubicación de la microcuenca San Antonio

4.4. Población

La población estuvo conformada por las seis de microcuencas de estudio Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio en los distritos de Leymebamba y Molinopampa.

4.5. Muestra

La muestra estuvo conformado por los 86 puntos de muestreo en donde se aplicó los formatos de campo para la recolección de información y poder determinar el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Habilidad Fluvial (IHF) de las microcuencas.

4.6. Muestreo

El muestreo realizado en esta investigación fue de tipo no probabilístico.

4.7. Métodos

Método inductivo- deductivo

El método utilizado en esta investigación fue inductivo-deductivo, porque parte de verdades particulares para concluir en verdades generales.

4.8. Técnicas

Las técnicas que se usaron fueron

- ❖ Observación
- ❖ Fichaje

4.9. Instrumentos

- ❖ Ficha de observación QBR e IHF
- ❖ Fichas bibliográficas

4.10. Procedimientos

a) Delimitación de las microcuencas

Para la delimitación de microcuencas se utilizó el *software* QGIS 2.14.0. Este cuenta con un potente conjunto de herramientas hidrológicas que permiten modelar el flujo de agua a través de una superficie de un Modelo de Elevación

Digital (DEM), que ayudan a tomar decisiones en procesos de planificación. Para delimitar automáticamente una cuenca hidrográfica y construir la red hídrica a partir de un DEM.

b) Establecimiento de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo fueron establecidos en base a la Metodología Freshwater Ecology and Management (F.E.M.) para la evaluación del estado ecológico de los ríos Mediterráneos, la cual menciona que los puntos de muestreo deben estar separados entre ellos entre 1 y 10 km. Las distancias cortas son adecuadas para estudios de tipo local (efectos puntuales), mientras que las largas lo son para estudios más globales en una escala mayor (una o varias cuencas). Las estaciones de muestreo se ubicarán antes y después de poblaciones o afluentes. Esto es muy conveniente para poder interpretar posteriormente los datos. Los puntos serán situados a cierta distancia de los pueblos o lugares habitados para, con ello, evitar los efectos demasiado puntuales de los vertidos (Prat *et al.*, 2000).

Los puntos de muestreo de esta investigación fueron establecidos de acuerdo a la longitud del cauce principal de la microcuenca con una separación de un 1 km entre ellos.

c) Índice de Bosque de Ribera (QBR)

El estudio del bosque de ribera se realizó mediante una observación de como máximo, unos 100 m lineales del río (aunque fue menor en ríos pequeños o en el caso de cambios bruscos en las características del río, un salto de agua por ejemplo). Ver el Anexo 1 para detalles del método.

Consideraciones que se tuvo en cuenta antes de la aplicación del Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR)

- ❖ Se consideró la totalidad de la anchura potencial del bosque de ribera. En ella, se diferencié y delimitó visualmente la orilla y la ribera

- ❖ Los cuatro bloques en los que está basado el QBR son totalmente independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser negativa ni superior a 25.
- ❖ La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro bloques y, por lo tanto, variará entre 0 y 100.
- ❖ Los puentes y caminos utilizados para acceder a la estación de muestreo no se tendrán en cuenta para la evaluación del índice QBR. Si es posible, el QBR debería ser analizado aguas arriba y debajo de estos accesos. Otros puentes o carreteras (por ejemplo las paralelas al río) sí que deberán ser considerados.

Aplicación del índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR)

El QBR fue diseñado y desarrollado para la evaluación de la calidad de los retiros ribereños (Munné *et al.*, 1998; Suárez *et al.*, 2002; Munné *et al.*, 2003) y se basa en cuatro aspectos principales: el grado, la estructura, la calidad de cobertura vegetal natural de la zona ribereña y el grado de alteración del canal fluvial. (Munné, *et al.*, 1998; Munné, *et al.*, 2003)

❖ Grado de cubierta de la zona de ribera

Se contabilizó el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideró ambos lados del río de forma conjunta. Se tuvo que tener en cuenta también, la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos. Los caminos sin asfalto de menos de 4 m de ancho no se consideraron como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.

❖ Estructura de la cubierta

La puntuación se realizó según el porcentaje de recubrimiento de árboles y, en ausencia de éstos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar. Se consideraron las riberas ambos márgenes del río. Elementos como la linealidad en los pies de los árboles (síntomas de plantaciones), o las coberturas distribuidas no uniformemente y formando manchas se

penalizaron en el índice, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencializaron.

❖ **Calidad de la cobertura**

Se contó el número de especies arbóreas nativas presentes en la ribera. Los bosques en forma de túnel a lo largo del río suponen un aumento de la puntuación, dependiendo del porcentaje de recubrimiento a lo largo del tramo estudiado. Las especies introducidas en la zona y naturalizadas penalizaron el índice.

Sin embargo para reconocer el número las especies nativas e introducidas se recolectó muestras, para su posterior reconocimiento en laboratorio con un especialista. En campo las muestras recolectadas fueron colocadas en una prensa, hasta el traslado al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. El secado de las muestras fue realizado a 60 °C durante 10 días.

❖ **Grado de naturalidad del canal fluvial**






La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto. Cuando existieron estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación baja.

Cálculo el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR)

El índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) propuesto por Munné *et al.* (2003) ha sido muy utilizado para evaluar la calidad ambiental de las riberas, por su aplicación rápida y sencilla, bajo costo y permite integrar aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y la zona inundable.

Para el cálculo de índice se sumará las puntuaciones obtenidas de los formatos de campo (Tabla 1).

Tabla 1: Rangos de calidad según el QBR

Interpretación	Puntuación	Color
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	> 90	
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75 - 90	
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55 - 70	
Alteración fuerte, mala calidad	30 - 50	
Degradación extrema, calidad pésima	< 25	

Fuente: Suárez *et al.*, 2002.

d) **Índice de Hábitat Fluvial (IHF)**

Consideraciones que se tuvo en cuenta antes de la aplicación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

- ❖ El tramo de río que fue evaluado tuvo una longitud suficiente (100m) para proporcionar información necesaria que se requiere para cubrir los siete bloques de los que consta el índice.
- ❖ El índice fue aplicado durante periodos en los que el caudal sea bajo (agosto), de modo que el sustrato y las características del canal puedan verse con facilidad. No evaluar el hábitat inmediatamente después de una crecida.
- ❖ Los siete bloques en los que está basado el IHF son independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser superior a la que se indica al final de la hoja de campo.
- ❖ La puntuación final fue el resultado de la suma de los siete bloques y por lo tanto nunca pudo ser superior a 100.

Aplicación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

Valora aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats (Pardo *et al.*, 2002) y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente, como son la frecuencia de rápidos, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión del sustrato y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos (Jáimez-Cuéllar, 2002.).

❖ Inclusión rápidos - sedimentación pozas

Inclusión: Se contabilizaron el grado en que las partículas del sustrato están fijadas en el lecho del río. Sedimentación: Consiste en la deposición de material fino en las zonas lénticas del río.

❖ Frecuencia de rápidos

Se realizó una estimación promedio de la aparición de rápidos con respecto a la presencia de zonas más remansadas. Se pretende evaluar la heterogeneidad del curso del río. El que se produzca de forma frecuente la alternancia de rápidos con pozas a la escala de tramo fluvial, aseguró la existencia de una mayor diversidad de hábitats para la comunidad de organismos acuáticos.

❖ Composición del sustrato

Se realizó una estima visual aproximada de la composición media del sustrato.

❖ Regímenes de velocidad/ profundidad

La presencia de una mayor variedad de regímenes de velocidad y profundidad proporciona una mayor diversidad de hábitats disponibles para los organismos. Como norma general se consideró una profundidad de 0,5 m para distinguir entre profundo y somero; y una velocidad de 0,3 m/s para separar rápido de lento.

❖ **Porcentaje de sombra en el cauce**

Se estimó de forma visual la sombra proyectada por la cubierta vegetal adyacente, que determina la cantidad de luz que alcanza el canal del río e influencia el desarrollo de los productores primarios.

❖ **Elementos heterogeneidad**

Se midió la presencia de elementos tales como hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río. Estos elementos proporcionan el hábitat físico que puede ser colonizado por los organismos acuáticos, a la vez que constituyen una fuente de alimento para los mismos.

❖ **Cobertura y diversidad de vegetación acuática**



Se midió la cobertura de la vegetación acuática en el cauce fluvial. La mayor diversidad de morfologías en los productores primarios incrementa la disponibilidad de hábitats y de fuentes de alimento para muchos organismos. En la misma medida, la dominancia de un grupo sobre el total de la cobertura no debería superar el 50%.

Cálculo el Índice de Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan (Smith & Smith, 2000). Para el cálculo de índice se sumará las puntuaciones obtenidas de los formatos de campo (Tabla 2).

Los rangos de calidad según el IHF son:

Tabla 2: Rangos de calidad según el IHF

Interpretación	Puntuación	Color
Óptima	> 90	
Regular	55 - 70	
Mala	< 25	

Fuente: Pardo *et al.*, 2002.

e) Determinación del estado ecológico de las microcuencas

El estado ecológico se evaluará utilizando los valores de índice de Calidad de Bosque de Ribera QBR e Índice de Habitat Fluvial (IHF) que para casos será calculado por la sumatoria de los puntajes establecidos en los formatos de campo.

f) Análisis del estado ecológico de las microcuencas

Después de la información recolectada y los índices ya calculados se procedió al análisis del estado ecológico que estos indican para cada una de las microcuencas, asimismo se hizo un análisis de las actividades económicas o productivas realizadas por los pobladores de la zona y su relación con el estado de las microcuencas. Además, las recomendaciones pertinentes incluyendo medidas de mitigación para intentar devolver las características ecológicas originales a estos ecosistemas y medidas de conservación de estos hábitats debido a la importancia ambiental, social y económica que poseen.

4.11. Análisis de datos

Los datos se recopilaron en la ficha técnica QBR e IHF y se procesó y tabuló en la hoja de cálculo Microsoft Excel 2013, En el análisis estadístico se utilizó la estadística descriptiva e inferencial que permitirá obtener indicadores descriptivos como:

- ❖ Tablas que permitieron identificar los valores o indicadores de estudio según sus categorías o valores de las variables.
- ❖ Indicadores de Correlación: Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para explicar la relación entre el Índice de Bosque de Ribera (QBR), Índice e Hábitat Fluvial (IHF)

V. RESULTADOS

La aplicación de Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF), en la microcuenca Timbambo, Atuén, Pomacochas, Cabildo, Ventilla y San Antonio se realizó en los meses de julio y agosto (época seca) para evitar una evaluación cuando se haya producido tormentas o crecidas del río.

5.1. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Timbambo

En la Tabla 3, se muestra los resultados del QBR e IHF para cada punto de muestreo, a lo largo del río. Tras el cálculo del QBR de la microcuenca Timbambo, se obtiene un promedio de 73 ubicándose en el intervalo (75 – 90) lo que según los rangos de calidad de QBR, representa un “bosque ligeramente perturbado, calidad buena.”

Referente al IHF de la microcuenca Timbambo, se obtuvo un promedio de 83 (Tabla 4), ubicándose en el intervalo (70-100), lo que representa según los rangos de calidad del IHF, una calidad “Óptima”

Tabla 3: Resultados del QBR en la microcuenca Timbambo

Punto	Apartados			Puntaje Total
	Grado de cubierta de la zona de ribera	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	
P1	25	25	25	75
P2	25	25	25	75
P3	25	25	25	75
P4	25	25	10	60
P5	25	25	25	75
P6	25	25	10	60
P7	25	25	25	75
P8	10	25	25	85
Promedio				73

Tabla 4: Resultados del IHF en la microcuenca Timbambo

Apartados	Punto							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Inclusión rápidos-sedimentación pozas	10	10	5	5	10	10	5	10
Frecuencia de rápidos	10	10	10	10	10	10	10	10
Composición de sustrato	17	17	17	17	20	20	17	14
Regímenes de velocidad / profundidad	8	10	8	10	10	10	10	6
Porcentaje de sombra en el cause	5	5	5	5	10	10	10	10
Elementos heterogeneidad	4	4	4	4	6	2	8	6
Cobertura y vegetación acuática	25	30	25	30	25	25	25	25
Puntaje Total	79	86	74	81	91	87	85	65

Tabla 5: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Timbambo

Especie	Familia	Código
<i>Hespereromeles ferruginea</i>	Rosaceae	SP10-T5
<i>Baccharis tricuneata</i>	Asteraceae	SP5-TO
	Asteraceae	SP4-T2

5.2. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Atuén

En la Tabla 6, se muestra los resultados del QBR e IHF para cada punto de muestreo, a lo largo del río Atuén. Tras el cálculo del QBR de la microcuenca Atuén, se obtiene un promedio de 50 ubicándose en el intervalo (30 – 50) lo que según los rangos de calidad de QBR, representa un “Alteración fuerte, mala calidad.”

Referente al IHF de la microcuenca Atuén, se obtuvo un promedio de 60 (tabla 7), ubicándose en el intervalo (40-60), lo que representa según los rangos de calidad del IHF, una calidad “Regular”.

Tabla 6: Resultados del QBR en la microcuenca Atuén

Apartados					
Punto	Grado de cubierta de la zona de ribera	Estructura de la cubierta	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	Puntaje Total
P1	10	5	25	10	50
P2	10	10	10	10	40
P3	25	10	25	10	70
P4	10	10	25	10	55
P5	5	5	10	5	25
P6	0	5	5	10	20
P7	0	0	0	5	5
P8	5	5	25	5	40
P9	10	10	25	10	55
P10	0	5	25	5	35
P11	25	25	25	10	85
P12	5	5	25	5	40
P13	10	5	25	10	50
P14	25	25	25	10	85
P15	10	10	25	10	55
P16	10	10	25	10	55
P17	25	10	25	25	85
Promedio					50

Tabla7: Resultados del IHF en la microcuenca Atuén

Apartados								
Punto	Inclusión rápidos-sedimentación pozas	Frecuencia de rápidos	Composición de sustrato	Regímenes de velocidad / profundidad	Porcentaje de sombra en el cause	Elementos heterogeneidad	Cobertura y vegetación acuática	Puntaje Total
P1	10	0	17	8	5	6	20	66
P2	5	6	14	6	5	4	15	55
P3	5	6	11	8	10	8	20	68
P4	5	8	17	10	5	6	11	66
P5	5	6	17	6	5	2	20	65
P6	5	10	17	6	5	2	20	65
P7	5	6	8	4	3	2	15	43
P8	5	6	8	1	5	4	20	49
P9	5	8	14	8	5	6	15	61
P10	5	6	8	4	3	2	15	43
P11	5	8	14	8	10	8	20	64
P12	5	6	11	6	3	8	15	40
P13	5	8	11	8	5	6	20	50
P14	5	10	8	8	10	6	20	85
P15	5	8	17	10	5	4	20	55
P16	5	10	17	10	10	6	20	55
P17	5	4	14	6	10	6	20	85
Promedio								60

Tabla 8: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Atuén

Especie	Familia	Código
<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	SP10-A11
<i>Baccharis salicifolia</i>	Asteraceae	SP1-A4
<i>Baccharis genisteloides</i>	Asteraceae	SP12-A6
<i>Cortaderia bifida</i>	Poaceae	SP14-A7
<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae	SP28-A11
<i>Escallonia resinosa</i>	Escalloniaceae	SP13-A13
<i>Hypericum laricifolium</i>	Clusiaceae	SP8-A5
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Rosaceae	SP9-A5
<i>Lupinus sp.</i>	Fabaceae	SP7-A5
<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	SP19-A9
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Myrthaceae	SP26-A11
<i>Nectandra discolor</i>	Lauraceae	SP25-A4
<i>Rubus urticifolius</i>	Rosaceae	SP3-A4
<i>Weinmania chryseis</i>	Cunoniaceae	SP16-A9
<i>Weinmania balbisia</i>	Cunoniaceae	SP38-A17

5.3. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Pomacochas

En la Tabla 9, se muestra los resultados del QBR e IHF para cada punto de muestreo, a lo largo del río Pomacochas. Tras el cálculo del QBR de la microcuenca Pomacochas, se obtiene un promedio de 48 ubicándose en el intervalo (30-50) lo que según los rangos de calidad de QBR, representa un “Alteración fuerte, mala calidad”.

Referente al IHF de la microcuenca Pomacochas, se obtuvo un promedio de 70 (tabla 10), ubicándose en el intervalo (70-100), lo que representa según los rangos de calidad del IHF, una calidad “Óptima”

Tabla 9: Resultados del QBR en la microcuenca Pomacochas

Apartados					
Punto	Grado de cubierta de la zona de ribera	Estructura de la cubierta	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	Puntaje Total
P1	25	0	25	25	75
P2	25	0	25	25	75
P3	25	0	25	25	75
P4	25	0	25	25	75
P5	10	0	25	25	60
P6	5	0	25	25	55
P7	0	0	0	25	25
P8	0	0	10	25	35
P9	0	0	10	25	35
P10	0	0	5	10	15
P11	5	5	25	0	35
P12	5	5	10	10	30
P13	5	5	10	10	30
Promedio					48

Tabla 10: Resultados del IHF en la microcuenca Pomacochas

Apartados								
Punto	Inclusión rápidos-sedimentación pozas	Frecuencia de rápidos	Composición de sustrato	Regímenes de velocidad / profundidad	Porcentaje de sombra en el cause	Elementos heterogeneidad	Cobertura y vegetación acuática	Puntaje Total
P1	10	10	10	10	10	6	30	86
P2	10	10	14	10	10	6	30	90
P3	10	10	20	10	10	10	30	100
P4	10	10	20	10	10	8	30	98
P5	5	10	20	8	10	4	20	77
P6	5	8	17	8	5	4	15	62
P7	5	8	14	6	3	4	15	55
P8	0	6	14	6	3	2	15	46
P9	5	6	14	6	3	2	15	51
P10	5	4	14	6	3	2	15	49
P11	5	8	20	6	5	6	15	65
P12	5	4	20	6	5	8	15	63
P13	5	4	20	6	5	8	15	63
Promedio								70

Tabla 11: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Pomacochas

Especie	Familia	Código
<i>Alchemilla orbiculata</i>	Rosaceae	SP7-P3
<i>Brachyotum weberbaueri</i>	Melastomataceae	SP7-P5
<i>Croton abutiloides</i>	Euphorbiaceae	SP12-P13
<i>Senna birostris</i>	Fabaceae	SP11-P11
<i>Polylepis multijuga</i>	Rosaceae	SP5-P3/SP9-P7
<i>Polylepis multijuga</i>	Rosaceae	SP9-P7

5.4. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Cabildo

En la Tabla 12, se muestra los resultados del QBR e IHF para cada punto de muestreo, a lo largo del río Cabildo. Tras el cálculo del QBR de la microcuenca Cabildo, se obtiene un promedio de 65 ubicándose en el intervalo (55 – 70) lo que según los rangos de calidad de QBR, representa un “Inicio de alteración importante, calidad intermedia.”

Referente al IHF de la microcuenca Cabildo, se obtuvo un promedio de 70 (tabla 13), ubicándose en el intervalo (70-100), lo que representa según los rangos de calidad del IHF, una calidad “Óptima”

Tabla 12: Resultados del QBR en la microcuenca Cabildo

Punto	Apartado				
	Grado de cubierta de la zona de ribera	Estructura de la cubierta	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	Puntaje Total
P1	25	25	25	10	85
P2	25	25	25	5	80
P3	25	25	25	5	80
P4	25	25	10	8	68
P5	25	25	10	8	68
P6	10	15	15	8	48
P7	10	15	15	8	48
P8	10	10	10	10	40
Promedio					65

Tabla 13: Resultados el IHF en la microcuenca Cabildo

Apartados								
Punto	Inclusión rápidos-sedimentación pozas	Frecuencia de rápidos	Composición de sustrato	Regímenes de velocidad / profundidad	Porcentaje de sombra en el cause	Elementos heterogeneidad	Cobertura y vegetación acuática	Puntaje Total
P1	8	10	17	8	10	8	30	91
P2	8	8	25	8	10	8	25	87
P3	6	8	25	8	5	6	20	73
P4	8	8	25	8	5	8	25	67
P5	6	10	20	8	3	4	30	81
P6	6	8	14	6	3	2	15	54
P7	6	8	11	6	3	2	15	51
P8	0	8	17	6	5	4	10	50
Promedio								70

Tabla 14: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Cabildo

Microcuenca Cabildo		
Especie	Familia	Código
	Asteraceae	SP1-C1
<i>Baccharis tricuneata</i>	Asteraceae	SP2-C1
<i>Hypericum laricifolium</i>	Clusiaceae	SP4-C2

5.5. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca Ventilla

En la Tabla N° 15, se muestra los resultados del QBR e IHF para cada punto de muestreo, a lo largo del río Ventilla. Tras el cálculo del QBR de la microcuenca Ventilla, se obtiene un promedio de 48 ubicándose en el intervalo (30 – 50) lo que según los rangos de calidad de QBR, representa un “Alteración fuerte, mala calidad.”

Referente al IHF de la microcuenca Ventilla, se obtuvo un promedio de 60 (tabla 16), ubicándose en el intervalo (40-60), lo que representa según los rangos de calidad del IHF, una calidad “Regular”

Tabla N° 15: Resultados del QBR en la microcuenca Ventilla

Apartado					
Punto	Grado de cubierta de la zona de ribera	Estructura de la cubierta	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	Puntaje Total
P1	25	0	25	25	75
P2	25	0	25	25	75
P3	5	10	5	25	45
P4	10	25	5	25	65
P5	10	10	5	10	35
P6	5	5	10	10	30
P7	5	5	5	10	25
P8	5	5	10	25	45
P9	10	5	10	5	30
P10	5	5	5	10	25
P11	0	5	5	10	20
P12	5	5	0	10	20
P13	10	10	10	25	55
P14	25	10	10	25	70
P15	25	25	10	25	85
P16	25	25	10	25	85
P17	10	10	10	20	50
P18	10	25	10	25	70
P19	25	10	10	25	70
P20	10	10	10	25	50
P21	10	5	10	20	50
P22	5	5	10	25	45
P23	0	5	10	20	35
P24	5	5	10	20	45
P25	10	10	10	20	50
Promedio					48

Tabla N° 16: Resultados del IHF en la microcuenca Ventilla

Apartado								
Punto	Inclusión rápidos- sedimentación pozas	Frecuencia de rápidos	Composición de sustrato	Regímenes de velocidad / profundidad	Porcentaje de sombra en el cause	Elementos heterogeneidad	Cobertura y vegetación acuática	Puntaje Total
P1	10	10	6	8	10	6	25	75
P2	5	8	17	8	5	2	20	65
P3	10	8	14	8	10	8	25	83
P4	10	8	20	10	10	6	30	94
P5	5	8	17	8	5	6	25	74
P6	5	4	17	6	3	2	20	57
P7	5	4	11	4	3	4	15	46
P8	5	4	14	6	5	6	20	60
P9	5	4	11	4	5	6	15	50
P10	5	4	11	4	5	4	15	48
P11	5	4	14	4	3	2	15	47
P12	5	4	14	4	3	2	15	47
P13	10	8	17	8	10	6	20	79
P14	10	8	17	8	10	4	25	82
P15	10	10	17	10	10	4	20	81
P16	10	10	17	10	10	6	20	83
P17	5	8	17	8	5	4	15	62
P18	10	10	20	10	10	4	20	84
P19	10	8	17	10	5	6	15	71
P20	5	10	14	10	5	6	15	65
P21	5	8	10	8	5	4	20	60
P22	5	5	14	2	10	4	10	50
P23	10	8	10	8	5	4	15	60
P24	5	10	14	10	10	6	10	65
P25	5	8	17	6	5	4	15	60
Promedio								60

Tabla 17: Especies de plantas identificadas en la microcuenca Ventilla

Especie	Familia	Código
<i>Alcalypha sp.</i>	Euphorbiaceae	SP15-V24
<i>Alchornea grandiflora</i>	Euphorbiaceae	SP8-V33
<i>Alchornea sp.</i>	Euphorbiaceae	SP9-V34
<i>Arachnothryx peruviana</i>	Rubiaceae	SP9-V22
<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	SP10-V22
<i>Barnadesia horrida</i>	Asteraceae	SP8-V22
<i>Coriaria ruscifolia</i>	Coriariaceae	SP25-V37
<i>Clethra properties</i>	Clethraceae	SP6-V32
<i>Clethra sp.</i>	Clethraceae	SP17-V34
<i>Dodonea viscosa</i>	Sapindaceae	SP0-V36
<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrthaceae	SP11-V23
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Rosaceae	SP22-V27
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	Rosaceae	SP12-V34
<i>Ilex sp.</i>	Aquifoliaceae	SP7-V31
<i>Meriania sp.</i>	Melastomataceae	SP20-V25
<i>Morella pubescens</i>	Ericaceae	SP6-V22/ SP14-V34
<i>Myrcianthes discolor</i>	Myrthaceae	SP19-V25
<i>Psidium guajaba</i>	Myrthaceae	SP21-V35
<i>Prunus pearcei</i>	Rosaceae	SP4-V32
<i>Rubus urticifolius</i>	Rosaceae	SP18-V5
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	SP13-V 13
<i>Salix humboldtiana</i>	Salicaceae	SP12-V35
<i>Tibouchina sp.</i>	Melastomataceae	SP22-V27

5.6. Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la microcuenca San Antonio

En la Tabla 18, se muestra los resultados del QBR e IHF para cada punto de muestreo, a lo largo del río San Antonio. Tras el cálculo del QBR de la microcuenca San Antonio, se obtiene un promedio de 55 ubicándose en el intervalo (55 – 70) lo que según los rangos de calidad de QBR, representa un “Inicio de alteración importante, calidad intermedia.”

Referente al IHF de la microcuenca San Antonio, se obtuvo un promedio de 70 (tabla 19), ubicándose en el intervalo (70-100), lo que representa según los rangos de calidad del IHF, una calidad “Óptima”

Tabla 18: Resultados del QBR en la microcuenca San Antonio

Apartado					
Punto	Grado de cubierta de la zona de ribera	Estructura de la cubierta	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	Puntaje Total
P1	25	0	25	25	75
P2	25	0	25	25	75
P3	25	0	25	25	75
P4	10	10	25	25	70
P5	5	10	25	25	65
P6	5	10	25	25	65
P7	5	10	10	25	55
P8	10	5	10	25	50
P9	5	10	10	25	50
P10	5	5	10	25	45
P11	10	10	10	10	40
P12	5	10	10	10	35
P13	5	10	10	10	35
P14	5	10	25	25	65
P15	0	10	10	25	45
Promedio					55

Tabla 19: Resultados del IHF en la microcuenca San Antonio

Apartado								
Punto	Inclusión rápidos-sedimentación pozas	Frecuencia de rápidos	Composición de sustrato	Regímenes de velocidad / profundidad	Porcentaje de sombra en el cause	Elementos heterogeneidad	Cobertura y vegetación acuática	Puntaje Total
P1	10	10	14	10	10	8	30	92
P2	10	8	17	8	10	8	30	91
P3	10	10	14	10	10	8	30	92
P4	10	10	10	10	10	6	30	86
P5	10	6	17	8	10	4	25	80
P6	10	8	17	10	5	6	15	71
P7	10	10	6	8	10	6	25	75
P8	5	10	14	10	10	6	10	65
P9	5	10	14	10	10	6	10	65
P10	5	6	6	8	10	4	10	49
P11	5	6	6	8	10	4	10	49
P12	5	4	14	4	3	2	15	47
P13	5	4	17	6	3	2	20	57
P14	5	8	14	10	10	8	10	65
P15	5	10	14	10	10	6	10	65
Promedio								70

Tabla 20: Especies de plantas identificadas en la microcuenca San Antonio

Especie	Familia	Código
<i>Brachyotum angustifolium</i>	Melastomataceae	SP8-SA2
<i>Baccharis genisteloides</i>	Asteraceae	SP4-SA3
<i>Bejaria aestuans</i>	Ericaceae	SP11-SA3
<i>Barnadesia horrida</i>	Asteraceae	SP0-A8
<i>Baccharis tricuneata</i>	Asteraceae	SP6-SA1
<i>Clethra castaneifolia</i>	Clethraceae	SP9-SA2
<i>Clusia alata</i>	Clusiaceae	SP12-SA3

En la tabla 21, se detalla el resultado de la determinación de Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en cada una de las microcuencas objeto de estudio.

Tabla 21: Resumen de QBR e IHF de las microcuencas evaluadas

Microcuenca	QBR	Calidad (interpretación)	IHF	Calidad (interpretación)
Timbambo	73	Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	83	Óptima
Atuén	50	Alteración fuerte, mala calidad	60	Regular
Cabildo	65	Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	70	Óptima
Pomacochas	48	Alteración fuerte, mala calidad	70	Óptima
Ventilla	48	Alteración fuerte, mala calidad	60	Regular
San Antonio	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	70	Óptima

Después de calcular el Índice de correlación de Pearson para medir el grado de covariación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial se obtuvo 0,8158 (81%), “correlación positiva lineal”, lo que significa que ambos comparten información, sí la calidad de bosque de ribera es buena entonces la calidad de hábitat fluvial también oscila de la misma manera.

VI. DISCUSIÓN

La modificación de los ecosistemas de las cuencas ganaderas de la Región Amazonas, al igual que en varias zonas del Perú y del mundo (Linares-Palomino, 2004) han transformado considerablemente el panorama regional, perturbando con ello la funcionalidad, la estructura y el grado de naturalidad de la cubierta vegetal de sus ecosistemas que lo hacen ser más sensible a factores externos (Leija-Loredo et al, 2016), además de ello sin número de especies de vida silvestre se ven afectadas ya que dependen de las zonas naturales al menos en parte de alimentos, agua, seguridad, descanso y reproducción.

El índice QBR implicó ser una herramienta económica y de rápida aplicación (Rodríguez-Téllez *et al.*, 2012), además la información obtenida es de alta confiabilidad ya que relaciona aspectos fundamentales de la estructura y organización de los bosques riparios. (Rodríguez-Téllez *et al.*, 2012). En las seis microcuencas evaluadas se apreciaron distintos efectos por algunas actividades humanas tales como asentamientos humanos, deforestación, pastoreo y agricultura que provocan una fuerte degradación de los ecosistemas riparios (Palma *et al.*, 2009) que determinan las bajas puntuaciones del índice en el tramo evaluado. Este mismo contexto ha sido reportado por Kutschker *et al.*, 2009 que descubrió que en los sitios sometidos a pastoreo se presentan situaciones de calidad de ribera desde intermedia a mala. Por otro lado, Merrit & Cummins (1996) mostraron que el efecto de la ganadería se relaciona con la pérdida de la vegetación ribereña, que significa pérdida de protección, sombreado y aporte de materia orgánica gruesa.

Smith & Armesto (2002) demostraron que las estructuras transversales como las encontradas en las microcuencas Atuen, Pomacochas y Ventilla además de contribuir a erosionar los suelos modifican la naturalidad del canal fluvial y actúan como rutas de invasión de especies exóticas; también funcionan como barreras que alteran los patrones de dispersión o migración de animales pudiendo mermar el tamaño de las poblaciones. El QBR, está diseñado para la evaluación de ríos mediterráneos, por ende es necesario tomar algunos puntos en cuenta en el momento de su aplicación, por ejemplo si se desea aplicar a ecosistemas diferentes que se distribuyen en la misma cuenca a la que pertenece el río, grado de cubierta de la zona de ribera, debe tenerse en cuenta que la vegetación es de tipo matorral semidesértico, por ende el apartado estructura de cubierta no debe considerarse porque en este tipo de ecosistema no existen árboles (Gutiérrez & Alonso,

2000). Por ello para esta investigación se ha utilizado el Índice QBR Calidad de ribera para comunidades arbóreas y el Índice QBR Calidad de la ribera de comunidades de pajonales de páramos y punas.

En las zonas donde realizan actividades agrícolas y ganaderas es indudable que disminuyen la conectividad entre el ecosistema natural adyacente y el bosque de ribera, mayormente se observó esto en Ventilla y Pomacochas, lo que concuerda con lo encontrado por Rodríguez-Téllez *et al.*, en el 2012. Existe una influencia directa entre la intervención del ser humano y la presencia de especies exóticas, por ejemplo en Ventilla, Pomacochas y Atuén microcuencas con QBR, 48, 48, 50 respectivamente, presentan especies introducidas como *Cupressus lusitanica*, *Lupinus sp.*, aquí la actividad agrícola y ganadera se desarrolla en casi todo el territorio y estas afectan la naturalidad del río por el reemplazo paulatino de las especies nativas por parte de las especies introducidas.

La falta de árboles en las riberas y estructuras transversales existentes además de contribuir a erosionar los suelos y favorecer el arrastre de sedimentos en las inundaciones modifican la naturalidad del canal fluvial y actúan como rutas de invasión de especies exóticas (Smith & Armesto, 2002).

Dados los resultados conseguidos en el presente estudio, resulta fundamental e indispensable el desarrollo de políticas y planes de manejo en el corto y mediano plazo de las riberas para asegurar la integridad ecológica del sistema fluvial del río esto coincide con las investigaciones realizadas por Rodríguez-Téllez *et al.*, 2012.

VII. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos planteados y los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

- ❖ La microcuenca Timbambo con QBR 73 e IHF 83, Cabildo con QBR 65 e IHF 70, San Antonio QBR 55 e IHF 70 son las que obtuvieron mayor puntaje QBR e IHF lo que significa que conserva características naturales y poco nivel de intervención de las riberas por parte del ser humano esto gracias a su ubicación geográfica y otras características como cobertura en el caso de la cabecera de la microcuenca Timbambo “suelo de pajonal alto andino” y pendiente pronunciadas que limitan el desarrollo de la agricultura.
- ❖ La microcuenca Ventilla, Pomacochas, Atuén son las más intervenidas por el hombre haciendo referencia a la deforestación de los bosques de ribera y a la introducción de especies exóticas como *Eucalyptus globulus*, *Cupressus lusitanica* que penalizan y disminuyen el puntaje QBR.

VIII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda el uso de los índices biológicos: Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) para el análisis ecológico de microcuencas y cuencas hidrográficas para posteriores investigaciones ya que tiene niveles altos de eficiencia y fácil aplicación en campo.
- ❖ Se recomienda realizar charlas informativas a funcionarios públicos, autoridades, y pobladores con el fin de comunicar la existencia de herramientas como Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF), indispensables para identificar las potencialidades y limitaciones que del territorio de acuerdo a sus características para realizar una ocupación adecuada del territorio y un desarrollo sostenible a través del tiempo.
- ❖ Se recomienda la implementación de mecanismos naturales de defensa ribereña para ríos y quebradas que estén descubiertas y expuestas, para evitar inundaciones futuras, y pérdida de bienes materiales. Además se recomienda la construcción de viviendas a una distancia prudente del cauce del río para evitar pérdida de vidas humanas en las épocas lluviosas (crecidas del río).
- ❖ Se recomienda realizar proyectos de investigación con la aplicación de los mismos índices ecológicos en las seis microcuencas estudiadas, para realizar un monitoreo constante de la evolución de la calidad ecológica de bosque de ribera y hábitat fluvial de las microcuencas ganaderas de Leymebamba y Molinopampa, o realizar investigaciones a partir de los resultados obtenidos, ya sea en temas de conservación de especies endémicas de árboles, los cambios producidos tras la introducción de especies exóticas en los ecosistemas, pérdida o ganancia del bosque de ribera a través de los años, etc.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, M. & Coelho P. (2012). *Conservación y mantenimiento de cursos de agua, la perspectiva de la ARH*. Algarve, Portugal.
- Alfaro, P. E. M., Santos, P. M., & Castaño, S. C. (2006). *Fundamentos de hidrogeología*. Mundi-Prensa Libros.
- Allan, J.D. (2004). Paisajes y paisajes fluviales: la influencia del uso de la tierra en los ecosistemas de la corriente. *Revista Ecología*. 35:257-284.
- Andren, H. (1994). Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, 355-366.
- Armesto, J. J., Smith-Ramírez, C., León, P., & Arroyo, M. T. K. (1992). Biodiversidad y conservación del bosque templado en Chile. *Ambiente y Desarrollo*, 8(4), 19-24.
- Aranda, D. F. C. (1984). *Procesos del ciclo hidrológico*. UASLP.
- Banco Mundial. (2015). *Crecimiento de la población (% anual)*
- Bonada, N., N. Prat, A. Munné, M. Plans, C. Sola, M. Alvarez, I. Pardo, G Moya, G Ramon, M. Toro, S. Robles, J. Aviles, M. L. Suárez, M. R. Vidal-Abarca, A. Mellado, J. L. Moreno, C. Guerrero, S. Vivas, M. Ortega, J. Casas, A. SánchezOrtega, P. Jáimez-Cuéllar & J. Albatercedor. (2002). Intercalibración de la metodología GUADALMED. Selección de un protocolo de muestreo para la determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnetica* 21: 13-33.
- Cabrejos-Valdivia, M. N. (2016). *Modelamiento geoespacial en la determinación del riesgo, vulnerabilidad y de la cuantificación de la erosión hídrica en la microcuenca del río Atuen-Amazonas*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cummins, K.W. (1974). Structure and function of stream ecosystems. *BioScience* 24:631-641.
- Cabrera-Amaya, D. M., & Rivera-Díaz, O. (2016). Composición florística y estructura de los bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto, Casanare, Colombia: Floristic composition and structure of riparian forests of the lower basin of Pauto River, Casanare, Colombia. *Caldasia*, 38(1), 53-85.

- Díaz, J.A., Pérez-Tris, J., Tellería, J.L., Carbonell, R. y Santos, T. (2005). Reproductive investment of a lacertid lizard in fragmented habitat. *Conservation Biology* 19: 1578-1585.
- Dollfus, O. (1996). Los Andes como memoria, pp. 11-29. En: Morlon, P. (ed.). *Comprender la Agricultura Campesina en los Andes Centrales, Perú-Bolivia*. IFEA & CBC, Lima.
- España-Boquera, M. L., & Champo-Jiménez, O. (2016). Proceso de deforestación en el municipio de Cherán, Michoacán, México (2006-2012). *Madera y bosques*, 22(1), 141-153.
- Frankham R., (1995). Genética de la Conservación. *Revisión Anual de la Genética* 29: 305-327.
- Gutiérrez, M. R. V. A., & Alonso, M. L. S. (2000). Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR (Munné et al., 1998) a los cauces fluviales de la cuenca del río Segura. *Tecnología del agua*, (201), 33-45.
- Hansson, L., Fahrig, L., & Merriam, G. (Eds.). (2012). *Mosaic landscapes and ecological processes*. Springer Science & Business Media.
- Haun, R. S., & Fortes, J. A. (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*.
- Hedrick, P.W. (2001). *Genética de la conservación: ¿dónde estamos ahora?* Tendencias en Ecología y Evolución 16: 629-636.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2015). *Tasas de Crecimiento de la Población por Departamento*.
- Jáimez-Cuéllar, P., Vivas, S., Bonada, N., Robles, S., Mellado, A., Álvarez, M., & Prat, N. (2002). Protocolo GUADALMED. *Limnetica*, 21(3-4), 187-204.
- 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. *Ecología austral*, 19(1), 19-34.
- Leija-Loredo, E. G., Reyes-Hernández, H., Reyes-Pérez, O., Flores-Flores, J. L., & Sahagún-Sánchez, F. J. (2016). Cambios en la cubierta vegetal, usos de la tierra y escenarios futuros en la región costera del estado de Oaxaca, México. *Madera y bosques*, 22(1), 125-140.

- Lazos-Ruíz, A., Moreno-Casasola, P., Guevara, S., Gallardo, C., & Galante, E. (2016). El uso de los árboles en Jamapa, tradiciones en un territorio deforestado. *Madera y bosques*, 22(1), 17-36.
- Lens, L., Van Dongen, S., Wilder, C. M., Brooks, T. M., & Matthysen, E. (1999). Fluctuating asymmetry increases with habitat disturbance in seven bird species of a fragmented afro-tropical forest. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 266(1425), 1241-1246.
- Linares-Palomino, Reynaldo. (2004). Los bosques tropicales estacionalmente secos: I. El concepto de los bosques secos en el Perú. *Arnoldoa*, 11, 85-102.
- Loh, J., & Wackernagel, M. (Eds.). (2004). *Informe Planeta Vivo 2004*. WWF-Fondo Mundial para la Naturaleza.
- Luck, G.W. (2003). Differences in the reproductive success and survival of the rufa (*Climacteris rufa*) between a fragmented and non-fragmented landscape. *Biological Conservation* 109: 1-14.
- Melville, R. (1997). El concepto de cuencas hidrográficas y la planificación del desarrollo regional. Nueve estudios sobre el espacio: *representación y formas de apropiación*, 77-90.
- Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (Eds.). (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall Hunt.
- Munné, A., Prat, N., Sola, C., Bonada, N., & Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(2), 147-163.
- Munné, A.; Solá, C.; Prat, N. (1998). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del agua*, (175), 20-37.
- Naiman, R.J., H. Décamps & M.E. McClain. (2005). *Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. Elsevier/Academic Press, San Diego.
- Organización Meteorológica Mundial y Global Water Partnership. (2006). Aspectos Ambientales de la Gestión de Crecidas, Documento Técnico No. 3 de la Serie Políticas de Gestión de Crecidas, Series Políticas de Gestión de Crecidas, OMM Suiza, , I.S.B.N. 92-63-31009-2.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010* (Informe principal). Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO), (2011). *Crecimiento demográfico y crisis alimentaria*.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), (2015). *África disparará la población mundial por encima de 10.000 millones este siglo*.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Pablo Jáimez-Cuéllar, J., Moyá, G., Prat, N., Robles, S., Suárez, L., Toro, M. y Vidal-Abarca, R. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica* 21(3-4): 115-133
- Palma, A., Figueroa, R., & Ruiz, V. H. (2009). Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana (Concepción)*, 73(1), 57-63.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N.,... & Robles, S. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4), 115-133.
- Pérez, H. V. V., Quintana, J. L. M., Silva, R. C., & Oliva, M. (2016). Selección, identificación y distribución de malezas (adventicias), en praderas naturales de las principales microcuencas ganaderas de la región Amazonas. *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 2(1), 71-79.
- Posada, M. I. & Arroyave, M. M., (2015). Análisis de la calidad del retiro ribereño para el diseño de estrategias de restauración ecológica en el río la miel, Caldas, Colombia. *Revista EIA*, ISSN 1794-1237. 117-128.
- Prat, N., Munné, A., Rieradevall, M., Solà, C., & Bonada, N. (2000). ECOSTRIMED. Protocolo para determinar el estado ecológico de los ríos mediterráneos. Área de Medio Ambiente. *Diputación de Barcelona*. Barcelona, 40.
- Rivera, L. G. (2016). *Características de suelos de Molinopampa*. (E. T. Pérez, Entrevistador).
- Rodríguez-Téllez, E., Domínguez-Calleros, P. A., Pompa-García, M., Quiroz-Arratia, J. A., & Pérez López, M. E. (2012). Calidad del bosque de ribera del río El Tunal, Durango, México; mediante la aplicación del índice QBR. *Gayana. Botánica*, 69(1), 147-151.

- Sánchez-Mata, D., & De la Fuente, V. (1986). Las riberas de agua dulce. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Centro de Publicaciones.
- Sánchez-Vélez, A., & García-Núñez, R. M. (1999). BIOMONITOREO DE RIOS EN LA GESTION DE CUENCAS; Una aproximación introductoria. *In IX Congreso Nacional de Irrigación, Simposio* (Vol. 4, pp. 63-71).
- Suárez, M., Gutiérrez, V. A., Rosario, M., Sánchez-Montoya, M. D. M., Alba Tercedor, J., Álvarez, M.,... & Munné i Torras, T. (2002). Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica*, 2002, vol. 21, num. 3-4, p. 135-148.
- Smith, R. y Smith, T. (2000). *Elementos de Ecología*. San Francisco: Addison Wesley Longman, 567 pp.
- Smith, C., & Armesto, J. (2002). Importancia biológica de los bosques costeros de la décima región: el impacto de la carretera costera sur. *Ambiente y Desarrollo*, 23, 6-14.
- Tellería, J.L., Virgós, E., Carbonell, R., Pérez-Tris, J. y Santos, T. (2001). Behavioral responses to changing landscapes: flock structure and anti-predatory strategies of tits wintering in fragmented forests. *Oikos* 95: 253-264
- Tomimatsu, H. y Ohara, M. (2002). Behavioral responses to changing landscapes: flock structure and anti-predatory strategies of tits wintering in fragmented forests. *Conservation Biology* 16:1277-85.
- Turner, I.M. (1996). The loss of species in tropical forest fragments: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology* 33: 200-205
- Villamarin, C., Prat, N., & Rieradevall, M. (2014). Physical, chemical and hydromorphological characterization of Ecuador and Peru tropical highland Andean rivers. *Latin American Journal Of Aquatic Research*, 42(5), 1072-1086.
- Valero Gutierrez del Olmo, E., Picos-Martín, J., Alvarez Bermudez, X., García Corcoba, J., & Lopez, S. (2013, June). *Restauración y Conservación del Bosque de Ribera de los ríos Umia y Gallo*. In Congresos Forestales.
- Vargas, J. O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246.

ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO DE CAMPO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE BOSQUE DE RIBERA ARBÓREO (QBR)

Calidad de ríos andinos (Protocolo CERA)

Índice de calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR-And). *Andean riparian vegetation quality Index (QBR-And)*.

ÍNDICE QBR-And
Calidad de la ribera para
Comunidades arbóreas
Protocolo CERA



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos		Estación	
		Observador	
		Fecha	
Grado de cubierta de la zona de ribera		Puntuación bloque 1	
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	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total		
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%		
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%		
- 10	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 bloque 2	
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		Puntuación bloque 3	
Puntuación			
25	Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos		
10	Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas		
5	26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas		
0	Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas		
+ 10	>75% de los arbustos son de especies autóctonas.		
+ 5	51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas		
- 5	26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas		
- 10	Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas		
Grado de naturalidad del canal fluvial		Puntuación bloque 4	
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		
- 5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes		
- 10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado		
Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)			

ANEXO 2: FORMATO DE CAMPO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE BOSQUE DE

ÍNDICE QBR-And
 Calidad de la ribera de
 Comunidades de Pajonales de
 Páramos y Punas
 Protocolo CERA



La puntuación de cada uno de los 3 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos	Estación	
	Observador	
	Fecha	

Grado de cubierta de la zona de ribera		Puntuación bloque 1
Puntuación		
25	> 80 % de cubierta vegetal de la ribera (Gramíneas y/o matorral y/o "almohadillas")	
10	50-80 % de cubierta vegetal de la ribera	
5	10-50 % de cubierta vegetal de la ribera	
0	< 10 % de cubierta vegetal de la ribera	
+ 10	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es total	
+ 5	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es >50%	
- 5	Si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es entre el 25-50%	
-5	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera <50%	
-10	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera >50%	

Calidad de la cubierta		Puntuación bloque 2
Puntuación		
25	Todas las especies vegetales de ribera autóctonas (gramíneas, matorral o almohadillas)	
10	Ribera con <25% de la cobertura con especies de introducidas (<i>Eucalyptus spp.</i> , <i>Pinus spp.</i>) o especies arbustivas secundarias (por efecto de sobrepastoreo)	
5	Ribera entre 25-80% de la cobertura con especies introducidas o con arbustivas secundarias	
0	Ribera con >80% de especies introducidas o arbustivas secundarias	

Grado de naturalidad del canal fluvial		Puntuación bloque 3
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	
-5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes	
-10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)	
---	--

ANEXO 3: FORMATO DE CAMPO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF)

Evaluación del Hábitat Fluvial. Índice IHF			
	Estación:		
	Fecha:		
	Operador:		
Bloques			Puntuación
1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas			
Rápidos	Piedras,cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos.Inclusión 0 - 30		
	Piedras,cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos.Inclusión 30 - 60		
	Piedras,cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos.Inclusión > 60%		
Solo pozas	Sedimentación 0 - 30%		
	Sedimentación 30 - 60%		
	Sedimentación > 60%		
TOTAL (una categoría)			
2. Frecuencia de rápidos			
Alta frecuencia de rápidos, Relación distancia entre rápidos/ anchura del río < 7			10
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7- 15			8
Ocurrencia ocasional de rápidos.Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25			6
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura del río > 25			4
Solo pozas			2
TOTAL (una categoría)			
3. Composición de sustrato			
% Bloques y piedras	01- 10%		2
	>10%		5
% Cantos y gravas	01- 10%		2
	>10%		5
% Arena	01- 10%		2
	>10%		5
% Limo y arcilla	01- 10%		2
	>10%		5
TOTAL (una categoría)			
4. Regímenes de velocidad / profundidad			
4 categorías. Lento- profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero			10
Sólo 3 de las categorías			8
Sólo 2 de las 4			6
Sólo 1 de las cuatro			4
TOTAL (una categoría)			
5. Porcentaje de sombra en el cauce			
Sombreado con verduras			10
Totalmente en sombra			7
Grandes claros			5
Expuesto			3
TOTAL (una categoría)			
6. Elementos de heterogeneidad			
Hojarasca	> 10 % ó < 75 %		4
	< 10 % > 75 %		2
Presencia de troncos y ramas			2
Raíces expuestas			2
Diques saturados			2
TOTAL (una categoría)			
7. Cobertura y vegetación acuática			
% Plocon + briofitos	10 - 50 %		10
	< 10 % ó > 50 %		5
% Pecton	10 - 50 %		19
	< 10 % ó > 50 %		5
% Fanerógamas	10 - 50 %		10
	< 10 % ó > 50 %		5
TOTAL (una categoría)			
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)			
La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla			
Inclusión rápidos - sedimentos pozas			10
Frecuencia de rápidos			10
Composición de sustrato			20
Régimen velocidad / profundidad			10
Porcentaje de sombras en el cauce			10
Elementos de heterogeneidad			10
Cobertura de vegetación acuática			30

ANEXO 4: TRABAJO EN CAMPO EN LA MICROCUENCA TIMBAMBO



Figura 9: Orígenes de la microcuenca Timbambo

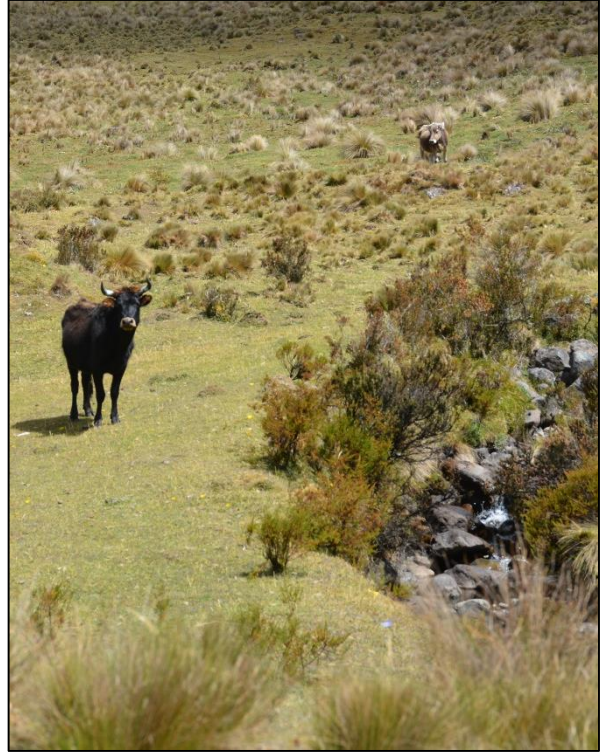


Figura 10: Ganadería desarrollada en la cabecera de la microcuenca Timbambo



Figura 11: Vista panorámica de la cabecera de la microcuenca Timbambo



Figura 12: Entrevista con el guía de campo del distrito de Leymebamba



Figura 13: Aplicación de QBR e IHF



Figura 14: Timbambo

ANEXO 5: TRABAJO EN CAMPO EN LA MICROCUENCA CABILDO



Figura 15: Aplicación del Índice de Bosque de Ribera (QBR) e Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la cabecera de la microcuenca Cabildo



Figura 16: Vista panorámica de las aguas de la microcuenca Cabildo

ANEXO 6: TRABAJO EN CAMPO EN LA MICROCUENCA ATUEN



Figura 16: Aguas y bosque de ribera de la microcuenca Atuen



Figura 17: Deslizamientos de tierras, a lado del río Atuen, produciendo erosión y pérdida del bosque de ribera de la microcuenca

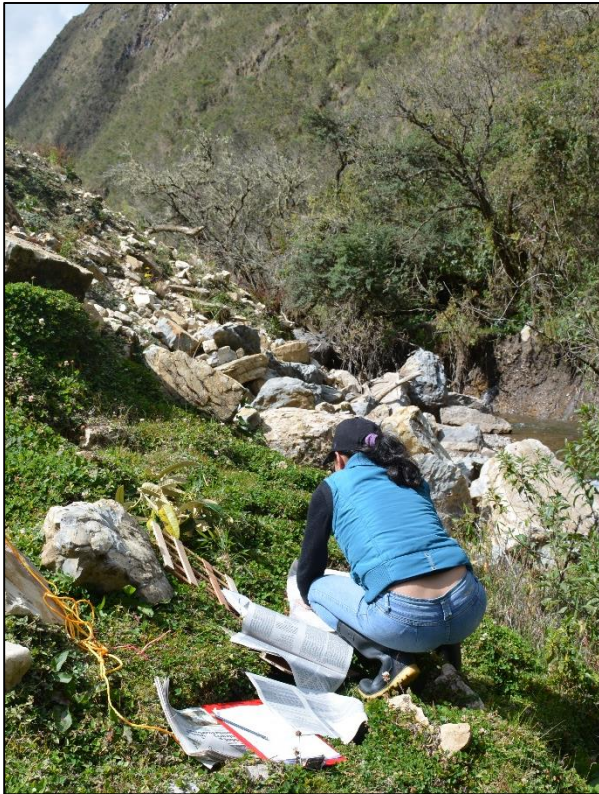


Figura 17: Colecta de plantas para determinar el QBR de la microcuenca Atuen

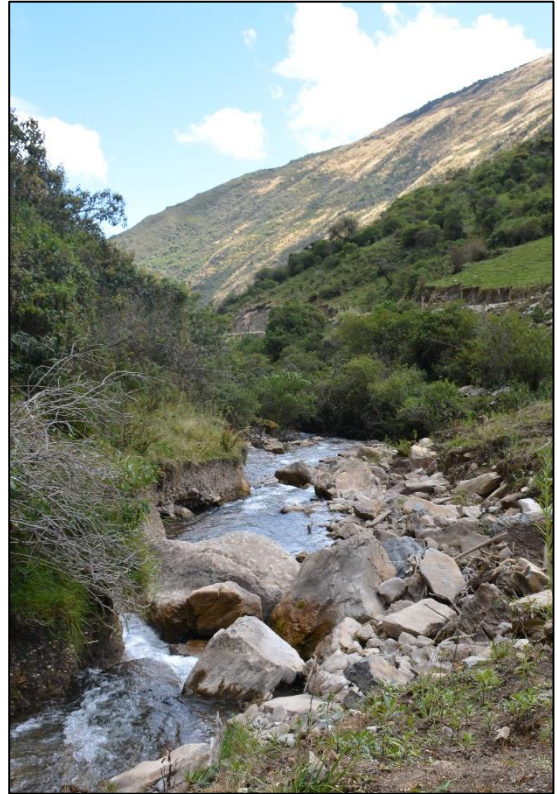


Figura 18: Aguas y bosque de ribera de la microcuenca Atuen



Figura 19: Parte baja de la microcuenca Atuen



Figura 20: Puente que conecta la vía de acceso para los centros poblados establecidos en la parte alta de la microcuenca Atuen



Figura 21: Bosque de ribera de la microcuenca Atuen

ANEXO 7: TRABAJO DE CAMPO EN LA MICROCUENCA VENTILLA



Figura 22: Orígenes de las aguas del río Ventilla



Figura 23: Disposición de plantas para la determinación del Índice de Bosque de Ribera (QBR), en la microcuenca Ventilla.



Figura 24: Aguas del río Ventilla, el bosque de ribera conformado por aliso (Alnus acuminata)



Figura 25: Presencia de los residuos sólidos en las aguas del río Ventilla.

ANEXO 8: TRABAJO DE CAMPO EN LA MICROCUENCA SAN ANTONIO



Figura 26: Laguna de la cual yace las aguas del río San Antonio



Figura 27: Aguas y Bosque de Ribera del río San Antonio

ANEXO 9: PANEL FOTOGRÁFICO DEL TRABAJO EN CAMPO EN LA MICROCUENCA POMACOCHAS



Figura 28: Parte alta de la microcuenca Pomacochas



Figura 29: Vista panorámica de la parte alta de la microcuenca Pomacochas



Figura 30: Toma de muestra de plantas para la determinación del QBR de la microcuenca Pomacochas



Figura 31: Parte baja de la Microcuenca Pomacochas, a la entrada de Leymebamba

ANEXO 10: TRABAJO EN GABINETE



Figura 32 y 33: Secado de plantas, en el laboratorio de Aguas y Suelos de la UNRTM

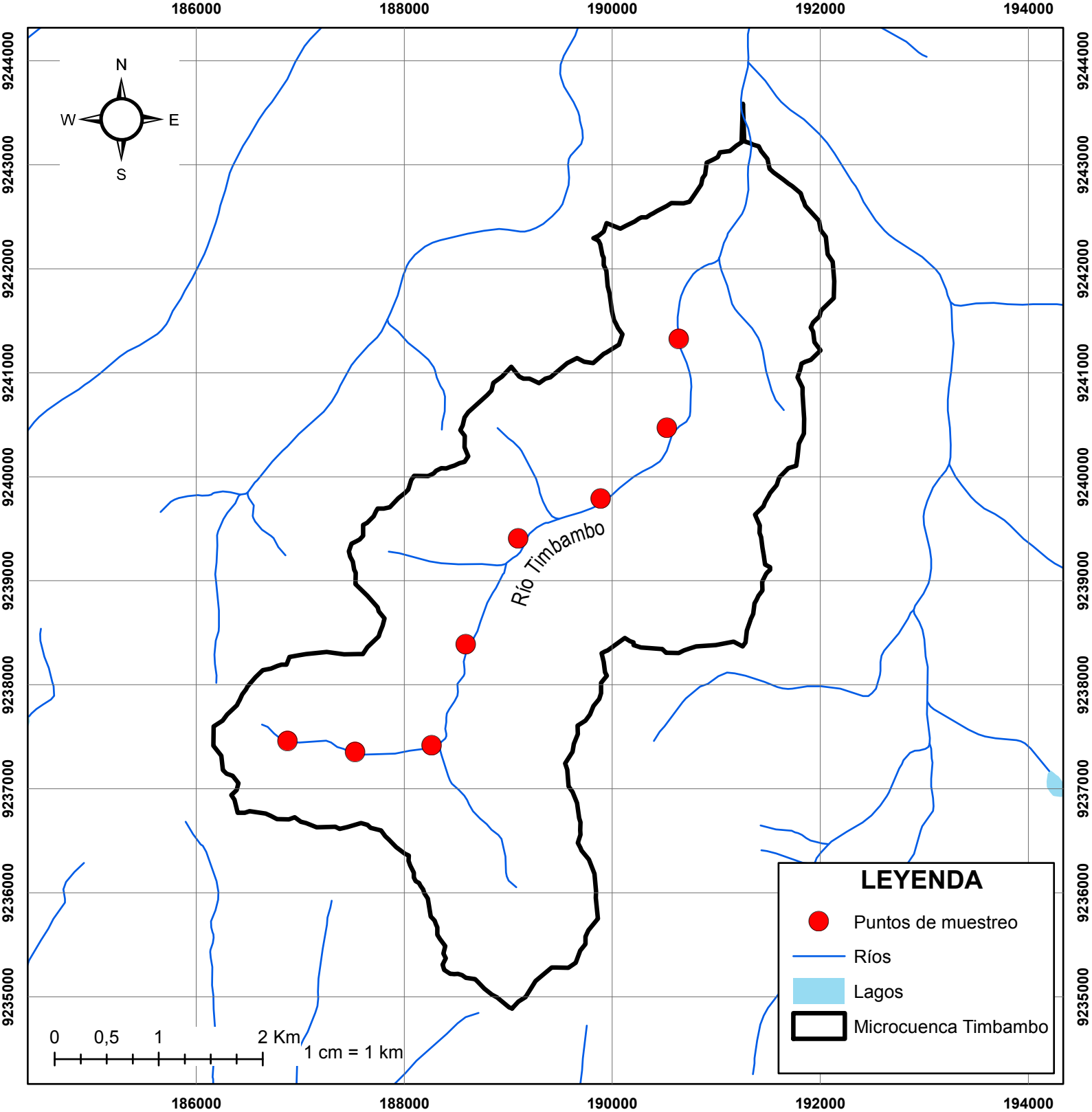


Figura 34: Identificación de plantas con el M.Sc. Eli Pariente Mondragón



Figura 35: Identificación de muestras con el Dr. Carlos Amasifuen Guerra

ANEXO 11: PUNTOS DE MUESTREO

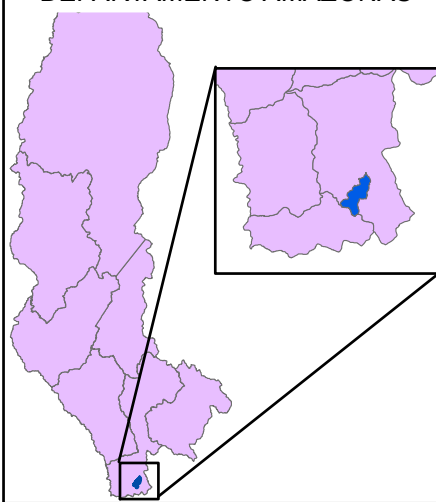


MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA TIMBAMBO

REPÚBLICA DEL PERÚ



DEPARTAMENTO AMAZONAS



EVALUACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE
TIMBAMBO, ATUEN, POMACOCHAS, CABILDO,
VENTILLA Y SAN ANTONIO, MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS,
AMAZONAS (PERÚ), 2017

TESIS

UBICACIÓN
GEOGRÁFICA

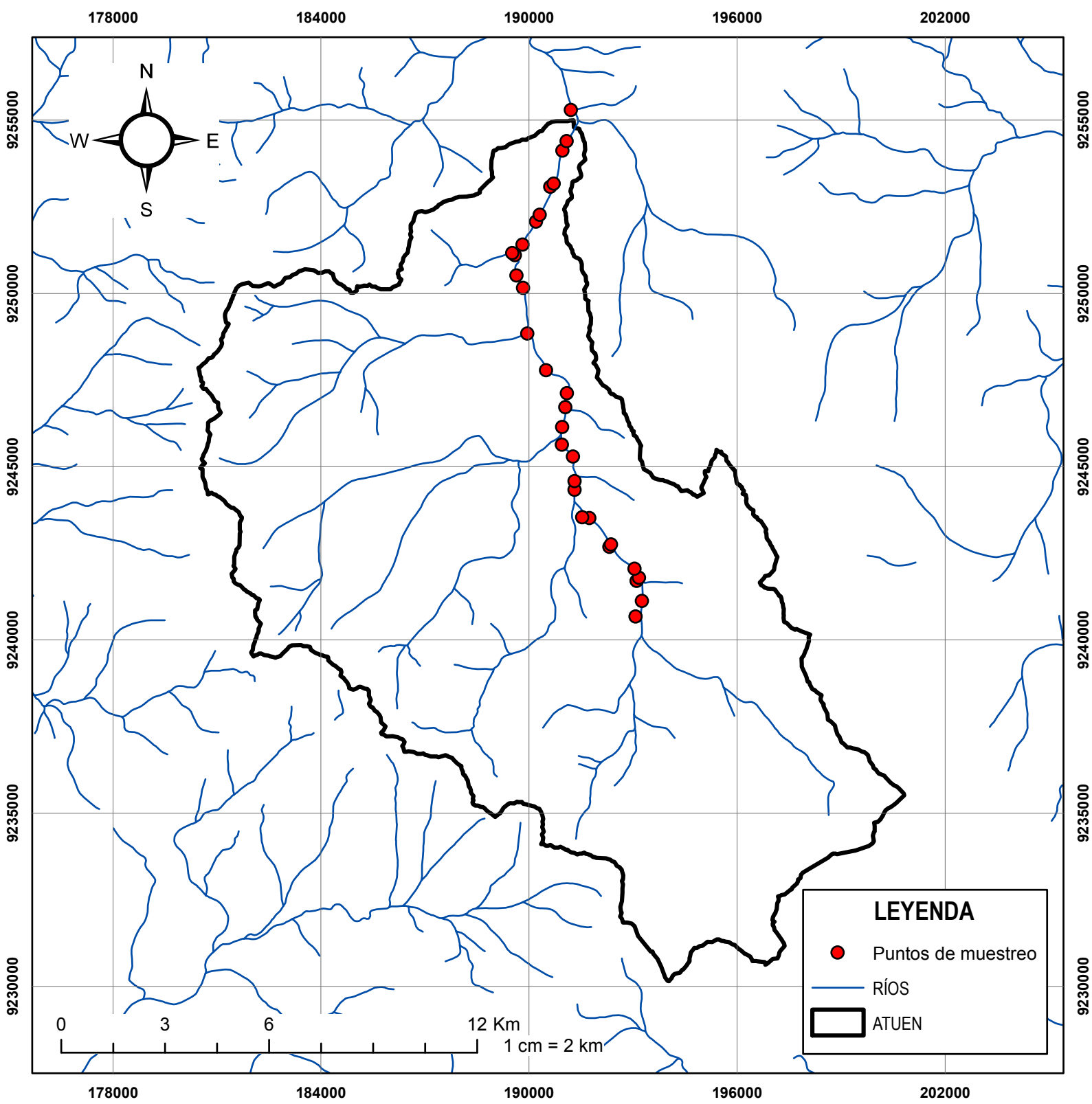
DISTRITO: LEYMEBAMBA
PROVINCIA: CHACHAPOYAS
REGIÓN: AMAZONAS

DATOS
TÉCNICOS

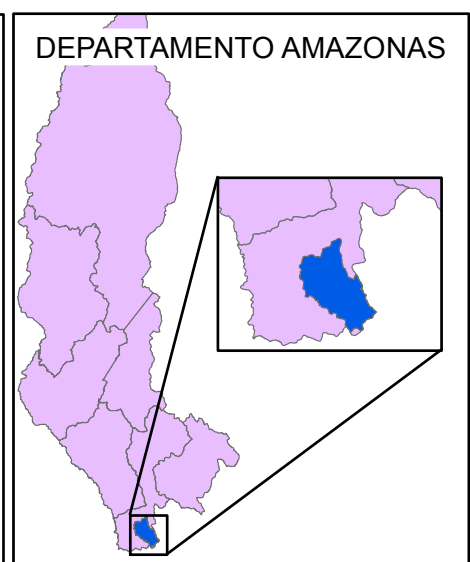
SISTEMA DE CORDENADAS:
WGS 1984 UTM Zone 18S,
PROYECCIÓN: TRANSVERSE MERCATOR
DATUM: WGS 1984
UNIDADES: METROS

ESCALA: 1:2.000.000

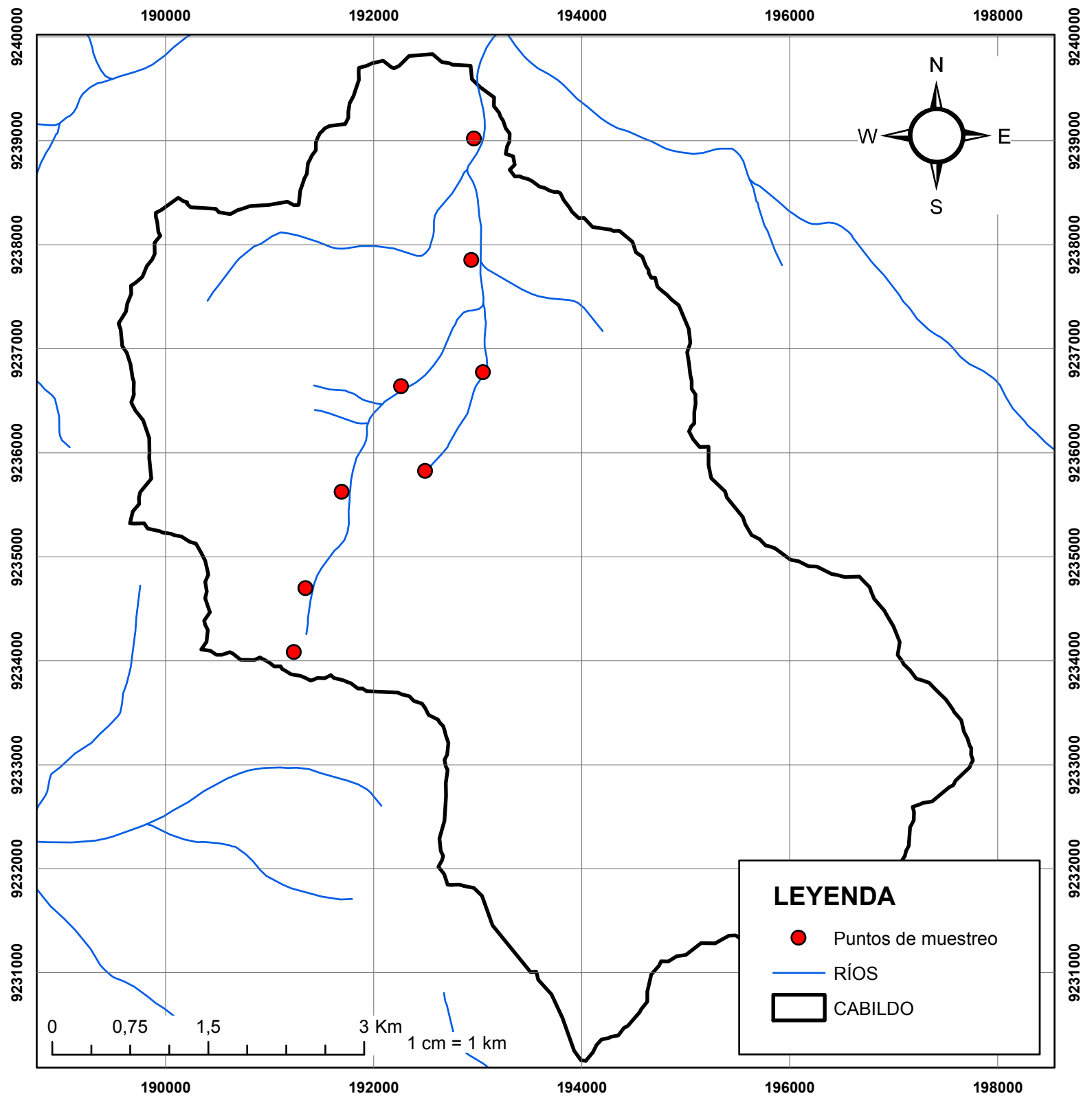
A4



MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA ATUÉN



<p>EVALUACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE TIMBAMBO, ATUÉN, POMACOCHAS, CABILDO, VENTILLA Y SAN ANTONIO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS, AMAZONAS (PERÚ), 2017</p> <p>TESIS</p>	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	DISTRITO: LEYMEBAMBA PROVINCIA: CHACHAPOYAS REGIÓN: AMAZONAS
DATOS TÉCNICOS	SISTEMA DE CORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S, PROYECCIÓN: TRANSVERSE MERCATOR DATUM: WGS 1984 UNIDADES: METROS
ESCALA: 1:2.000.000	A4

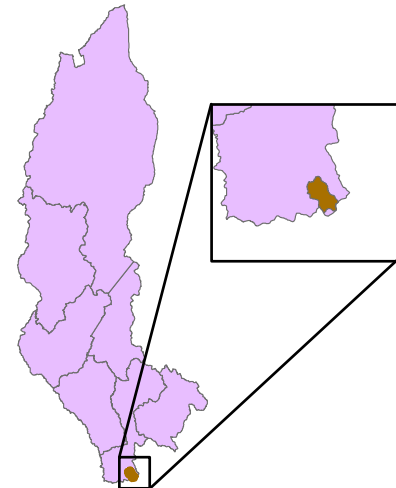


MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA CABILDO

REPÚBLICA DEL PERÚ



DEPARTAMENTO AMAZONAS



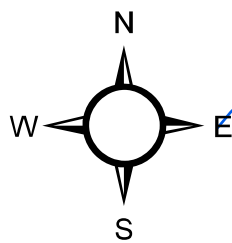
TESIS		EVALUACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE TIMBAMBO, ATUÉN, POMACOCAS, CABILDO, VENTILLA Y SAN ANTONIO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS, AMAZONAS (PERÚ), 2017	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA		DISTRITO: LEYMEBAMBA PROVINCIA: CHACHAPOYAS REGIÓN: AMAZONAS	
DATOS TÉCNICOS		SISTEMA DE CORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S, PROYECCIÓN: TRANSVERSE MERCATOR DATUM: WGS 1984 UNIDADES: METROS	
ESCALA: 1:2.000.000		A4	

181000

184000

187000

190000



9258000

9255000

9252000

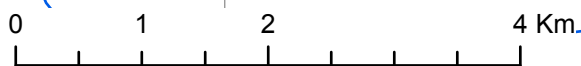
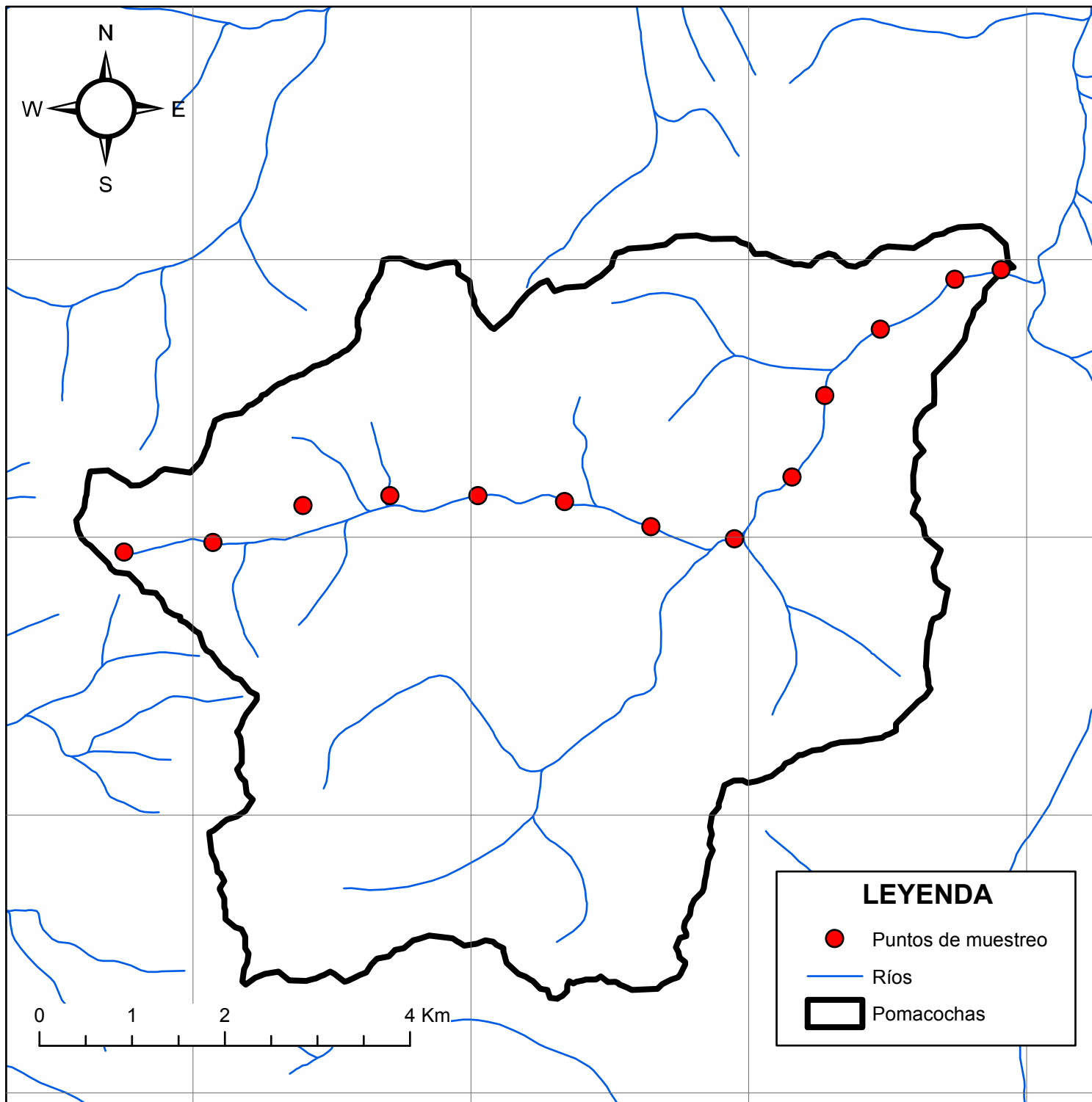
9249000

9258000

9255000

9252000

9249000



LEYENDA

- Puntos de muestreo
- Ríos
- Pomacochas

181000

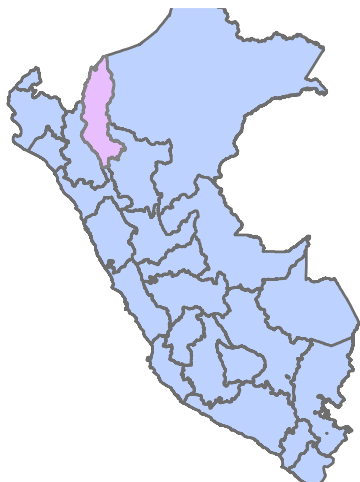
184000

187000

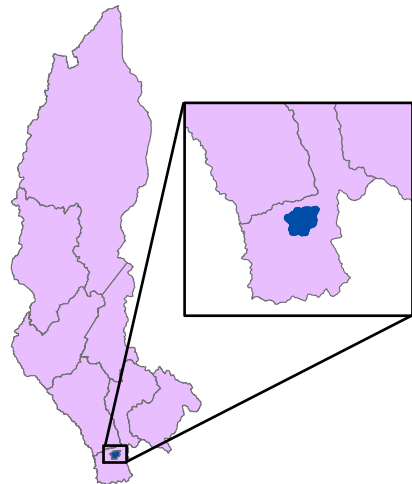
190000

MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA POMACOCHAS

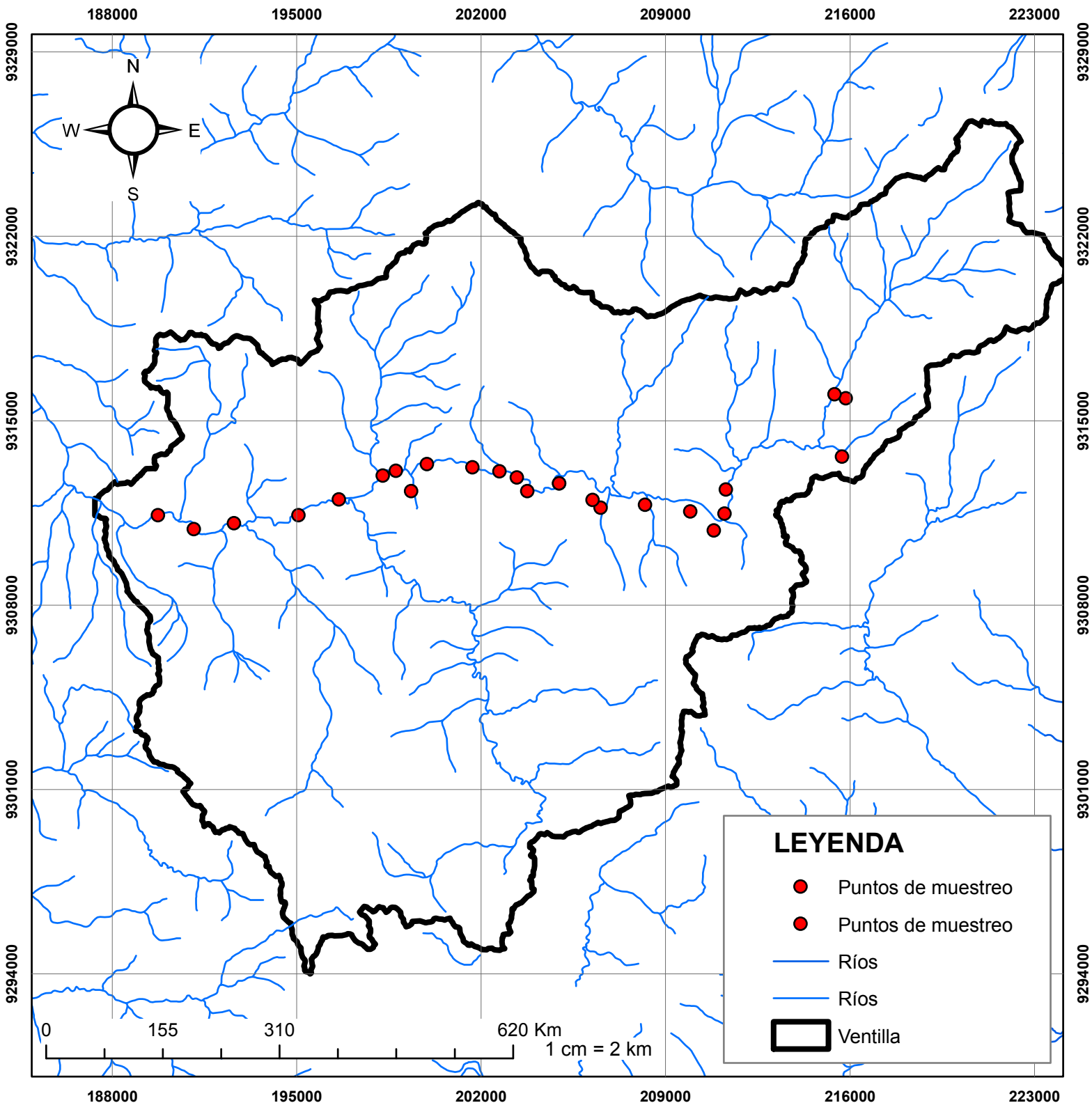
REPÚBLICA DEL PERÚ



DEPARTAMENTO AMAZONAS



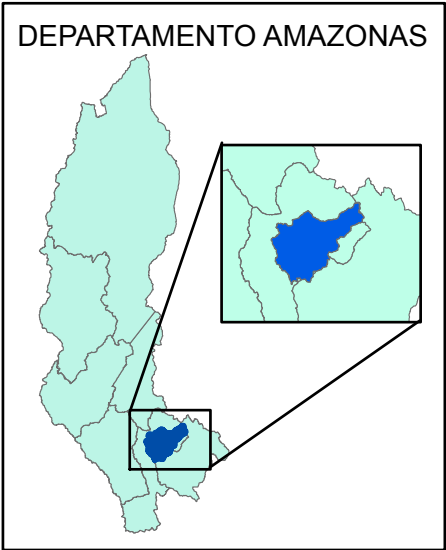
<p>TESIS</p> <p>EVALUACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE TIMBAMBO, ATUÉN, POMACOCHAS, CABILDO, VENTILLA Y SAN ANTONIO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS, AMAZONAS (PERÚ), 2017</p>	
<p>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</p>	<p>DISTRITO: LEYMEBAMBA PROVINCIA: CHACHAPOYAS REGIÓN: AMAZONAS</p>
<p>DATOS TÉCNICOS</p>	<p>SISTEMA DE CORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S, PROYECCIÓN: TRANSVERSE MERCATOR DATUM: WGS 1984 UNIDADES: METROS</p>
<p>ESCALA: 1:2.000.000</p>	<p>A4</p>



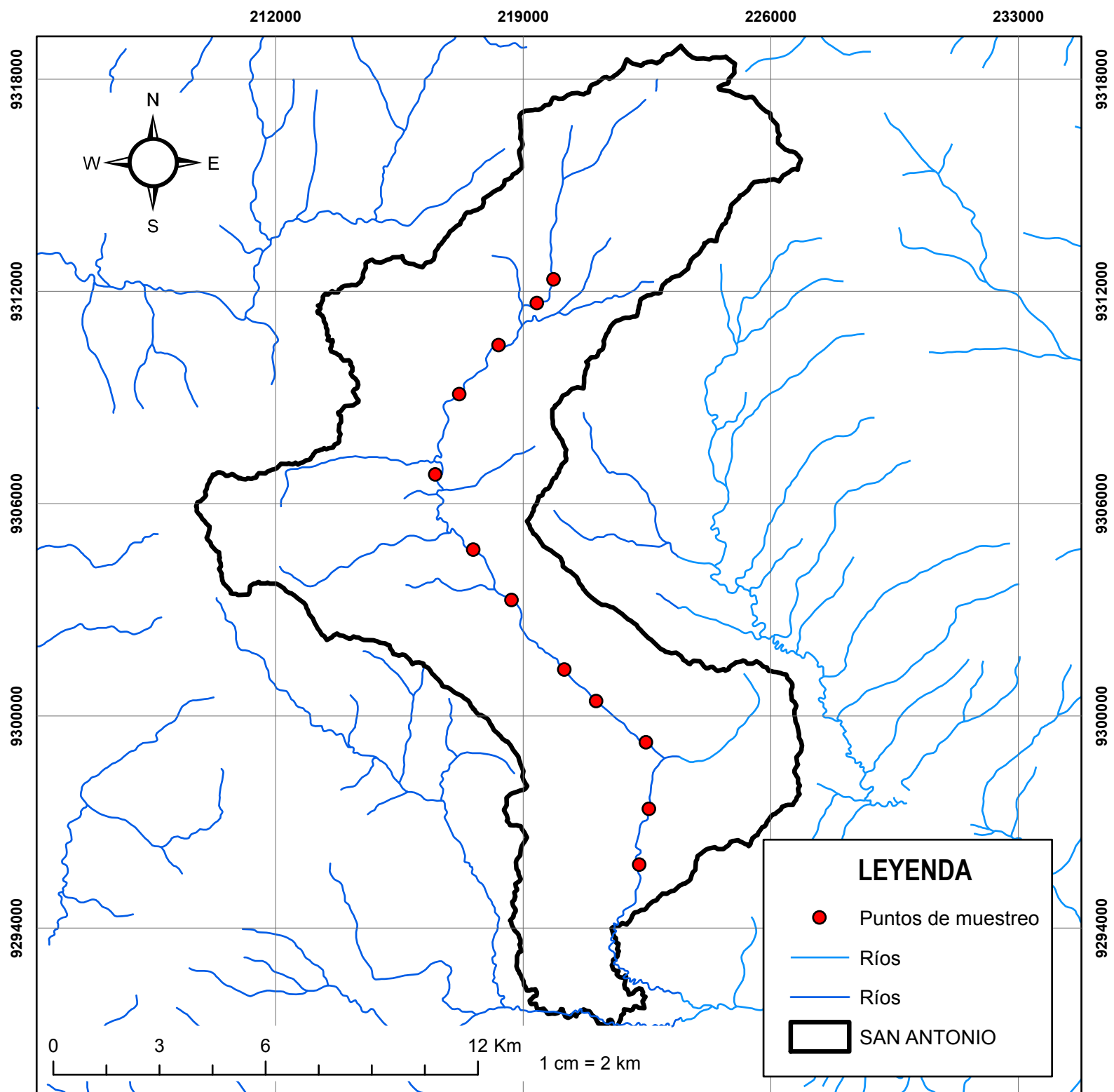
LEYENDA

- Puntos de muestreo
- Puntos de muestreo
- Ríos
- Ríos
- Ventilla

MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA VENTILLA



TESIS		EVALUACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE TIMBAMBO, ATUÉN, POMACOCNAS, CABILDO, VENTILLA Y SAN ANTONIO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS, AMAZONAS (PERÚ), 2017	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	DISTRITO: MOLINOPAMPA PROVINCIA: CHACHAPOYAS REGIÓN: AMAZONAS		
DATOS TÉCNICOS	SISTEMA DE CORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S, PROYECCIÓN: TRANSVERSE MERCATOR DATUM: WGS 1984 UNIDADES: METROS		
ESCALA: 1:2.000.000		A4	

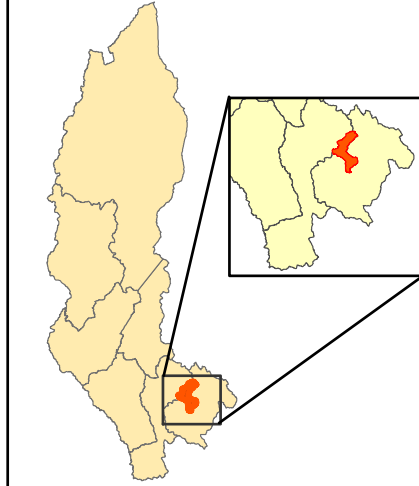


MAPA DE UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA SAN ANTONIO

REPÚBLICA DEL PERÚ



DEPARTAMENTO AMAZONAS



<p>TESIS</p> <p>EVALUACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE TIMBAMBO, ATUÉN, POMACOCNAS, CABILDO, VENTILLA Y SAN ANTONIO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS, AMAZONAS (PERÚ), 2017</p>	
<p>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</p>	<p>DISTRITO: MOLINOPAMPA PROVINCIA: CHACHAPOYAS REGIÓN: AMAZONAS</p>
<p>DATOS TÉCNICOS</p>	<p>SISTEMA DE CORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 18S, PROYECCIÓN: TRANSVERSE MERCATOR DATUM: WGS 1984 UNIDADES: METROS</p>
<p>ESCALA: 1:2.000.000</p>	<p>A4</p>