



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**“LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL DE
LA MICROCUENCA DEL RÍO SAUCAY, CANTÓN ALAUSÍ,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PARA LA PROPUESTA DE
UN PLAN DE MANEJO, UTILIZANDO HERRAMIENTAS
SIG”**

KRISLEN YOMAIRA BASTIDAS MAFLA

CYNTHIA CAROLINA TERAN TORRES

SANGOLQUÍ – ECUADOR

Agosto, 2011

RESUMEN

El manejo integrado de la Cuenca Hidrográfica es el principal objetivo del presente trabajo, ya que en ella se desenvuelven los más importantes procesos tanto físicos como bióticos además de socio económicos culturales, y el total conocimiento y armonización de dichos procesos es lo que nos llevará a conseguir un desarrollo sostenible del territorio y sus recursos, asegurando la calidad de vida para el hombre. La herramienta más importante para la consecución de los objetivos, ha sido el Sistema de Información Geográfica, que además del modelamiento de las variables, actúa como un medio para la toma de decisiones, es así que usando esta herramienta se realizó la Zonificación Ecológica Económica de la micro cuenca del río Saucay como alternativa de manejo más adecuada. Los resultados de los análisis de los procesos realizados se plasman en programas y proyectos encaminados a brindar un manejo apropiado de todas y cada una de las zonas delimitadas gracias a la Zonificación Ecológica y Económica que solo se logrará mediante la actuación conjunta de todos los actores involucrados.

SUMMARY

Integrated Watershed management is the main objective of this work, since it is the most important processes operate both physical and biotic and socio economic culture, and the full knowledge and harmonization of these processes is what we will achieve sustainable development of the territory and its resources, ensuring the quality of life for man.

The most important tool for achieving the objectives has been the Geographic Information System, which in addition to the modeling of the variables, it acts as a means of making decisions, so that using this tool is made the micro watershed Rio Saucay, Ecological Economic Zoning as a best management alternative.

The results of the analysis of the processes carried out are reflected in programs and projects to provide appropriate management of each and every one of the areas defined by the Ecological and Economic Zoning only be achieved through joint action by all stakeholders.

CERTIFICACIÓN

Ing. Mario Cruz

Quim. Erika Murgueitio

Certifican:

Que el trabajo titulado “**LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO SAUCAY, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PARA LA PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO, UTILIZANDO HERRAMIENTAS SIG**”, realizado por las Srtas. Krislen Bastidas y Cynthia Terán, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a su contenido de gran interés para futuras investigaciones que se forjen referentes al tema; SI se recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de (un) documento empastado y (un) disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Srtas. Krislen Bastidas y Cynthia Terán que lo entregue a Ing. Francisco León, en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Sangolquí, 17 de agosto del 2011

ING. MARIO CRUZ

DIRECTOR

QUIM. ERIKA MURGUEITIO

CODIRECTORA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Srta. KrislenYomaira Bastidas Mafla

Srta. Cynthia Carolina Terán Torres

Declaramos que:

El proyecto de grado denominado **“LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO SAUCAY, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PARA LA PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO, UTILIZANDO HERRAMIENTAS SIG”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 17 de Agosto del 2011

Krislen Bastidas

Cynthia Terán

AUTORIZACIÓN

Nosotras, Krislen Bastidas y Cynthia Terán

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO SAUCAY, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PARA LA PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO, UTILIZANDO HERRAMIENTAS SIG”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 17 de Agosto del 2011

Krislen Bastidas

Cynthia Terán

AGRADECIMIENTOS

A DIOS y a la VIDA, por brindarme las mejores oportunidades y todo el valor para aprovecharlas.

A mi PADRE mis agradecimientos infinitos por sus esfuerzos y sacrificio para darme lo más importante mi educación y por el amor que me expresa día a día en sus palabras.

A mi MAMI ANA por estar a mi lado y ser mi compañía y apoyo incondicional.

A VINICIO por apoyarme en los momentos difíciles, ser mi compañía, mi amigo, mi amor, mi todo.

Krislen

Especialmente a Dios, por darme la fe y la fuerza para poder salir adelante;

A mis Padres y Hermana por ayudarme, apoyarme y escucharme cuando lo he necesitado.

A los Docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación

con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante universitaria.

Cynthía

DEDICATORIA

A la persona que me guía, me da fortaleza para alcanzarmis metas, a mi MAMI LOLI que estando ausente siempre la siento junto a mí y es el motor que impulsa mi vida..

Krislen

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mis padres y hermana. A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida hanvelado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A Diego, por estar a mi lado en todo momento, por su apoyo, comprensión y amor.

Y a todas las personas que de una u otra formame brindaron su apoyo y ayuda para la culminación de esta etapa de mi vida.

Cynthía

HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS

ELABORADO POR:

: Srta. Krislen Bastidas Mafla

Srta. Cynthia Terán Torres

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

Ing. Francisco León

DELEGADO UNIDAD DE ADMISION Y REGISTRO

Dr. Marcelo Mejía

Lugar y fecha: Sangolquí, 17 de Agosto del 2011

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La destrucción y el uso no apropiado de los recursos naturales, así como las tecnologías perjudiciales de producción agrícola para las cuencas hidrográficas y una constante presión por el crecimiento demográfico, ponen en peligro un desarrollo sostenible en el Ecuador.

Los desastres derivados de eventos naturales, como la sequía y el desprendimiento de tierras como consecuencia de una gestión inadecuada de estas regiones, así como la falta de planificación y previsión, se han incrementado enormemente. La participación de la población local en procesos de planificación y toma de decisiones ha sido escaso. La falta de claridad sobre las competencias entre instituciones, organismos oficiales y la sociedad civil impiden una acción conjunta.

La Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), comprometida con el desarrollo sostenible de la provincia del mismo nombre, ha emprendido diversos proyectos fundamentalmente de ámbito geográfico y ambiental, con el consecuente y principal interés de conservar y potenciar los recursos naturales estratégicos que posee la provincia de Chimborazo.

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad no existen planes para la conservación, protección y preservación de los recursos naturales existentes en la zona de la micro cuenca del Río Saucay, en consecuencia hay una degradación del recurso páramo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

No se han realizado estudios que muestren las condiciones reales de los procesos de degradación de los ecosistemas de humedales y páramos de la provincia de Chimborazo.

La micro cuenca del Río Saucay, forma parte de la cuenca alta del río Paute, en consecuencia, la degradación de los recursos va a influir directamente en las regiones bajas. Los ríos Paute y Mazar, constituyen un recurso estratégico del estado, porque abastecen a las centrales hidroeléctricas del mismo nombre.

De aquí la importancia que radica en planes de manejo que se enfoquen en la conservación y protección de dichos caudales, los cuales con un aprovechamiento sostenido, van a garantizar no solo el recurso implícito como es el agua, sino también de energía hidroeléctrica al país.

Además la región a donde está enfocado el presente estudio es rica en ecosistemas de humedales y páramos, los cuales necesitan un debido estudio tanto de sus factores físicos, biológicos y socio-culturales, para conocer la situación actual y real de degradación que sufren y de esta manera generar propuestas pertinentes para garantizar la protección de dichos ecosistemas.

1.4 AREA DE ESTUDIO

1.4.1 Descripción de la Zona de Estudio

El estudio se realiza en la micro cuenca del río Saucay ubicada en la Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, de la Provincia de Chimborazo, La zona de la micro cuenca comprende una extensión aproximada de 91,123 Km²; recibe sus aguas de los ríos Chitanl, Corral Iluaco, Llanu corral, Pablo Tiyana, Arrayán, Toro Pungo, Rumiloma, entre otros; y desemboca en el Río Juval.

El Río Saucay, se encuentra dentro del páramo de Achupallas, que encuentra definido como zona de “Páramo y Pajonal Andino”; posee alturas que van desde los 3150 - 4450 msnm y temperaturas que oscilan entre los 7 a 17 grados centígrados, pudiendo descender hasta los 3 grados centígrados.

Las precipitaciones en la zona son de 1000 - 1800mm anuales, siendo los meses de mayor precipitación febrero, marzo y abril.¹

1.4.2 Ubicación Geográfica

La micro cuenca del río Saucay se encuentra ubicada en la Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, de la Provincia de Chimborazo – Ecuador. Y su ubicación se muestra en la(FIG 1.1).



FIG.1. 1:Ubicación de la micro cuenca del Río Saucay

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Realizar la Línea Base Ambiental de la Microcuenca del Río Saucay, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo y la Propuesta del Plan de Manejo; mediante la utilización de herramientas SIG.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de los componentes ambientales a través de una línea base.
- Diseñar y estructurar un Sistema de Información Geográfica SIG para la Zonificación Ecológica Económica en la micro cuenca del Río Saucay.
- Formular una propuesta de Plan de Manejo de la zona de estudio, para alcanzar una mejor calidad de vida de la población así como el desarrollo sustentable y sostenible de la región.

1.6 METAS

- ✓ Elaboración de 14 mapas, a escala 1:50.000 con proyección WGS 84 UTM Zona 17S:

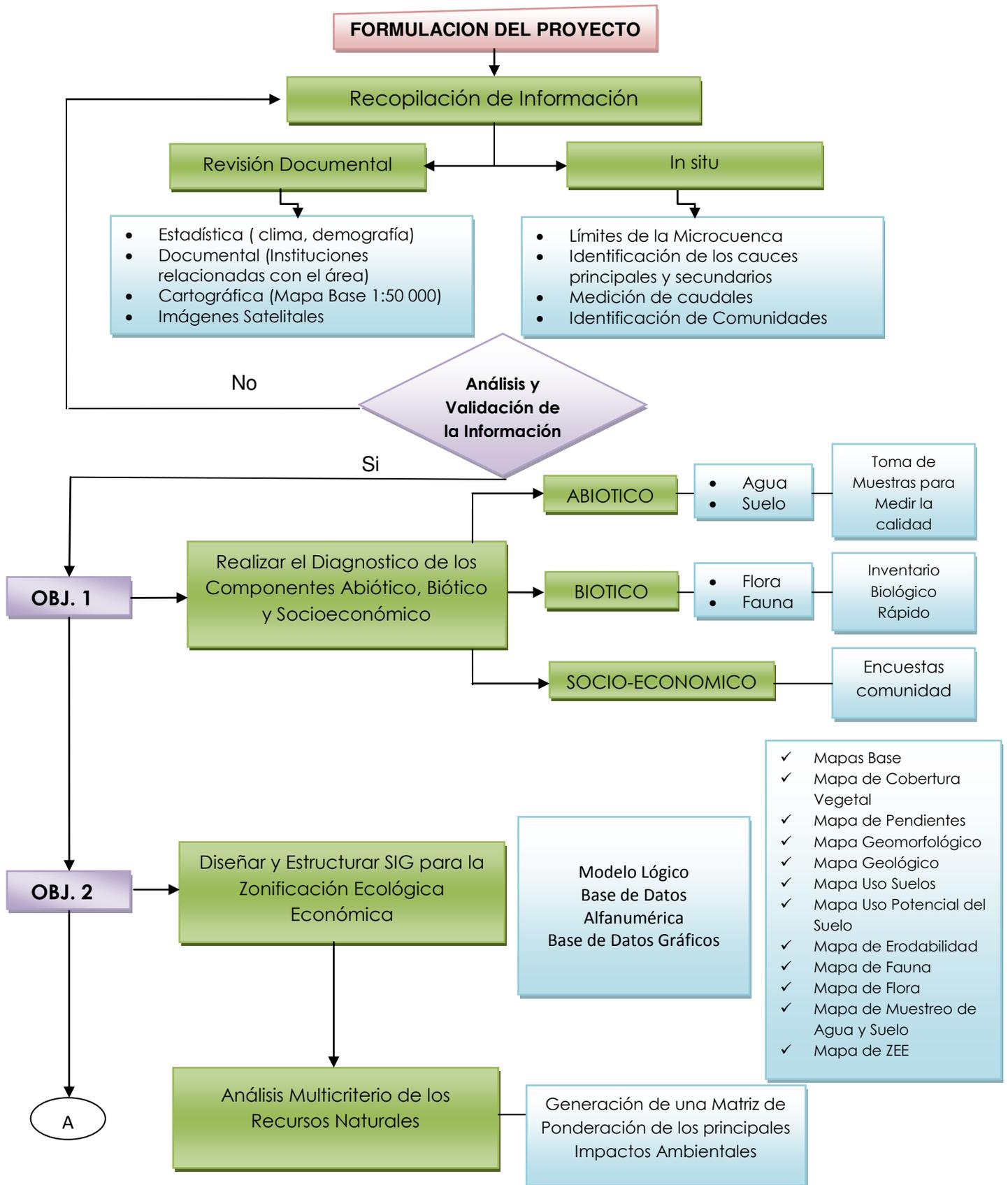
MAPAS ELABORADOS

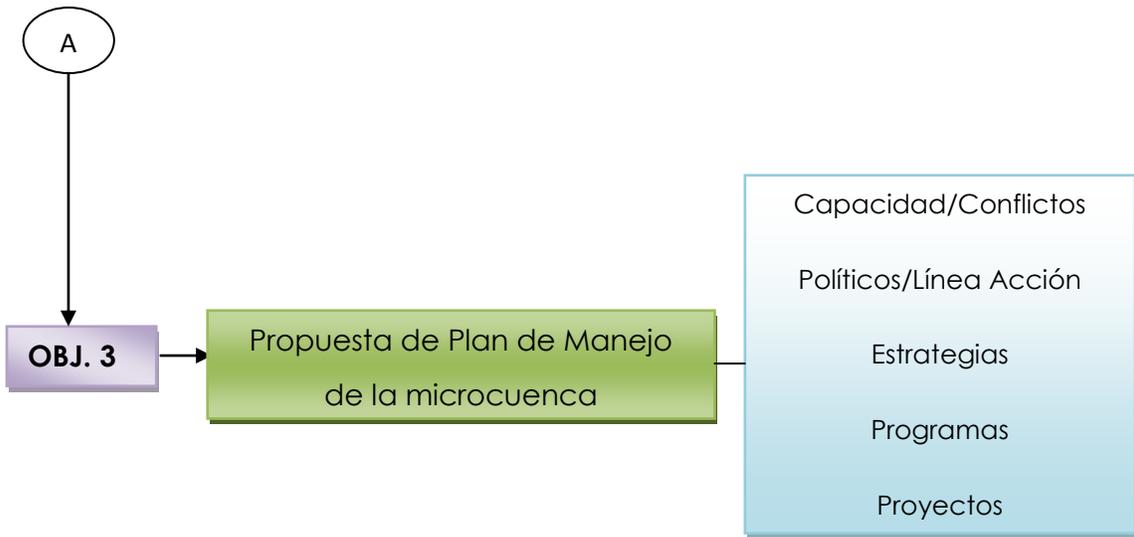
TIPO DE INFORMACIÓN	CARÁCTERÍSTICAS	ELABORADO POR:
Mapa Base	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Pendientes	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa Geológico	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa Geomorfológico	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Tipo de Suelo	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Uso de Suelo	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Cobertura Vegetal	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Muestras de Agua	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Flora	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Capacidad Uso del Suelo	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA

TIPO DE INFORMACIÓN	CARÁCTERÍSTICAS	ELABORADO POR:
Mapa Bio Ecológico	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Vulnerabilidad	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Conflictos Ambientales	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA
Mapa de Zonificación Ecológica-Económica	Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S	TESISTA

- ✓ Una matriz de índice de la calidad de agua.
- ✓ Una base de datos gráfica y alfanumérica que contenga toda la información básica extraída de la micro cuenca.
- ✓ Un Modelo Cartográfico del sistema
- ✓ Un Plan de Manejo en el área de estudio.

1.8 METODOLOGIA DEL PROYECTO





CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 CUENCA HIDROGRÁFICA

2.1.1 Definición

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar.

En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano.²

2.1.2 Elementos

En una cuenca se distinguen los siguientes elementos:

Divisoria de Aguas

Es una línea imaginaria que delimita la cuenca hidrográfica. Una divisoria de aguas marca el límite entre una cuenca hidrográfica y las cuencas vecinas. El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos.

El río principal

El río principal suele ser definido como el curso con mayor caudal de agua (medio o máximo) o bien con mayor longitud o mayor área de drenaje.

²WORLD VISIÓN, “Manual de Manejo de Cuencas, Modulo 1: Conceptos básicos”, 2004

Los afluentes

Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada subcuenca.

Relieve de la cuenca

El relieve de una cuenca consta de los valles principales y secundarios, con las formas de relieve mayores y menores y la red fluvial que conforma una cuenca. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas.

Obras y Construcciones

Denominadas intervenciones antropogénicas, que se observan en la cuenca suelen ser viviendas, ciudades, campos de cultivo, obras para riego y energía y vías de comunicación. El factor humano es siempre el causante de muchos desastres dentro de la cuenca, ya que se sobreexplota la cuenca quitándole recursos de vegetación y trayendo inundaciones en las partes bajas.

2.1.3 Partes de una Cuenca Hidrográfica

Una cuenca tiene tres partes:

- **Parte Alta o Cuenca de recepción**
 - Zona de mayor concentración de agua
 - Zona productora de agua
 - Es la zona que mayor atención necesita
- **Parte Media o Garganta o canal de desagüe**
 - Produce mayores procesos de erosión
 - Zona de mayor transporte de sedimentos
 - Zona de mayor protección

- **Parte Baja o Lecho o cono de deyección**
 - Formación o zona de depósitos
 - Formación de pendientes planas
 - Variación del curso de agua

Las partes de una cuenca se encuentran puntualizadas en la siguiente figura:

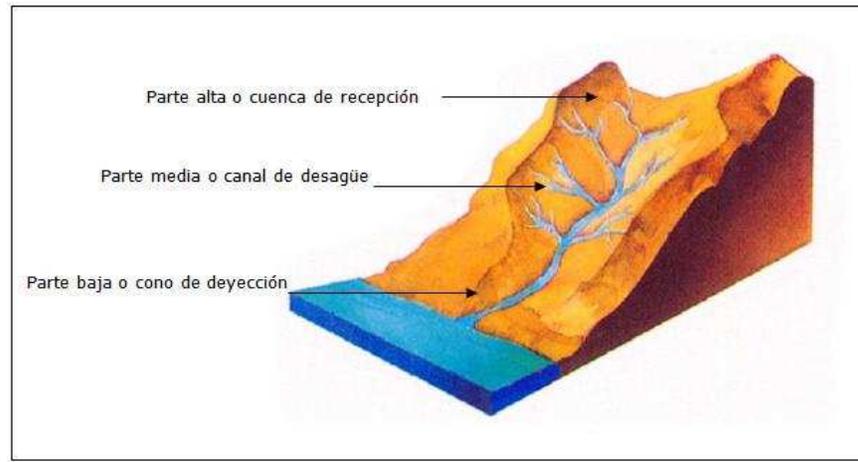


FIG. 2.1: Partes de una Cuenca Hidrográfica³

2.1.4 Componentes y Subsistemas de una Cuenca

La cuenca hidrográfica como unidad tiene características geográficas, físicas y biológicas similares que la hacen funcionar como un ecosistema.

Los componentes principales que determinan el funcionamiento de una cuenca son elementos naturales y de generación antrópica. Dentro de los naturales tenemos los componentes bióticos como el hombre, la flora y la fauna; y 10s 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.

³HENAO S Jesús *"Introducción al manejo de Cuencas Hidrográficas"* Universidad Santo Tomás, Bogotá 1988

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 (orgánicas, volcánicas y sísmicas) y demográficas.

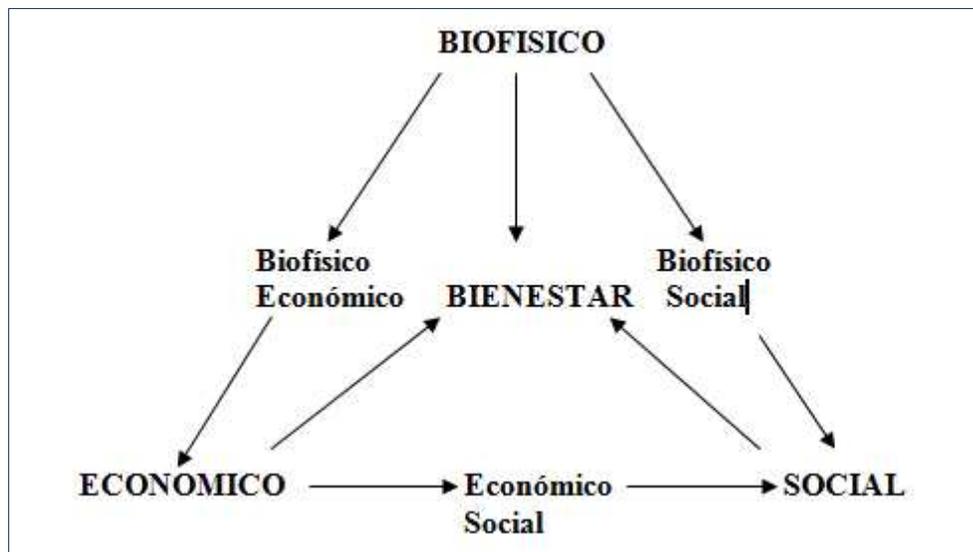


FIG. 2.2: Componentes y Subsistemas de una Cuenca Hidrográfica⁴

2.2 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA MICROCUENCA

La morfometría de cuencas permite establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de una región, lo cual se constituye en un elemento útil para la planificación ambiental.

Los parámetros morfométricos que se toman en consideración son:

⁴HENAO S Jesús *“Introducción al manejo de Cuencas Hidrográficas”* Universidad Santo Tomás, Bogotá 1988

2.2.1 Área (A)

Es la medida de la superficie de la cuenca, encerrada por la divisoria topográfica.

Es una de las características morfométricas más importantes de una cuenca. De acuerdo al área, una cuenca puede catalogarse como: grande, pequeña, etc.

El área de la cuenca se considera como el área que contribuye con la escorrentía superficial y está delimitada por la divisoria topográfica. El área afecta las crecidas, el flujo mínimo y la corriente media en diferentes modos.

2.2.2 Perímetro (P)

El perímetro es la medición de la línea envolvente del área.

2.2.3 Longitud Axial (La)

Es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la cuenca. Es el mismo eje de la cuenca.

2.2.4 Ancho Promedio (Ap)

El ancho promedio de la cuenca se encuentra dividiendo el área de la cuenca por su longitud axial, así:

$$\text{Ancho Promedio} = \frac{\text{Área}}{\text{Longitud Axial}}$$

Ec. 2.1

2.2.5 Formas de la Cuenca

La forma de la cuenca controla la velocidad con que el agua llega al cauce principal, cuando sigue su curso, desde el origen hasta la desembocadura. La forma de la cuenca difícilmente se puede expresar por medio de un índice numérico, sin embargo, se han propuesto varios coeficientes.

A. Factor Forma (Ff)

Este índice morfométrico expresa la relación entre el ancho promedio y la longitud axial de la cuenca.

$$Ff = \frac{\text{Ancho Promedio}}{\text{Longitud Axial}}$$

Ec. 2.2

Este índice da algunas indicaciones de la tendencia de la cuenca hacia crecida. Así, las cuencas con factores de forma bajos, son menos propensas a tener lluvias intensas y simultáneas sobre su superficie, que un área de igual tamaño con un factor de forma mayor.

B. Coeficiente de Compacidad (Kc)

El coeficiente de compacidad está relacionado estrechamente con el tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana de la cuenca hasta el desagüe; en este momento ocurre la máxima concentración de agua en el cauce, puesto que están llegando gotas de lluvia de todos los puntos de la cuenca.

Se define así el valor resultante de dividir el perímetro de la cuenca por el perímetro de la cuenca por el perímetro de un círculo de igual área que de la cuenca; es otro índice de forma.

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi} * A}$$

Ec. 2.3

Donde:

Kc = Coeficiente de compacidad

P = Perímetro de la cuenca

π = el signo PI que es igual a 3,1416

A = Área de la cuenca

2.2.6 Elevaciones o altitud de la Cuenca

Uno de los factores que facilitan el análisis del movimiento del agua en una cuenca, es el estudio de la distribución de elevaciones.

Estas altitudes están directamente relacionadas con la precipitación y la temperatura, siendo esta última la que ejerce mayor influencia en la evaporación, pues aumenta o disminuye la pérdida de agua.

A. Altitud Media

Es la variación altitudinal de una cuenca hidrográfica, la cual incide directamente en la distribución térmica, y por lo tanto, marca la existencia de microclimas y hábitats muy característicos de acuerdo a las condiciones locales.

La obtención de la altitud media se obtiene mediante la fórmula:

$$H = \frac{\sum(H_i * A_i)}{A}$$

Ec. 2.4

Donde:

H_i = Diferencia entre dos curvas de nivel sucesivas

A_i = Área Parcial entre dos curvas de nivel sucesivas

A = Área Total de la cuenca

B. Mediana de Altitud

Está representada por una curva hipsométrica que muestra la distribución de la superficie con respecto a los diferentes valores de altura en la cuenca. Para obtenerla se consideran dos factores, el primero es ubicado en el eje de las abscisas que viene dado por los valores de las curvas de nivel y en

las ordenadas se ubica los valores acumulativos del área entre dos curvas sucesivas.

2.2.7 Pendiente de la Cuenca

El análisis de la pendiente media es importante debido a que el caudal máximo y el proceso de degradación de la cuenca están influidos por la topografía, ya que al aumentar la pendiente aumenta la velocidad del río y esto provoca erosión y mayor arrastre de materiales.

2.2.8 Morfometría Hidrográfica

Es el estudio de la disposición de los cauces, de las corrientes fluviales y de las redes de drenaje, mediante índices numéricos que lo definen.

A. Orden de Cauce

Es la jerarquización de los cauces que existen dentro de una cuenca hidrográfica.

B. Densidad de Drenaje (Dd)

Es un índice que permite conocer la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión.

C. Patrón de Drenaje

Como patrón de drenaje se conoce la configuración de un río o un sistema de drenaje, como el que aparecería visto desde un avión.

El sistema de drenaje que se forma en un área determinada, está relacionada directamente con la topografía del terreno y las propiedades físicas del suelo, especialmente la composición del suelo o roca por donde transita el lecho del río. La forma en que están agrupados los componentes del suelo, determina la capacidad de infiltración del suelo y sus características para el escurrimiento.

Estos dos factores: infiltración y escurrimiento, determinan el sistema de drenaje que se formara en un material determinado.

2.3 FACTORES ABIOTICOS

Los factores abióticos son aquellos que presentan la relación existente entre los seres vivos y el ambiente, además, la influencia que estos agentes ejerce sobre los mismos. Los factores determinan las adaptaciones, la variedad de especies de plantas y animales, y la distribución de los seres vivos en el planeta.

2.3.1 Geología – Geomorfología

La geología estudia y analiza la composición, cambios y mecanismos de alteración del planeta y de su superficie desde su origen hasta su estado actual, determinando la textura y estructura de la materia que la compone, como lo son las rocas y materiales derivados, que forman la parte externa de la tierra.

La geomorfología se encarga del estudio y descripción del relieve terrestre y submarino, que son el resultado de procesos destructivos y constructivos que ocurren en la superficie.

2.3.2 Hidrología

El énfasis de la hidrografía está en el estudio de la distribución temporal de los recursos hídricos (agua superficial y subterránea) en una determinada cuenca hidrográfica.

2.3.3 Clima

Son condiciones atmosféricas que caracterizan una región y determinan el tipo de especies tanto de flora como de fauna existente en la misma.

Para el estudio del clima local hay que analizar los elementos del tiempo, como: la temperatura, las precipitaciones, la humedad y la evapotranspiración.

2.3.4 Suelo (Tipos y Usos)

El suelo es un recurso natural importante para la productividad, y por medio del uso adecuado del mismo, se logra un equilibrio sustentable entre la producción de alimentos y el incremento poblacional acelerado.

El suelo al igual que el aire y el agua, es esencial para la vida ya que es el hábitat en el que se desarrollan las plantas y animales, cuando es manejado de manera prudente se lo considera como recurso renovable.

Gracias al soporte que constituye el suelo es posible la producción de los recursos naturales, por lo cual es necesario comprender las características físicas y químicas para propiciar la productividad y el equilibrio ambiental.

A. Parámetros de análisis de tipo de suelos

Color:

La coloración es un parámetro que generalmente indica la cantidad de materia orgánica que tiene el suelo, por ejemplo si un suelo es más oscuro quiere decir que tiene mayor cantidad de materia orgánica presente, por lo tanto, es más fértil. Si un suelo es amarillento indica la presencia de óxidos de hierro y pueden estar mal drenados, mientras que si son rojos también presentan óxidos de hierro pero están bien drenados. Los suelos grisáceos y claros indican falta de materia orgánica y mayor presencia de sales por lo que son poco fértiles.

Textura:

Esta propiedad, determina la distribución de las partículas minerales según su tamaño, no varía según las condiciones climáticas, y permite conocer las características hídricas de los suelos: por ejemplo, cuanto mayor es el tamaño de las partículas más rápida es la infiltración y menor es el agua retenida por los suelos.

La textura de un suelo se representa de acuerdo a la proporción de arcilla, limo, o arena que éste tenga. La arcilla presenta las partículas más pequeñas con un diámetro inferior a los 0,002 mm., las partículas de limo tienen un diámetro entre 0,002 mm. y 0,005 mm., y una partícula de arena tiene un diámetro entre los 0,005 y 2 mm., de diámetro. Según la mayor o menor proporción de cada una de estas partículas se definen los diferentes tipos de suelos.

Esto se puede explicar en la FIG 2.3 que muestra las texturas de suelo.

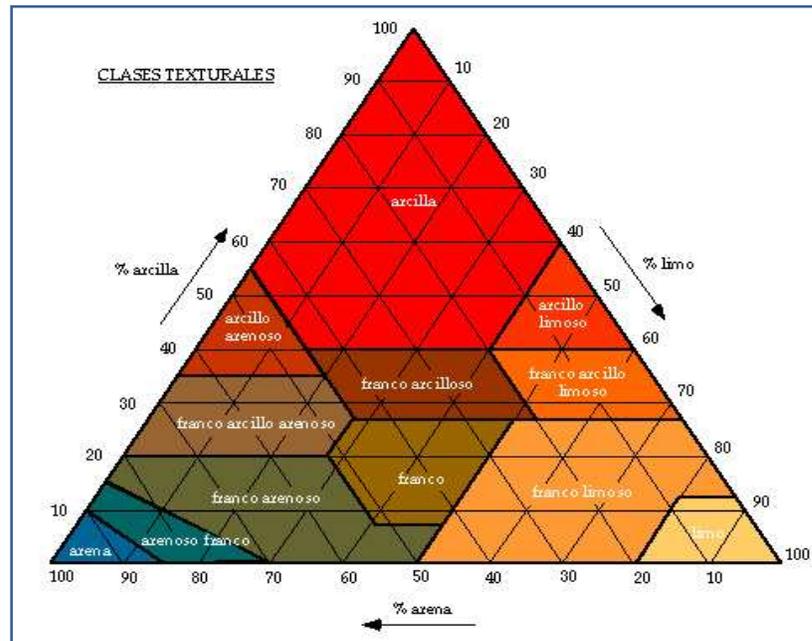


FIG. 2.3: Texturas del Suelo

FUENTE: BATISTA, GRAFF, "Ecología de los Ecosistemas" Argentina. 2004

pH:

Es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos. Un pH entre 6 y 7 es generalmente considerado adecuado en la agricultura.

Cantidad de Materia Orgánica (MO)

La materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas destruidas y re sintetizada parcialmente y de los residuos animales, se divide en dos grandes grupos:

- Los tejidos originales y sus equivalentes más o menos descompuestos.
- El humus, que es considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica.

B. Uso Actual del Suelo

Es cualquier tipo de utilización humana en un terreno, incluido el subsuelo.

2.3.5 Calidad de Agua

La calidad del agua es el resultado del impacto de la actividad humana, del ciclo hidrológico natural, y procesos físicos, químicos y biológicos. Para su determinación se deben analizar un conjunto de parámetros, como:

Temperatura:

La temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir. Este indicador influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el potencial de hidrógeno (pH), el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

Conductividad:

Es un indicador del contenido de sales disueltas o de minerales en el agua (mineralización). Depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad y temperatura de medición. Se expresa en micro-siemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Potencial de hidrógeno (pH):

El pH es una expresión de la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de un líquido, puede variar entre 1 y 14. Su valor define en parte la capacidad de

autodepuración de una corriente y, por ende, su contenido de materia orgánica, además de la presencia de otros contaminantes, como metales pesados.

 **Turbidez:**

La turbidez se define como una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua. Es producida por materias en suspensión, como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos; tales partículas varían en tamaño desde 0,1 a 1.000 nanómetros (nm) de diámetro. Este indicador está directamente relacionado con el tipo y concentración de materia suspendida o sólidos suspendidos en el agua.

 **Sólidos Totales:**

Es la suma de los componentes sólidos, tanto disueltos como en suspensión, que se encuentran en el agua o en las aguas residuales.

 **Oxígeno Disuelto (OD):**

Es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua y que es esencial para los ríos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad.

 **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)₅:**

La demanda bioquímica de oxígeno es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que

contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. Normalmente se mide transcurridos 5 días (DBO5) y se expresa en mg O₂/lt.

Coliformes Fecales:

El grupo coliforme incluye todos los bacilos gram-negativos aerobios o anaerobios. Pueden desarrollarse en presencia de sales y otros agentes tensoactivos. El coliforme fecal (*EcherichiaColi*) es un subgrupo de la población total coliforme y tiene una correlación directa con la contaminación fecal producida por animales de sangre caliente.

Nitratos:

Los nitratos son sustancias químicas que se encuentran naturalmente en los suelos en pequeñas cantidades. Los fertilizantes y las aguas negras de origen animal también son fuentes de nitratos.

Fosfatos:

Se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras.

2.3.6 Sedimentos

La sedimentación es la acumulación por deposición de todos aquellos materiales alterados y transportados previamente. Los sitios donde se acumulan los sedimentos se llaman medios sedimentarios por ejemplo cuando llegan al río; y de su estudio se desprende que podemos conocer los medios de transporte y erosión

que han sufrido los materiales, también de dónde proceden y qué medio había cuando se depositaron esos materiales.

2.3.6.1 Metales en Sedimentos

Más del 90 % de la carga metálica que contiene un cuerpo de agua superficial, se halla en las partículas en suspensión del agua y en los sedimentos.⁵

Tradicionalmente se apreciaba la calidad de un sistema acuático tomando en cuenta las concentraciones de metales en las aguas, sin embargo, en la actualidad esta es solo una parte del control total y este puede ser dificultado por la inherente variabilidad del caudal y niveles de contaminación, en ello radica la importancia del análisis de contaminantes en sedimentos para obtener las concentraciones totales y posteriormente determinar si los metales pueden liberarse fácilmente a la columna de agua.

- **POTASIO**

El potasio es absorbido como ion potásico K^+ y se encuentra en los suelos en cantidades variables, el fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico⁶. Se debe conocer que los niveles de potasio soluble del suelo son solamente indicadores de disponibilidad momentánea.

⁵MEYBECK, 1977; CALMANO et al., 1993; DEKOV et al., 1998

⁶TISDALE y NELSON, 1982

- **CALCIO**

Todos los suelos agrícolas contienen calcio procedente de las rocas originarias, dominando entre los demás cationes. La mayor o menor cantidad se refleja en el grado de saturación de la arcilla cuyo indicador es el pH del terreno.⁷

El calcio en su forma catiónica Ca^{++} es parte constituyente de las sales en la solución del suelo. Juega un papel fundamental en la estructura del suelo al ser el catión que predomina en el complejo sorbente de un suelo que no sea ácido.

Existen varias fuentes de calcio en el suelo entre las que se destacan Minerales Primarios como: Feldespatos (plagioclasas: anortita), Filosilicatos (epidoto), Inosilicatos (Piroxenos: augita; anfíboles: hornblenda), Minerales Secundarios como montmorillonita, illita y vermiculita, Formas Carbonatadas como: Calcita, dolomita, Creta, caliche y otras como yeso y fosfato de calcio.

- **MAGNESIO**

El magnesio en el suelo se presenta de tres maneras diferentes que pueden ser como Magnesio contenido en minerales primarios y secundarios, Magnesio intercambiable que representa la fracción sorbida al complejo de cambio arcillo húmico, y como Magnesio en Solución se encuentra en pequeñas cantidades pero hay una rápida reposición a partir de la fase de cambio. De la misma manera existen minerales

⁷GUTIÉRREZ, 1995

primarios, secundarios y formas carbonatadas que son fuente de Magnesio en el suelo tales como Nesosilicatos (olivino), Filosilicatos (biotita); Montmorillonita, clorita y vermiculita; y Manesita, dolomita y epsomita, respectivamente.

- **SODIO**

En general en zonas áridas y poco lluviosas encontramos en mayor cantidad las sales de Sodio al igual que las de calcio, potasio y magnesio, esto se da en mayor cantidad que en suelos de horizontes profundos y regiones lluviosas. Sólo en casos en que la pluviometría es muy baja estas sales pueden encontrarse en las capas arables del suelo, pero debido a las continuas dotaciones de agua de riego en los cultivos, estas cantidades son lixiviadas a capas más profundas y cuerpos de agua.

El sodio del suelo procede fundamentalmente de las sales solubles liberadas por las rocas que al desintegrarse, caen al suelo, dando origen al sodio intercambiable y al sodio soluble. El sodio también se aporta en pequeñas cantidades a través del agua de riego o de lluvia y además son una fuente de este los fertilizantes como el nitrato de sodio, el cloruro de sodio o el nitrato sódico potásico.

2.3.6.2 FUNDAMENTO DEL ANÁLISIS DE SEDIMENTOS

El sedimento es una mezcla compleja de distintas fases, entre las que se pueden distinguir, principalmente, las arcillas, carbonatos, óxidos de hierro y manganeso, materia orgánica y arena. Los metales pueden encontrarse adsorbidos o formar parte de la estructura de las distintas fases.

- **METODO EPA 3050, DIGESTIÓN ÁCIDA DE SEDIMENTOS, FANGOS Y SUELOS**

Este método no es una técnica de digestión total para la mayoría de las muestras. Se trata de una muy fuerte digestión ácida por la cual se disuelven casi todos los elementos que podrían convertirse en “disponibles en el medio ambiente”

- **MÉTODO DE ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA**

La espectroscopia de absorción atómica (a menudo llamada AA) es un método instrumental de la química analítica que determina una gran variedad de elementos al estado fundamental como analitos. Se emplean principalmente radiaciones del espectro ultravioleta (UV) y visible y Rayos X.

La especie atómica se logra por atomización de la muestra. La niebla atómica es desolvatada y expuesta a una energía a una determinada longitud de onda emitida. La cantidad de luz absorbida después de pasar a través de la llama determina la cantidad de analito existente en la muestra. Los átomos en su estado fundamental absorben cierta

cantidad de luz, por ello se dice que la “absorbancia es directamente proporcional a la concentración”⁸

2.3.7 Paisaje

Se define por sus formas naturales o antrópicas y se encuentra compuesto por elementos que interactúan entre sí. Estos elementos son bióticos, abióticos y acciones humanas.

2.4 FACTORES BIOTICOS

Dentro de cada ecosistema se encuentra, una gran variedad de especies de animales y plantas. La clasificación de este factor es la siguiente:

2.4.1. Flora

Es el conjunto de especies vegetales que forman parte de una región geográfica; las cuales, de acuerdo a sus características, abundancia y períodos de floración, identifican el período geológico y ecosistema al que pertenecen.

Factores ambientales como la humedad, temperatura y otros, son determinantes al momento de distinguir la distribución y tipo de vegetación existente en una zona.

2.4.2. Fauna

Es la distribución de las especies en el planeta y su desarrollo depende de varios factores ambientales como temperatura y disponibilidad de agua. Entre éstos sobresalen las relaciones posibles de competencia o depredación entre las especies.

⁸Ley de Lambert-Beer, 1970

Los animales suelen ser muy sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat; por ello, un cambio en la fauna de un ecosistema indica una alteración en uno o varios de los factores de éste.

➤ **Zonas de Vida**

Son áreas con condiciones ambientales similares, con respecto a parámetros como: temperatura, precipitación, humedad y evapotranspiración. (Ver FIG. 2.5).

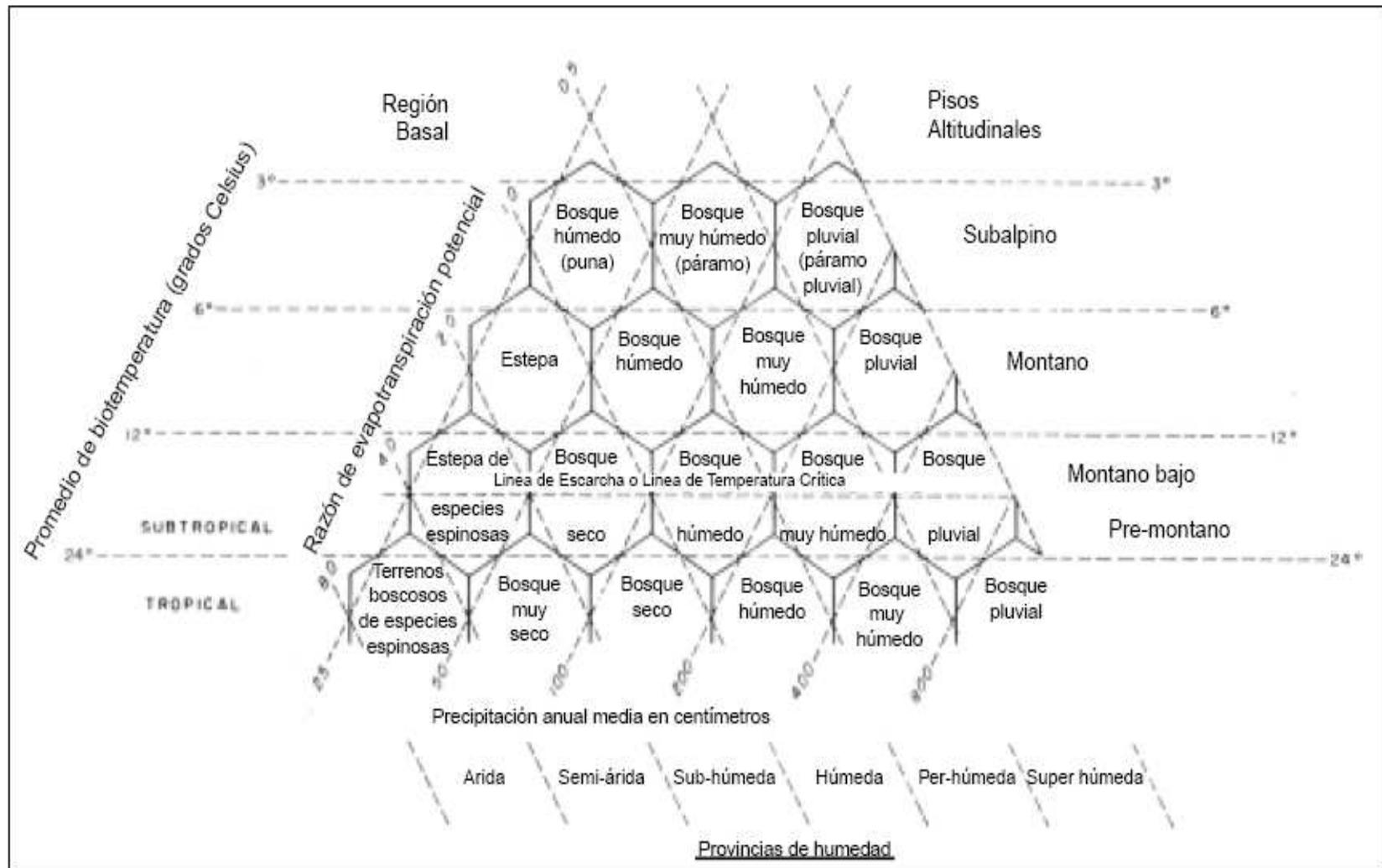


FIG. 2.5: Sistema de Zonas de Vida de Holdridge, con leves modificaciones

2.5 FACTORES SOCIO ECONÓMICOS CULTURALES

El medio, es el espacio físico donde se desarrolla la sociedad y donde se llevan a cabo las relaciones entre ellas. Existe una relación recíproca entre la sociedad y la naturaleza, basándose en dos hechos principales:

- Acciones que el hombre realiza y que inciden en la naturaleza.
- Efectos ecológicos que se generan en la naturaleza y que influyen en la sociedad humana.

El conocimiento de las diferentes variables demográficas, socio productivas y socio ambientales y su vinculación con el territorio deben ser consideradas como el punto de partida para el desarrollo de propuestas de desarrollo local.

➤ **División Político – Administrativo**

Se refiere a la organización o división política dentro del territorio ecuatoriano y la identificación de la administración política o tipo de gobiernos seccionales existen en sector de estudio.

➤ **Demografía**

Es la cantidad de individuos existentes en un determinado espacio geográfico. Términos relacionados con este factor, son: densidad poblacional, tasa de crecimiento poblacional, migración y pobreza.

➤ **Salud**

Es uno de los temas indispensables de abordar en una sociedad, en donde el bienestar físico, mental y social, en armonía con el medio ambiente, constituye la base para el desarrollo de una región. Dentro de salud se analizan parámetros, como: esperanza de vida y tasa de mortalidad.

➤ **Infraestructura y Servicios Básicos**

Se considera como infraestructura a las obras o intervenciones antrópicas realizadas sobre un territorio para acceder a él y mostrar su potencial de desarrollo. Las primeras obras son aquellas de supervivencia, como: agua, luz, alcantarillado y vivienda.

➤ **Educación**

La educación y el conocimiento permiten el desarrollo económico y social de los países al igual que la integración del individuo a la sociedad lo cual trae consigo el incremento de oportunidades para una mejor calidad de vida.

Una de las premisas básicas de la igualdad de oportunidades en la sociedad es el acceso a la educación, ya que ésta debe estar abierta a todos los ciudadanos de una región o del país entero.

➤ **Producción**

Son todas las actividades que realiza el hombre para obtener, transformar e intercambiar recursos que le ofrece la naturaleza para obtener un beneficio económico. Además establecen el grado de desarrollo y definen las formas de vida de cada país.

➤ **Comunicación y Transporte**

Identificar los medios de comunicación que funcionan en el sector (radio, televisión, periódicos), además de las empresas de telefonía pública y privada que tienen cobertura en la zona de influencia del proyecto. Verificar las vías de

comunicación así como el tipo de transporte y las frecuencias del servicio que existen en el sector estudiado.

2.6 ANALISIS FODA

FODA es una sigla que significa Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Es una herramienta analítica que permite trabajar con toda la información disponible del área de estudio y de esta manera generar un cuadro de la situación actual de la misma, permitiendo la obtención de un diagnóstico bastante preciso que permita, en función de éste, tomar decisiones que vayan de acuerdo a los objetivos y políticas planteadas, además, permite examinar las interacciones tanto internas (fortalezas y debilidades) como externas (oportunidades y amenazas) de la zona.

RECURSO...		
INTERNO	FORTALEZAS	DEBILIDADES
EXTERNO	OPORTUNIDADES	AMENAZAS

FIG. 2.6: Matriz de Análisis FODA

FUENTE: Guía para la elaboración de Planes de Manejo de Micro cuencas, Proyecto Tacaná, UICN 2009

2.6.1 Fortalezas

Son capacidades especiales de la zona que brindan privilegios a la población, por ejemplo: recursos naturales, actividades económicas, capacidades de la población, entre otras.

2.6.2 Debilidades

Son factores que causan una posición desfavorable frente a otras áreas e influyen de manera negativa en la cuenca.

2.6.3 Oportunidades

Son factores favorables dentro de la cuenca, que tienen la capacidad de ser explotados, para el desarrollo de ésta.

2.6.4 Amenazas

Son situaciones que proviene del entorno en el que se desarrolla la cuenca y son externas a ella, estas situaciones ponen en riesgo su desarrollo y es necesario implementar estrategias adecuadas para combatirlas.

2.7 MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Los planes de manejo de Cuencas en el contexto global, se conceptualizan como: "Instrumentos directrices para ordenar las acciones que requiere una Cuenca Hidrográfica, para lograr un uso sostenible de sus recursos naturales". El diseño del plan de manejo de Cuencas, requiere de una formulación técnica, enfoque, luego definir el modelo que le corresponde y finalmente el proceso técnico y social para definir las actividades.³³

El Manejo de Cuencas tiene un objetivo general que es el de dar bienestar a la sociedad inmersa dentro de ella, es decir tener un buen aprovechamiento de todos sus recursos para brindar: alimentación, electricidad, transporte, insumos de producción, conservación, protección de sus recursos, etc.

³³WORLD VISION, Manual de manejo Cuencas, Modulo 5:Planificación para el Manejo de Cuencas, 2004

2.7.1 Utilización de herramientas SIG orientado al manejo de cuencas

La cuenca hidrográfica, y en especial el recurso hídrico, juegan un rol muy importante en la participación e integración de los actores involucrados en el desarrollo territorial. La problemática ambiental en las cuencas hidrográficas requiere de un enfoque de sistema, estableciendo en él, al factor social, tanto del medio rural como urbano, como el agente que movilizará las acciones e intervenciones sobre el medio ambiente.

Para atender estos requerimientos, existen herramientas informáticas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales permite gestionar y analizar la información espacial de cuencas hidrográficas incorporando la simulación e integrando diversos aspectos temáticos que forman, en conjunto, instrumentos para ejecutar adecuadamente estudios de: vegetación, recursos hídricos, prevención de desastres, manejo y disposición de desechos sólidos, uso y análisis de suelos, mineros, turísticos, gestión catastral, productividad agropecuaria, medio ambiente, ordenamiento territorial, planificación y manejo de Recursos naturales en función de las diversas características geoespaciales de una región.

2.7.2 Modelo SIG

Crear un Modelo SIG para resolver algún problema requiere seguir las siguientes etapas.³⁴

➤ Conceptualización

Es la identificación y planteamiento claro del problema a solucionar, su alcance, y la definición del dominio espacial y temporal del estudio.

³⁴CRISTANCHO, 2003

➤ **Diseño**

Establecimiento de las variables que intervienen en la cuenca. Se definen las operaciones analíticas a realizar entre los grupos de variables. Se crea un modelo físico de datos.

➤ **Implementación**

En esta fase se traduce a código el modelo esquemático; implica la solución a problemas de programación (lenguajes, planteamiento de ecuaciones, etc.)

➤ **Análisis y Modelamiento**

Se seleccionan los métodos y operaciones específicas para los análisis de datos. Se detallan esquemas de flujo.

➤ **Verificación funcional**

Se ve la variación de los resultados ante cambios en las variables dentro del rango de variación natural.

➤ **Validación**

Es un análisis que determina el grado de aproximación o de precisión de los datos, comprobando si existe concordancia en ellos.

2.8 MODELO CARTOGRÁFICO

El modelado cartográfico comprende el análisis con SIG de datos espaciales con operaciones matemáticas o booleanas, con frecuencia usadas para identificar áreas con características únicas de combinación en mapas con entidades georeferenciadas (por ejemplo la aptitud de la tierra para la producción de cultivos agrícolas).

Las operaciones en el SIG o en el modelo se pueden hacer por separado o estrechamente asociados con un programa de cómputo que los vincule de modo que los datos pasen del modelo al SIG o viceversa.³⁵

Un modelo cartográfico es una representación gráfica de los datos y procedimientos analíticos que se usan en un estudio; su propósito es auxiliar en la organización del análisis y estructurar los procedimientos necesarios, así como identificar los datos necesarios para el estudio; y sirve como fuente de consulta y de referencia para el análisis.³⁶ (Ver FIG. 2.7)

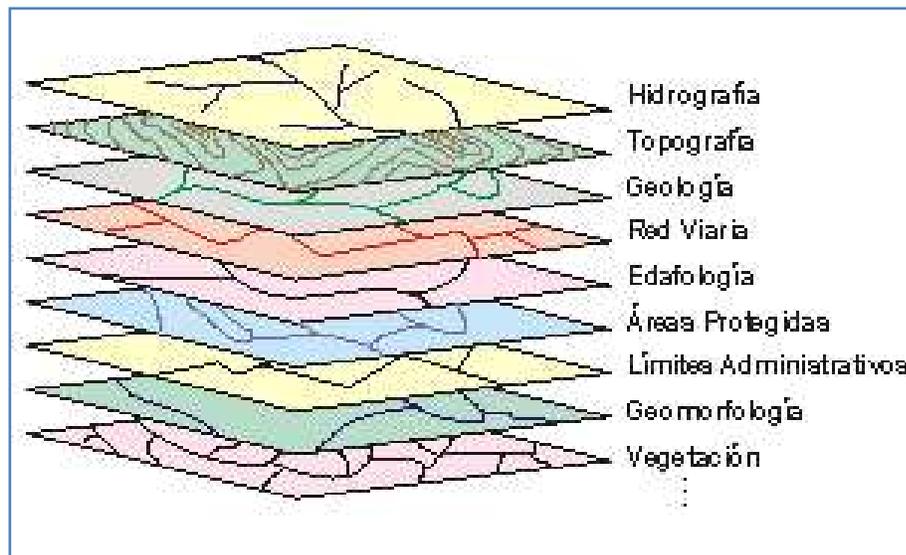


FIG. 2.7: Modelo Cartográfico (Eastman 2003)

2.9 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

³⁵JOHNSTON, 1998

³⁶EASTMAN, 2003

2.9.1 Zonificación Ecológica Económica (ZEE)

La ZEE constituye una propuesta basada en valores del territorio o modelos, que a través de concertación y participación decide alternativas y compatibilidades de uso para el mismo.

Mediante su realización se pretende lograr un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables, la gestión responsable de los recursos no renovables y la ocupación ordenada del territorio con base en sus potencialidades y limitaciones.

Los objetivos que persigue la ZEE son los siguientes:

- Enfocar los intereses de conservación del patrimonio natural en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- Orientar las políticas nacionales, regionales, sectoriales y locales hacia el uso sostenible de los recursos naturales y del territorio.
- Desarrollar una gestión ambiental enfocada en las características y potencialidades de los ecosistemas y conservación del ambiente, brindando bienestar a la población
- Promover el sustento técnico para la implementación de planes de desarrollo y ordenamiento territorial.
- Contribuir a los procesos de concertación entre los diferentes involucrados, para un uso y ocupación adecuada del suelo.

2.9.2. Características de la ZEE

Una ZEE comprende un periodo que varía entre los 5 y 25 años, es aplicable a todo tipo de escalas pero principalmente se la realiza en áreas grandes de territorio como cuencas de ríos y regiones fisiográficas que soportan una importante población humana y tiene un gran número de beneficiarios.

2.9.3. Tipos de ZEE

Los procesos de Zonificación Ecológica y Económica, serán desarrollados de acuerdo a la dimensión, naturaleza u objetivos planteados en los siguientes niveles:

- Macrozonificación Escala $\leq 1: 250\ 000$

Sirve para generar información acerca de las potencialidades y limitaciones del territorio. Es aplicable a nivel nacional, regional, macro-regional, y a nivel de provincias, cuencas hidrográficas y en general superficies relativamente grandes.

La Macrozonificación es un marco de referencia para definir prioridades espaciales para desarrollar procesos de ZEE en los otros niveles de mayor acercamiento espacial (meso y microzonificación).

- Mesozonificación Escala $\leq 1: 100\ 000$

Se aplica a nivel regional y a nivel de provincias y distritos, cuencas hidrográficas y otros ámbitos espaciales con superficies relativamente no muy grandes, incluyendo el área de influencia de zonas metropolitanas.

- Microzonificación Escala $\leq 1: 25\ 000$

El nivel micro es más detallado y está orientado a identificar los usos existentes y potenciales, para definir los usos específicos en determinadas áreas donde se requiere de información más precisa.

Se aplica a nivel local, en ámbitos espaciales con superficies relativamente pequeños, incluyendo el área de influencia de zonas urbanas, delimitando unidades espaciales del territorio a nivel de detalle.

2.10 PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO

2.10.1 Momento Explicativo

Es el primer escalón en la Planificación Estratégica y consiste en Plantear la Situación como inicio según “Lo que vemos que es”³⁷ logrando una apreciación situacional.

Se lleva a cabo mediante una gestión participativa, que facilita la visión conjunta de diversos niveles de causalidad y de diversos sectores concurrentes a la configuración de las situaciones-problemas.

2.10.1.a. Definición de Conflictos

Entenderemos por conflicto, “cualquier situación en la que se dé diferencia de intereses unida a relación de interdependencia”.³⁸

Un conflicto surge cuando una persona quiere emprender dos o más actividades que no son compatibles entre sí, o dos o más necesidades, metas o cursos de acción compiten entre sí, provocando que un organismo presente atracción por las dos alternativas.

³⁷ MARTIN, Pedro, “*La toma de decisiones en la intervención social*”.

³⁸ VIVEROS, Antonio, “*Liderazgo Comunicación Efectiva y Resolución de conflictos*”

2.10.2 Momento Normativo

Llamado también Momento Normativo-Prescriptivo, parte de la definición situacional dada en el momento explicativo para realizar la producción y análisis de la información.

2.10.2.a Formulación de la visión

La visión se define como un espacio referencial, una idea-fuerza que se ubica en un tiempo lejano y describe una situación futura en condiciones ideales.

2.10.2.b Formulación de la misión

La misión permite establecer y comunicar en términos sencillos y de manera concreta lo que se pretende hacer dentro del proyecto para alcanzar una Visión de futuro.

2.10.2.c Definición de objetivos estratégicos

Un objetivo es la definición del futuro pretendido. Es el puerto de llegada de todos los esfuerzos realizados en un periodo establecido de tiempo o etapa donde se tendrá que recalculan las acciones y si es necesario considerar nuevas que permitan alcanzar nuevas situaciones objetivos.

2.10.2.d Formulación de Políticas

Conocemos a las políticas como las reglas básicas que se aplican en el ámbito q se desarrolle actuando como ejes transversales. Las políticas son una operacionalización de los valores y regulan la gestión.

2.10.2.e Formulación de líneas de acción estratégicas

Las líneas de acción consisten en un conjunto de estrategias anteriores de enfoques que ya se han tomado y de nuevas acciones. Las estrategias anteriores que se toman en cuenta son aquellas que han funcionado y vale la pena continuar con ellas.

Además las líneas de acción nos permiten saber cómo vamos a alcanzar el objetivo estratégico. Pueden ser políticas, proyectos, acciones completas.

2.10.3 Momento Estratégico

Ocurre en el momento de la planificación donde es necesaria la generación de alternativas o “apuestas”, mediante un análisis estratégico de los objetivos para una posterior intervención.

a. Formulación de Estrategias

Una estrategia es un método del pensamiento que organiza, clasifica, jerarquiza y valora los datos de la realidad desde la perspectiva de distintos actores sociales con el objetivo de influir favorablemente en el curso de los acontecimientos.

b. Formulación del Mapa Estratégico

Se define a un mapa estratégico como la “representación visual de la estrategia”, al ser una herramienta propuesta por el modelo de Gestión estratégica llamado BalancedScoreCard o Cuadro de mando Integral, que proporciona una visión macro de la estrategia planteada.

c. Definición de Indicadores

Se define un Indicador como una prueba concreta o un estándar de los objetivos, resultados y el cumplimiento alcanzado. Un indicador dice cuánto, para quién, y cuando se debe alcanzar algo.

2.10.4 Momento Operativo

También denominado momento Táctico es la realización de las acciones necesarias para alcanzar los objetivos planteados. Tiene que ver con el Pensamiento y la Acción.

2.10.4.a Definición de programas

Equivale a un nivel más alto de un proyecto ya que es conveniente agrupar varios proyectos en un programa y su organización se la realiza en un Marco Lógico.

De esta manera todos los proyectos contribuyen a un objetivo común, siendo los propósitos de los proyectos los resultados del programa.

2.10.4.b Definición de Proyectos (Marco Lógico)

Se define Proyecto como “un conjunto de actividades relacionadas y coordinadas, ejecutado por un equipo humano definido, para alcanzar un objetivo específico, resolver un problema identificado en un tiempo determinado y con un financiamiento específico”³⁹

³⁹BURGWAL, Gerrit, CUÉLLAR, Juan Carlos, “*Planificación Estratégica y Operativa*”, Pág. 199

Un proyecto requiere la elaboración de un Marco Lógico que es un instrumento de gerencia para mejorar la calidad de dicho proyecto. Se realiza mediante una Matriz donde se resume el proyecto y sigue vigente durante su desarrollo o puede ser modificada.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO DE LA MICRO CUENCA DEL SAUCAY

3.1 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS E HIDROGRAFICAS DE LAMICRO CUENCA DEL RIO SAUCAY

3.1.1 Parámetros Morfométricos

La morfometría de una cuenca permite establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hídrico de una región, lo cual se constituye en un elemento útil para una planificación ambiental.

3.1.2 Metodología

La metodología que se llevó a cabo para la caracterización morfométrica de la micro cuenca del Rio Saucay; involucra procesos basados en fuentes bibliográficas, conocimientos adquiridos, y una de las herramientas que hace posible analizar y validar los datos obtenidos en la Micro cuenca es el Software ArcGIS 9.3.

Los parámetros morfométrico que se toman en consideración son:

A. ÁREA (A): Es la medida de la superficie de la cuenca encerrada por la divisoria topográfica.

Una forma efectiva de obtener el área es; previa obtención de la cartografía base en formato digital; identificamos la zona y digitalizamos la Micro cuenca que va delimitada por la divisoria topográfica con la ayuda de la herramienta, (EDITOR) del ArcGIS 9.3. (Ver FIG. 3.1)

$$A = 91130174,1708 \text{ m}^2$$

$$A = 91,130\text{Km}^2$$

B. PERÍMETRO (P): Es la medición de la línea envolvente del área.

Al igual que el área; el perímetro se obtiene mediante la herramienta (CalculateGeometry) dentro de la base de datos del ArcGIS 9.3 (Ver FIG. 3.1).

$$P = 47720,6372 \text{ m}$$

$$P = 47,720\text{Km}$$

C. LONGITUD AXIAL (La): Es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano a la misma.

Este parámetro se obtiene mediante cálculos de la herramienta (MESURE), del ArcGIS 9.3. (Ver FIG. 3.1)

$$La = 20600,3 \text{ m}$$

$$La = 20,6003 \text{ km}$$

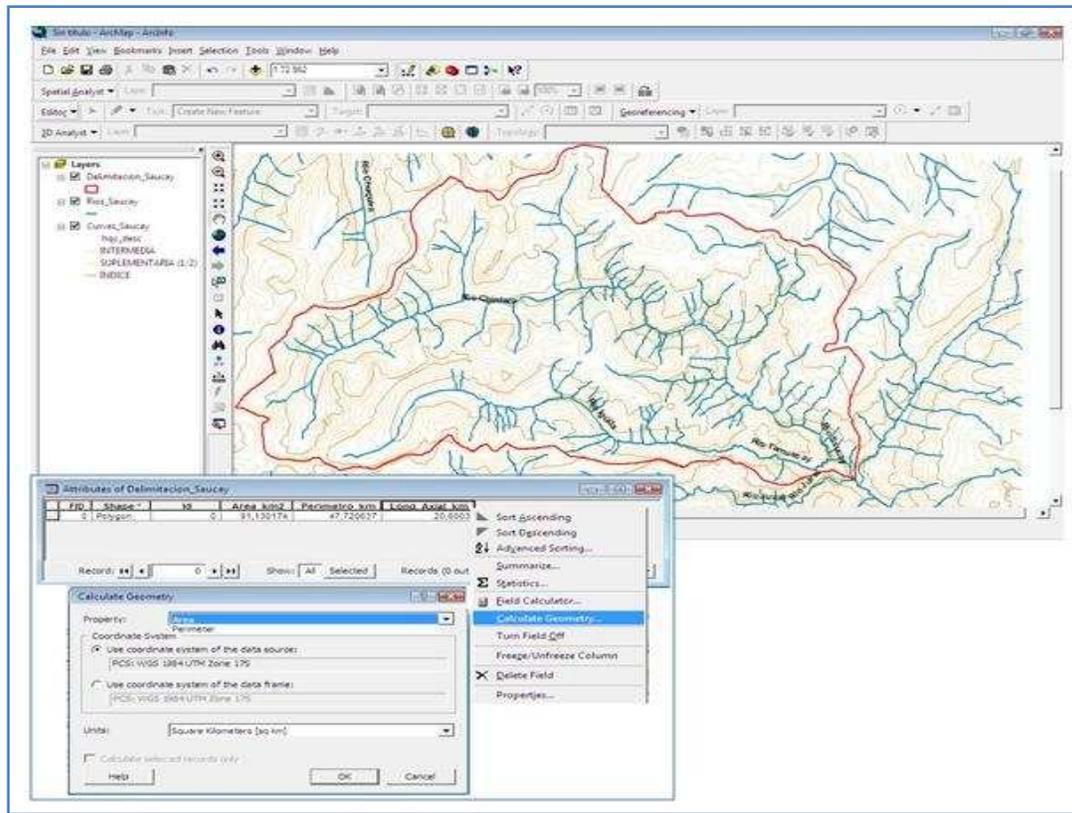


FIG. 3.1: Cálculo de Parámetros Morfométricos de la Micro cuenca con ArcGIS 9.3

D. ANCHO PROMEDIO (Ap): Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud axial.

$$A_p = \frac{A}{L_a} \quad \text{Ec. 3.1}$$

$$A_p = \frac{91130174,1708 \text{ m}^2}{20600,3 \text{ m}}$$

$$A_p = 4423,7304 \text{ m}$$

FORMA DE LA CUENCA

E. FACTOR FORMA (Ff): Este factor nos indica la tendencia que tienen la cuenca hacia las crecidas. Se expresa como la relación entre el ancho promedio y la longitud axial de la cuenca (Gravelius 1914)

$$Ff = \frac{Ap}{La} \text{ Ec.3.2}$$

$$Ff = \frac{4423,7304 \text{ m}}{20600,3 \text{ m}}$$

$$Ff = 0,215$$

Tabla 3.1: Susceptibilidad a las Crecidas

CLASE	RANGO	SUSCEPTIBILIDAD A CRECIDAS
Ff ₁	0 – 0.25	Baja
Ff ₂	0.26 – 0,50	Media
Ff ₃	0,51 – 0,75	Alta
Ff ₄	>0.75	Muy Alta

El Rio Saucay de acuerdo al valor del factor forma muestra que no tiende a crecer en lluvias intensas, de acuerdo a la (Tabla 3.1) la susceptibilidad a crecidas es BAJA.

F. COEFICIENTE DE COMPACIDAD (Kc): Es el valor resultante de dividir el perímetro de la cuenca por el perímetro de un círculo de igual área al de la cuenca. (Ver Ec. 3.3)

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi * A}} \text{ Ec.3.3}$$

$$Kc = \frac{47720,6372 \text{ m}}{2\sqrt{\pi * 91130174,1708 \text{ m}^2}}$$

$$Kc = 1.41$$

Tabla 3.2. Clases de Forma

CLASE	RANGOS DE CLASE	FORMA DE LA CUENCA
Kc ₁	De 1.00 a 1.25	Redonda a Oval Redonda
Kc ₂	De 1.25 a 1.50	Oval Redonda a Oval Oblonga
Kc ₃	De 1.50 a 1.75	Oval Oblonga a Rectangular Oblonga

De acuerdo a los índices del coeficiente de compacidad de la (Tabla 3.2) la Microcuenca del Rio Saucay presenta una forma **Oval Redonda a Oval Oblonga**.

ELEVACIONES O ALTITUD DE LA CUENCA

G. ALTITUD MEDIA (H): Es la variación altitudinal de una cuenca hidrográfica, la cual incide directamente en la distribución térmica, y por lo tanto, marca la existencia de microclimas y hábitats muy característicos de acuerdo a las condiciones locales.

La obtención de la altitud media se obtiene mediante la fórmula:

$$H = \frac{\sum(H_i * A_i)}{A} \quad \text{Ec.3.4}$$

Donde:

H_i = Diferencia entre dos curvas de nivel sucesivas

A_i = Área Parcial entre dos curvas de nivel sucesivas

A = Área Total de la Micro cuenca

Tabla 3.3: Altitud Media de la Micro cuenca del Rio Saucay

COTA MAX.	COTA MIN.	PROMEDIO	AREA PARCIAL	AREA TOTAL	PORCENTAJE ACUMULADO	$H_i * A_i$
(msnm)	(msnm)	COTAS	(A_i) km ²	%		
4400	4360	4380	0,0134	0,0147	0,0147	58,7556264
4360	4320	4340	0,1202	0,1319	0,1466	521,590613
4320	4280	4300	1,1350	1,2455	1,3921	4880,63018
4280	4240	4260	3,0910	3,3919	4,7840	13167,7414
4240	4200	4220	3,7089	4,0699	8,8538	15651,4281
4200	4160	4180	4,0232	4,4148	13,2686	16816,9913
4160	4120	4140	5,2585	5,7703	19,0390	21770,2659
4120	4080	4100	6,4401	7,0669	26,1058	26404,2796
4080	4040	4060	10,1088	11,0927	37,1986	41041,8023
4040	4000	4020	8,1197	8,9100	46,1085	32641,0652
4000	3960	3980	6,6275	7,2726	53,3811	26377,5853

COTA MAX.	COTA MIN.	PROMEDIOCOTAS	AREA PARCIAL	AREA TOTAL	PORCENTAJE ACUMULADO	Hi*Ai
(msnm)	(msnm)		(Ai) km ²	%		
3880	3840	3860	5,8207	6,3872	73,7669	22467,7276
3840	3800	3820	4,2261	4,6375	78,4044	16143,7864
3800	3760	3780	3,2315	3,5460	81,9504	12215,1367
3760	3720	3740	2,5783	2,8292	84,7796	9642,73628
3720	3680	3700	2,2979	2,5216	87,3012	8502,24107
3680	3640	3660	1,9414	2,1304	89,4316	7105,56357
3640	3600	3620	1,9103	2,0962	91,5278	6915,16952
3600	3560	3580	2,4823	2,7239	94,2517	8886,60716
3560	3520	3540	1,5107	1,6578	95,9094	5347,95842
3520	3480	3500	1,1236	1,2330	97,1424	3932,75373
3480	3440	3460	0,6007	0,6592	97,8016	2078,37084
3440	3400	3420	0,3448	0,3783	98,1799	1179,06129
3400	3360	3380	0,3057	0,3355	98,5154	1033,3607
3360	3320	3340	0,3203	0,3515	98,8669	1069,82901
3320	3280	3300	0,3572	0,3920	99,2589	1178,9132
3280	3240	3260	0,3168	0,3477	99,6066	1032,91001
3240	3200	3220	0,1908	0,2094	99,8160	614,436121
3200	3160	3180	0,1010	0,1109	99,9268	321,312163
3160	3120	3140	0,0069	0,0076	99,9344	21,7219401
	3120	3120	0,0598	0,0656	100,0000	186,44221
TOTAL		3740,61	91,1302	100,0000		359212,19

Aplicando la formula se tiene:

$$H = \frac{359212,19}{91,1302}$$

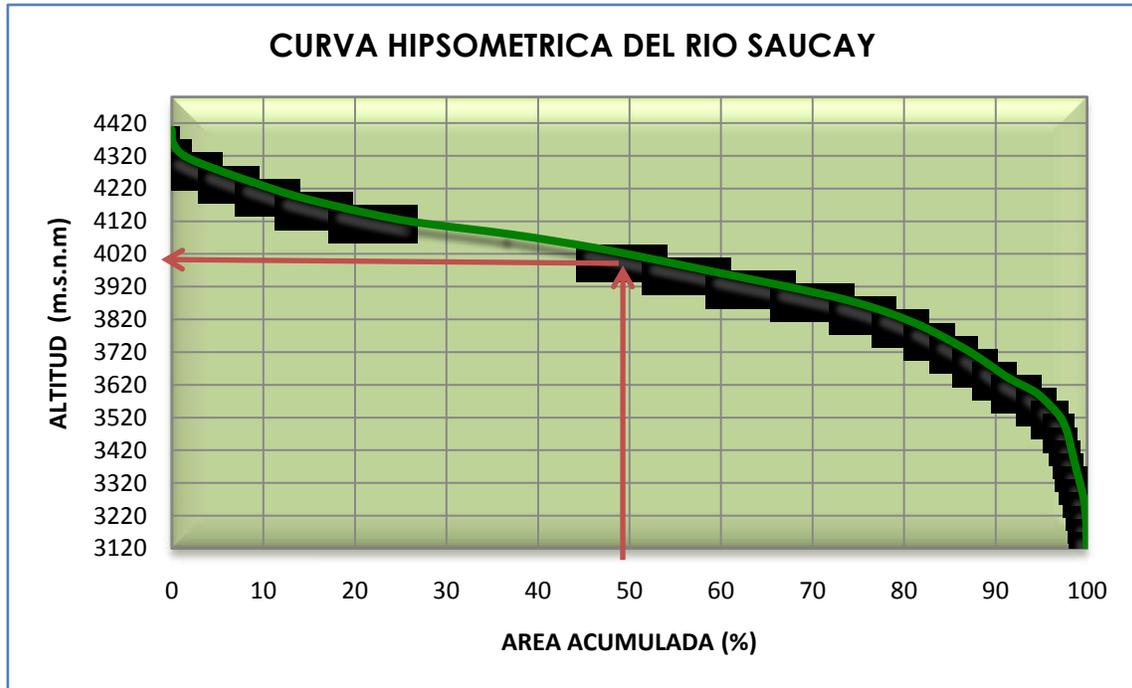
$$**H = 3941,74 m.s.n.m.**$$

La altitud media de lamicro cuenca del Rio Saucay es de 3941,74 m.s.n.m.

H. MEDIANA DE ALTITUD (Ma): Está representada por una curva hipsométrica que muestra la distribución de la superficie con respecto a los diferentes valores de altura en la micro cuenca. (Ver GRAF. 3.1).

Para obtenerla se consideran dos factores, el primero es ubicado en el eje de las abscisas que viene dado por los valores de las curvas de nivel y en las ordenadas se ubica los valores acumulativos del área entre dos curvas sucesivas. (Ver Tabla 3.3 de Altitud Media).

La resultante se obtiene al trazar una línea perpendicular en el centro del eje de las ordenadas que corte a la curva hipsométrica este punto de corte es el valor de la mediana de altitud.



GRAF. 3.1: Curva Hipsométrica del Rio Saucay

La mediana de altitud en la Micro cuenca de acuerdo a la curva hipsométrica es de **4020 m.s.n.m.**

- I. PENDIENTE DE LA CUENCA:** Esta medida se obtiene relacionando las diferentes alturas por donde pasa el río (curvas de nivel) con las distancias recorridas.

Mediante las curvas de nivel se utiliza la extensión 3D Analyst de ArcGIS 9.3 y procedemos: Create/Modify TIN >>Create TIN FromFeatures y así se obtiene un modelo TIN del terreno; a partir de este modelo se elige 3D Analyst>>SurfaceAnalysis>>Slope>>Porcent>>Reclassify>>Convert>>RastertoFeatures y finalmente se obtiene el Mapa de Pendientes de la micro cuenca.

Tabla 3.4: Clasificación de Pendiente de la Micro cuenca del Río Saucay

PENDIENTES RANGO (%)	AREA DE PENDIENTES (km ²)	AREA DE PENDIENTES (%)	MORFOLOGIA DEL TERRENO
0 – 30	35,971	39,565	Plana
30 – 60	40,969	45,062	Montañosa
Mayor 60	13,976	15,372	Escarpada
TOTAL	90,916	100,000	

Analizando la Tabla 3.4 por el área de pendientes (%) se obtiene un valor del 45,062% del total de su área se encuentra en el rango (30 – 60 %), lo cual indica que la micro cuenca presenta una morfología de terreno montañosa en su mayoría.

MORFOMETRÍA HIDROGRÁFICA

J. ORDEN DE CAUCE: Con esta jerarquización se pretende subdividir los distintos cursos de agua que integran la red de drenaje superficial de la microcuenca en segmentos de cauce clasificados en función del *orden de magnitud* de los mismos.

Se le asignan valores numéricos a los órdenes de la siguiente manera⁴⁰:

- A los cursos que son las nacientes de la red se les asigna el valor 1.
- La conjunción de dos cauces de orden 1, implica que la red de drenaje aumenta de magnitud por lo que a partir del lugar de confluencia se le asigna el valor 2.

⁴⁰Ley de Horton del número de ríos (1945).

- El lugar de encuentro entre dos cauces de orden 2 implica que la magnitud de la red de drenaje vuelve a ascender por lo que el valor numérico correspondiente a partir de allí es 3.
- Así se procede sucesivamente hasta finalizar con la jerarquización de la red de drenaje. El encuentro de un curso de orden inferior con otro de magnitud superior no significa cambio de orden de magnitud en la red de drenaje. Por ejemplo la confluencia de un curso de orden 1 con otro de orden 3 no varía la magnitud.

La misma continúa siendo de 3. Sólo aumenta si se produce la confluencia entre dos cursos de agua de idéntica magnitud. El curso de agua cuyo cauce alcanza la máxima magnitud dentro del área ocupada por la cuenca, es el río principal.

El proceso de jerarquización para la micro cuenca de río Saucay se lo realizó obteniéndose el resultado mostrado en la FIG 3.2.

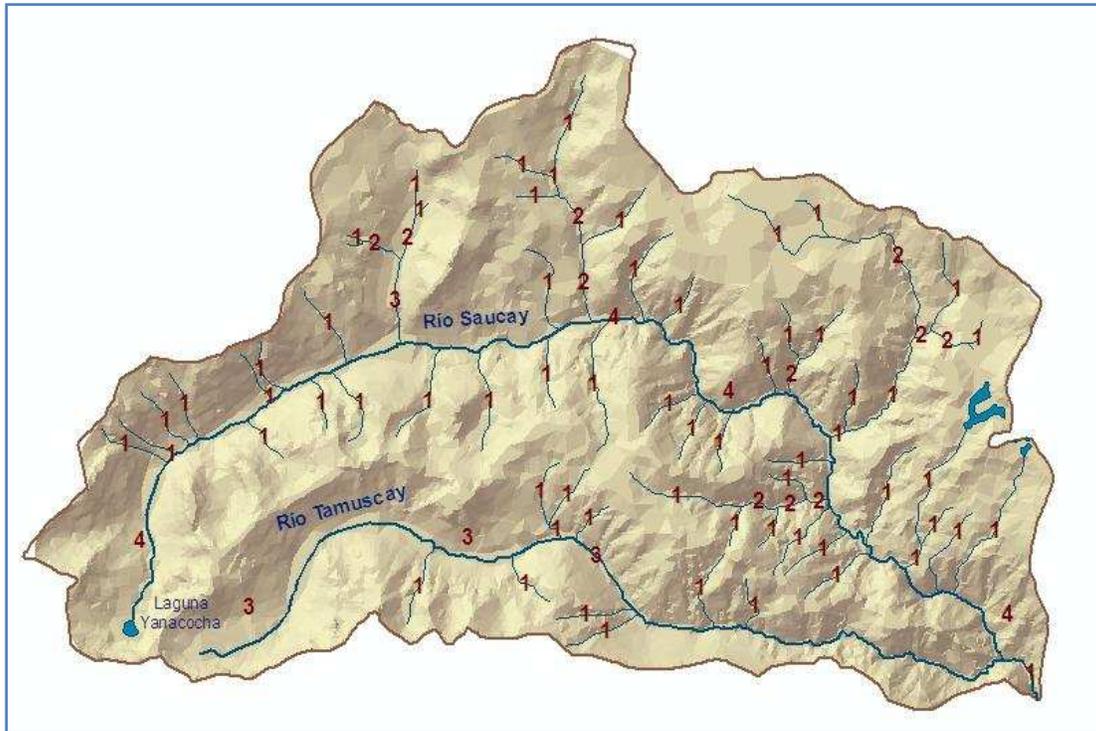


FIG. 3.2: Orden de los Cauces en la micro cuenca del Río Saucay

Tabla 3.5: Orden de los Cauces de la Micro cuenca del Río Saucay

ORDEN DE LOS CURSOS DE AGUA	Nº DE LOS CURSOS DE AGUA	LONGITUD TOTAL EN Km
1	65	67,3147
2	13	8,9055
3	2	15,6031
4	1	19,6581
TOTAL		111,4814

K. DENSIDAD DE DRENAJE (Dd): La densidad de drenaje se obtiene mediante la relación de la longitud de todos los ríos de la micro cuenca con su superficie. El total de cursos de agua está dado por la suma de las longitudes de los talweg de cada orden encontrado en la micro cuenca. Así se obtiene la formula siguiente:

$$Dd = \frac{Lx}{A} \quad \text{Ec.3.5}$$

Donde:

$Lx = L_1 + L_2 + L_3 + L_n$, donde el orden del rio principal es n. (Km)

A = Área de la Micro cuenca (Km^2)

$$Dd = \frac{111,4814 \text{ Km}}{91,1302 \text{ Km}^2} = 1,2233$$

A partir de los valores de densidad de drenaje las cuencas se pueden clasificar atendiendo a los siguientes criterios:

Micro cuenca pobremente drenada: $Dd \leq 0.6$

Micro cuenca medianamente drenada: $Dd > 0.6 \geq 3$

Micro cuenca bien drenada: $Dd > 3$

Como se puede observar la Micro cuenca analizada presenta un valor de densidad de drenaje de 1,2233; pudiéndose clasificar como *Micro cuenca moderadamente drenada*.

Este parámetro es en cierto modo, un reflejo de la dinámica de la micro cuenca, de la estabilidad de la red hidrográfica, y del tipo de escorrentía de superficie, así como la respuesta de la micro cuenca a las precipitaciones. Se puede resumir mejor en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6: Dinámica de la micro cuenca de acuerdo a su Drenaje

CARACTERISTICA	DENSIDAD MEDIA	OBSERVACIONES
Resistencia a la erosión	Moderada resistencia a erosión	Asociado a la formación de los cauces
Permeabilidad	Poco permeable	Nivel de infiltración y escorrentía

L. Patrón de Drenaje

Los patrones de drenaje fueron analizados mediante la interpretación de la imagen satelital LANDST 7 ETM+ del 2001; con la combinación de bandas (5,5,5) que permite una mejor distinción de los cursos de aguay de la cartografía digital a 1:50000 de la micro cuenca, como se pude observar en la FIG. 3.3.

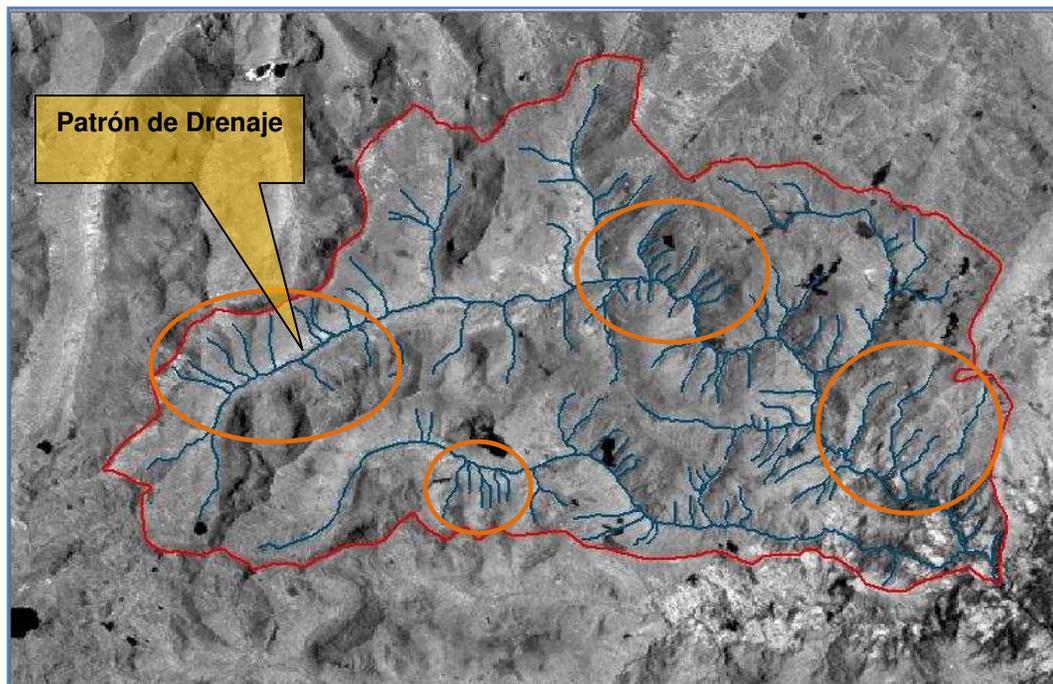


FIG. 3.3: Interpretación de la Imagen Satelital LANDST 7 ETM+ del 2001 para determinar patrones de drenaje

La red de drenaje se encuentra bien integrada, homogénea, de textura gruesa, y corresponde al Patrón Drenaje Angular, que evidencia un control estructural, es decir, los drenajes siguen los trazos de fallas geológicas o fracturas, lo que le da a este tipo de rocas una buena permeabilidad secundaria, en contraste con el fondo de circos y valles glaciares que por el depósito de morrenas, son impermeables. La homogeneidad indica la existencia de un mismo tipo de rocas en la micro cuenca. De la fotointerpretación y verificación de campo, este patrón de drenaje se ha desarrollado sobre rocas ígneas, extrusivas (andesitas, dacitas) correspondientes a la cobertura de la denominada “Formación Tarqui”⁴¹

3.1.3 Resultados

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS E HIDROGRAFICAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIOS SAUCAY

Tabla 3.7: Cuadro de Resumen de los Parámetros de la micro cuenca

PARAMETRO	MÉTODO	RESULTADO	INTERPRETACION
Área (A)	Cálculo de geometría en ArcGIS 9.3	A = 91,1302 km ²	De acuerdo al área calculada pertenece a un área de tamaño mediana.
Perímetro (P)	Cálculo de geometría en ArcGIS 9.3	P = 47,7206 km	
Longitud Axial (La)	Medición de eje principal de la cuenca en ArcGIS 9.3	La = 20,6003 km	La longitud axial del cauce principal pertenece de acuerdo a su valor, a un cauce de longitud larga.

⁴¹Hojas Geológicas de Alausí y Cañar, "Mapa Geológico del Ecuador" escala 1: 100000, Dr. H. Sosa e Ing. R.A. Longo, DINAGE, Año 1972-1973, Quito, Ecuador.

PARAMETRO	MÉTODO	RESULTADO	INTERPRETACION
Ancho Promedio (Ap)	$Ap = \frac{A}{La}$	Ap = 4,423 km	Cuenca alargada con su longitud axial mayor a su ancho promedio.
Factor Forma (Ff)	$Ff = \frac{Ap}{La}$	Ff=0,215	El factor forma muestra que no tiende a crecer en lluvias intensas.
Coefficiente de compacidad (kc)	$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi} * A}$	Kc = 1,41	Lamicro cuenca del Rio Saucay presenta una forma Oval Redonda a Oval Oblonga.
Altitud Media (H)	$H = \frac{\sum(Hi * Ai)}{A}$	H= 3941,74 m.s.n.m	
Mediana de Altitud (Ma)	Curva Hipsométrica	Ma= 4020m.s.n.m	
Pendiente de la cuenca	Calcificación por Porcentajes	30 – 60%	Lamicro cuenca presenta una morfología de terreno montañosa en su mayoría.
Orden del Cauce	Interpretación de la imagen satelital LANDSAT 7 ETM+		El río Saucay se abastece con aguas pluviales del páramo alto y el agua de escorrentía que de este se genera.
Densidad de Drenaje	$Dd = \frac{Lx}{A}$	Dd= 1,22	Micro cuenca moderadamente drenada.
Patrones de Drenaje	Interpretación de la imagen satelital LANDSAT 7 ETM+	Patrón de Drenaje Angular	Área de lamicro cuenca con pendientes pronunciadas, se presenta sobre flujos de lavas, fracturadas.

3.2. FACTORES ABIOTICOS

3.2.1 GEOLOGÍA

3.2.1.1 Metodología

a) Recopilación de Información

Previa la recopilación y análisis de información técnica existente, tanto a nivel regional como local, en especial en mapas y hojas geológicas Alausí (Hoja 71) y Cañar (Hoja 72) “Mapa Geológico del Ecuador” escala 1: 100 000, DINAGE, Quito, Ecuador. Y una interpretación de la imagen satelital LANDST 7 ETM+ del 2001.

b) Trabajo de Campo

Datos complementarios y específicos para el estudio de la micro cuenca en mención, se obtuvo mediante observaciones en el campo, en la misma que se identificaron las formaciones geológicas mediante la recolección de muestras de rocas. También se puso especial énfasis en los procesos geodinámicos actuantes en la zona.

c) Análisis de los datos

Una vez obtenidos los datos y muestras se realizó el análisis, clasificación y comprobación con las hojas geológicas de la zona, a más de los resultados de la interpretación de la imagen satelital LANDSAT ETM+ del 2001 con la combinación de bandas (4, 5,3).

3.2.1.2 Análisis Regional⁴²

De la región de Alausí hasta la latitud de Zaruma-Saraguro, los edificios volcánicos desaparecen y consecuentemente las cordilleras orientales y occidentales pierden su nitidez. Se presentan bajo la forma de planicies altas cada una de 40 a 50 kilómetros de ancho, con superficies onduladas bastante monótonas cuyas altitudes varían entre 3.600 y 4.700 metros, con un descenso característico de éstas de norte a sur.

Deben su origen a extensos derrames lávicos, de tipo fisural y efusivo, compuestos de una superposición de coladas riolíticas y dacíticas intercaladas con aglomerados y tobas ácidas sobre varios centenares de metros que dominan con acantilados importantes los relieves subyacentes.

En superficie, estas mesetas llevan también numerosos conos volcánicos de desnivel inferior a 300 metros a menudo alineados, que seguramente han constituido unas bocas de emisión de esta potente cobertura volcánica, localmente cubierta por alteraciones arcillosas abigarradas. Se atribuyó a este episodio volcánico una edad plio-cuaternaria, anterior a los conos del norte.

La mayoría de estas planicies altas, superiores a 3.200 - 3.500 metros, llevan sobre superficies más extensas que al norte, magníficas huellas de erosión glaciar (valles en U y morrenas) en las cuales se diseminan numerosas lagunas.

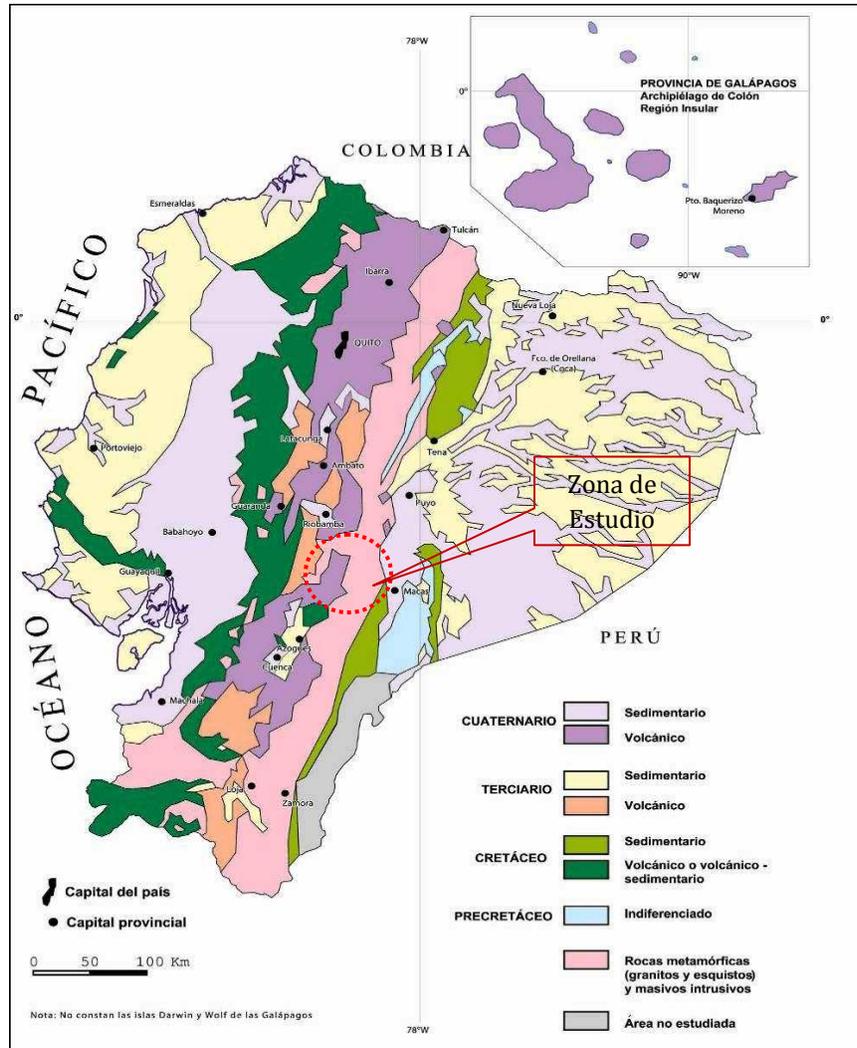
⁴²WINCKFLL, Alain, Geomorfólogo de la ORSTOM- Misión en Ecuador, Relieve y Geomorfología del Ecuador, pg.7.

Todas estas superficies, al igual que las zonas del norte, están fosilizadas por una capa continua, y de espesor métrica, de cenizas y lapillis bien meteorizados y emitidos por los volcanes más recientes de la parte norte de la Sierra.

Por otra parte, las depresiones intra-andinas presentan características muy diferentes a las del norte y se ordenan según dos filas paralelas orientadas NE-SO: Cuenca, Girón, Santa Isabel al oeste y Gualaceo, Nabón, Saraguro al este con altitudes entre 1.600 metros a Santa Isabel y 2.500 metros a Cuenca y Saraguro.

A excepción de la hoya de Cuenca, con topografía suave y ancho promedio de 20 kilómetros, la mayoría de estas cuencas se asemejan más a grandes valles estrechos encañonados, bien separados los unos de los otros, con vertientes bastante fuertes que cuencas típicas.

Además, si el origen de la mayoría es probablemente de origen tectónico, conviene diferenciar los graben de Cuenca y Nabón rellenos por sedimentos detríticos lacustres terciarios (areniscas, arenas, conglomerados, arcillas) cuyos estratos tectonizados originan numerosos relieves monoclinales, de las depresiones de Alausí, Girón, Santa Isabel, Saraguro, excavados en un complejo de rocas volcánicas antiguas de edad terciaria: riolitas, andesitas y aglomerados volcánicos. Por fin los ríos que las drenan, permiten comunicarse fácilmente con la zona litoral.



Fuente: Banco Central, 1982 :10

FIG. 3. 4: Mapa Geológico Regional

FUENTE: Banco Central, 1982

3.2.1.3 Análisis Local

Con la información recopilada de las hojas geológicas (Alausí y Cañar), más las muestras de roca recolectadas a lo largo de la zona de estudio se establece que existen las siguientes formaciones geológicas.

Formación Tarqui⁴³:

Esta formación aflora extensamente en toda la zona de estudio, las rocas de esta formación son fundamentalmente piroclásticas: aglomerados, aglomerados tobáceos y tobas de composición intermedia y ácida. La formación se presenta estratificada especialmente casi horizontal; se halla superpuesta a la Serie Paute. La toba andesítica tiene una textura microporfirítica y está constituida por microfenocristales de feldespato y pedazos de roca volcánica, localizados en una matriz de grano muy fino formado de feldespato, laminillas de biotita y anfíbol fuertemente alteradas.

El aglomerado constituido por pedazos de dacitas es de textura porfirítica y constituida por fenocristales de cuarzo, feldespato y pedazos redondeados de rocas volcánicas más antiguas compuestas de cuarzo, feldespato y magnetita.

A esta formación se considera como perteneciente a una última fase volcánica probablemente de tipo ignimbrita, ocurrida en el Pleistoceno.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3. 1: Cuenca Visual de la Formación Tarqui
Lugar: Laguna de Yanacocha

⁴³Hojas Geológicas de Alausí y Cañar, "Mapa Geológico del Ecuador" escala 1: 100000, Dr. H. Sosa e Ing. R.A. Longo, DINAGE, Año 1972-1973, Quito, Ecuador.

Formación Yunguilla⁴⁴:

Esta formación sedimentaria de origen marino se extiende como un cinturón discontinuo. Son sedimentos tipo flysh, con argillitas bien estratificadas, negras, duras, localmente estratificadas que gradan hacia arriba a lutitas negras. Las rocas meteorizadas son de un color café oscuro, comúnmente manchado por limonita (Steinmann, 1997). Dos tipos de deformación son observados en esta formación:

1. Deformación dúctil, la cual ocurre entre el Maastrichtiano y el Eoceno Tardío.
2. Deformación quebradiza que se dio probablemente durante la formación de la Cuenca.

En general, estas rocas se presentan intensamente deformadas y fracturadas (fragmentadas), razón por la cual son muy susceptibles a la erosión fluvial. No existe un importante desarrollo de suelos sobre esta formación, en su lugar coluviones granulares de matriz arenosa y limosa están presentes. Estos coluviones son muy susceptibles a la erosión hídrica y a flujos de detritos.



FOTO. 3. 2: Muestra de Roca de la Formación Yunguilla (argilita, areniscas, tobas)

Lugar:Río Saucay

⁴⁴Ing. Edgar Noboa M, CONSULTOR TRANSELECTRIC
S.A www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/files/capitulocaracterizacionambiental.pdf

Depósitos Glaciares⁴⁵:

Los depósitos de tilita se encuentra en todos los valles, característicamente ondulados en el piso de los valles en forma de U. Son comunes y prominentes en las morrenas laterales y mediales. (Ver FOTO. 3.3)



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3.3: Cuenca Visual de Depósitos Glaciares (morrenas de fondo)

Lugar: Circo glaciar laguna de Yanacocha

3.2.1.4 Resultados

En la Tabla 3.8 se resume la geología de la micro cuenca en la cual se ha realizado una clasificación de acuerdo a la permeabilidad y grado de sensibilidad de acuerdo a cada unidad litológica, la misma que nos servirá para la elaboración del Mapa de Erodabilidad. Ver **ANEXO A** (Mapa Geológico y Mapa de Erodabilidad).

⁴⁵Hojas Geológicas de Alausí y Cañar, "Mapa Geológico del Ecuador" escala 1: 100000, Dr. H. Sosa e Ing. R.A. Longo, DINAGE, Año 1972-1973, Quito, Ecuador.

Tabla 3. 8: Unidades Geológicas e Índices de Erodabilidad

SIMBOLO	UNIDAD LITOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERMEABILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
K ₇	Formación Yunguilla	Argilita, Areniscas, Tobas	Media	Media a Alta
P _T	Formación Tarqui	Aglomerados, lava, dacita	Media - Alta	Media
dg	Depósitos Glaciares	Depósitos de tilitas	Baja	Baja

3.2.2 GEOMORFOLOGÍA

3.2.2.1 Metodología

a) Recopilación de Información

Previa la recopilación y análisis de información técnica existente, tanto a nivel regional como local, en especial en mapas y hojas geológicas Alausí (Hoja 71) y Cañar (Hoja 72) "Mapa Geológico del Ecuador" escala 1: 100 000, DINAGE, Quito, Ecuador. Y una interpretación de la imagen satelital LANDST 7 ETM+ del 2001.

b) Trabajo de Campo

Datos complementarios y específicos para el estudio de la micro cuenca en mención, se obtuvo mediante observaciones en el campo, en la misma que se identificaron las geoformas mediante cuencas visuales.

c) Análisis de los datos

Una vez obtenidos los datos y las cuenca visuales se realizó el análisis, clasificación y comprobación con las hojas geológicas de la zona, a más de los resultados de la interpretación de la imagen satelital LANDSAT ETM+ del 2001 con la combinación de bandas (4, 5,3).

3.2.2.2 Análisis Regional

La zona de estudio del altiplano de la Cordillera de los Andes que se caracterizan por una fragmentación geográfica de Norte a Sur, dibujando en el paisaje dos fajas paralelas que unen los dos cinturones oriental y occidental de los andes ecuatorianos.

- ***Paisaje Geomorfológico Regional***

Dentro de la región interandina, las cimas de la cordillera Real, en el centro sur del Ecuador, moldean cimas someras que van desde los 3200 a 4000 msnm, y debido a la relativa homogeneidad de las elevaciones a lo largo de 650 Km de cordillera del Norte a Sur, indica claramente que éstos límites altitudinales tienen un origen climático (Winckell et al., 1997).

Los conjuntos de paisajes morfológicos andinos con estas características son: los paisajes glaciares heredados, los paisajes de páramos y los centros volcánicos actuales y antiguos. Dentro de estos paisajes geomorfológicos se pueden resumir ciertas características principales: Poseen un clima frío o muy frío con heladas nocturnas cotidianas, suelos negros humíferos poco evolucionados, y son susceptibles a algunos fenómenos de escurrimiento localizados y poco activos (Winckell et al., 1997).

- **Modelamiento Glaciar**

Las formas glaciares, los circos y valles; reconocibles fácilmente, aunque los glaciares que las formaron hayan desaparecido totalmente; recubren gran variedad de formaciones geológicas, metamórficas, volcánicas terciarias en la zona de estudio.

Los circos glaciares se caracterizan por flancos recortados por una sucesión de anfiteatros de forma semicircular, con paredes verticales y fondos planos (Winckell et al., 1997).

Los valles glaciares es el paisaje dominante en las cimas de la cordillera, son valles de perfil, en fila o en “U”, que surcan estos paisajes de altura e imprimen sus modelados “en hueco” tan característicos (Winckell et al., 1997)

En los perfiles transversales, estos dos grupos de formas glaciares se asocian con acantilados rocosos in situ, interrumpidas por rellenos a menudo estriados sobre el borde de los valles, incluyen en su base conos de desprendimiento que se empalman con fondos amplios, en suaves pendientes, de planos a ligeramente cóncavos (Winckell et al., 1997).

3.2.2.3 Análisis Local

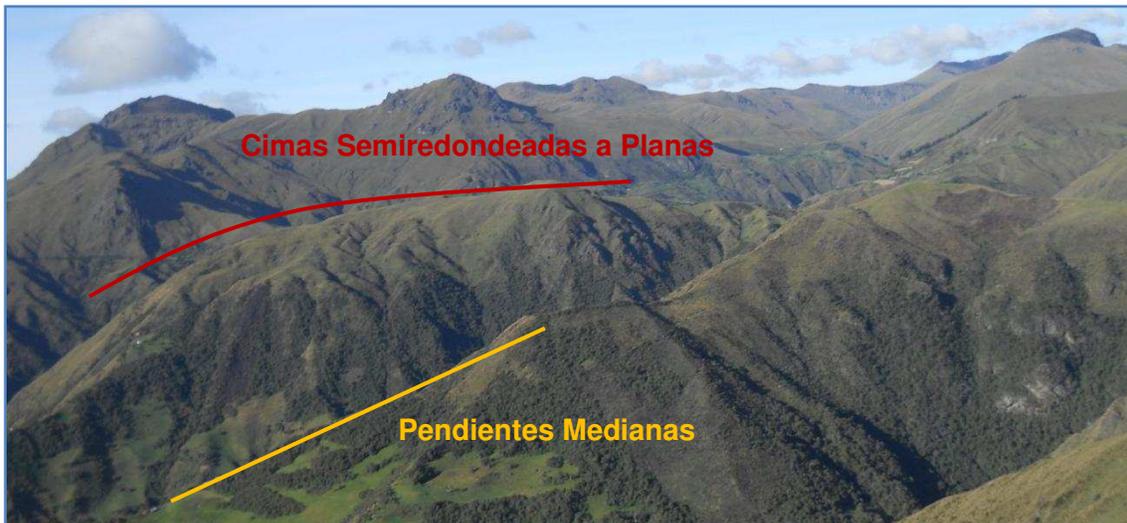
Dentro del área de estudio está dividido en tres unidades principales que se detallan más adelante. Se describen las geoformas actuales con los posibles fenómenos de erosión asociados, y su grado de actividad.

En la zona de estudio se evidencian tres unidades geomorfológicas y la identificación del modelamiento glaciar: Ver **ANEXO A** (Mapa Geomorfológico).

- **Relieve Colinado:**

En la zona de estudio, estas geoformas se denominan “traps”, que se describen como altiplanicies o mesetas volcánicas formadas por apilamiento de productos volcánicos emitidos a partir de fisuras y constituidos por capas de lavas muy fluidas y escorias finas.

En la parte baja del área de estudio estos “traps” forman cimas semiredondeadas pequeñas con flancos de pendientes medianas mientras se adentran en el valle glaciar. Estas geoformas también han sido moldeadas posteriormente por procesos glaciares formando en ciertos casos cimas planas socavadas con zonas de pantanos o sistemas de lagunas pequeñas.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3.8: Cuenca Visual del Relieve Colinado

Lugar: Río Saucay

- **Relieve Montañoso:**

En la zona de Relieve Montañoso de la Micro cuenca se tienen secuencias volcánico sedimentarias, lavas andesíticas, esquistos, gneis y granitos. La permeabilidad es baja a nula. La susceptibilidad a la erosión laminar es media, no se observa reptación, existe alta susceptibilidad a deslizamientos.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3. 9: *Cuenca Visual de Relieve Montañoso*
Lugar: *Parte Media de la micro cuenca del Rio Saucay*

- **Relieve Escarpado (VER FOTO 3.10):**

Constituyen el paisaje más elevado de la región, son morfologías con perfil rectilíneo y pendientes pronunciadas a veces superiores al 70 %.

Se ven afectadas por procesos erosivos o durante largos periodos de tiempo y generan posteriormente cerros con pendientes fuertes en donde se han erosionado las cimas formando cuchillas y flancos de pendientes escarpadas.



Autores: Batidas & Terán

FOTO 3.10: Cuenca Visual de Relieve Escarpado

Lugar: Unión Río Saucay- Río Tamuscay

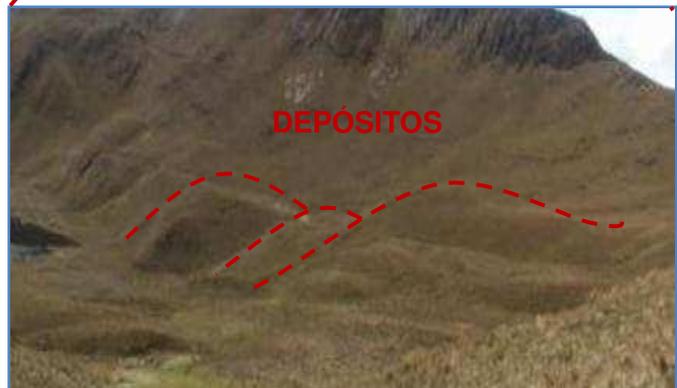
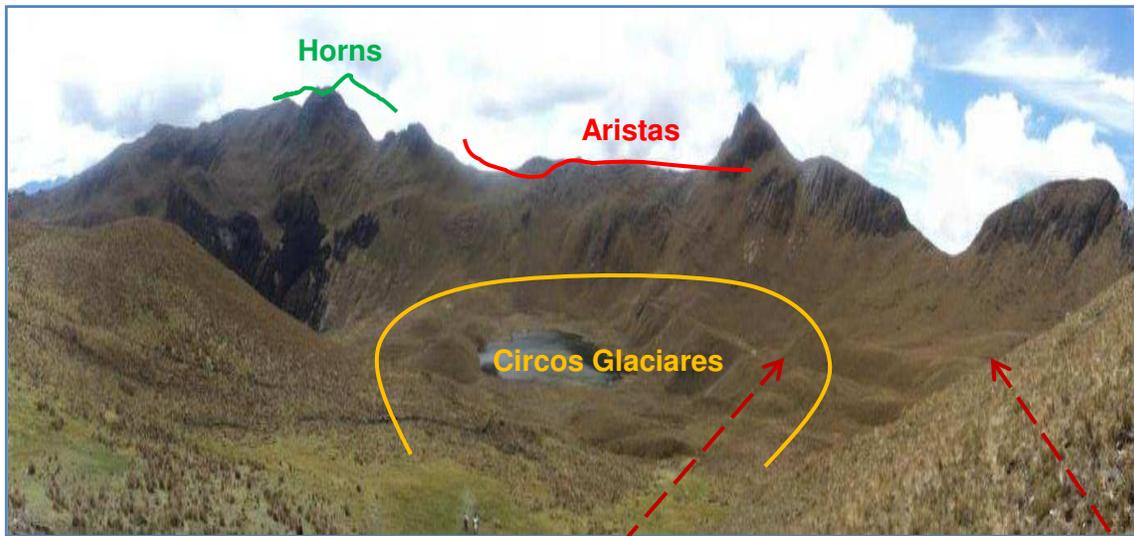
- **Modelamiento Glaciar:**

Las formas glaciares, que se identifican en la zona son: los valles en forma de u, circos, depósitos glaciares, las aristas y los horns.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3. 11: Valle en “U” en; Zona Laguna de Yanacocha;
Coordenadas UTM-WGS84 745563 E;9735979 N; Altura 4373



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3. 12: *Circos Glaciares, Depósitos Glaciares (Morrenas de Fondo), Laguna de Yanacocha, Coordenadas UTM-WGS84 746538 E, 9735577 N, Altura 4145*

3.2.2.4 Discusiones y Resultados

Finalmente se identificaron a las unidades geomorfológicas en la micro cuenca de acuerdo a las siguientes características:

1. *Pendiente:*

Rango Pendientes (%)	Descripción	Código
0 – 30	Pendiente Baja	1
30 – 60	Pendiente Media	2
Mayor 60	Pendiente Fuerte	3

2. *Forma Cima (cumbre):*

<i>Forma Cima</i>	<i>Código</i>
Aguda	a
Redondeada	r
Plana	p

3. *Forma Vertiente (flancos):*

<i>Forma Vertiente</i>	<i>Código</i>
<i>Rectilínea</i>	<i>l</i>
<i>Cóncava</i>	<i>cv</i>
<i>Convexa</i>	<i>cx</i>

A continuación en la Tabla 3.9 se muestran como están definidas las unidades geomorfológicas presentes en la zona de estudio, así también el grado de susceptibilidad a procesos erosivos correspondiente a las mismas. Ver **ANEXO A** (Mapa Geomorfológico).

Tabla 3.9: Geofomas presentes en la micro cuenca del Río Saucay

COD	DESCRIPCIÓN	PENDIENTE	CIMA	FLANCOS	SUSCEPTIBILIDAD
Rc1pcx	Relieve Colinado	Pendiente Baja (0 – 30) %	Planas	convexo	MEDIA
Rm2scx	Relieve Montañoso	Pendiente Media (30 – 60) %	Sub - agudas	convexo	MEDIA A ALTA
Re3al	Relieve Escarpado	Pendiente Fuerte (Mayor 60%)	Agudas	rectilíneo	ALTA

3.2.3 CLIMA

3.2.3.1 Metodología

a) Recopilación de la Información

Se consultaron los datos históricos de los factores climáticos como precipitación y temperatura, en los anuarios meteorológicos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

b) Análisis de la Información

- Se realizó el análisis del régimen de precipitación y temperatura mensual durante los años 2000 hasta el 2008, con el objeto de analizar su comportamiento mediante la elaboración de gráficos de tendencias.
- Con los datos de las medias anuales de la precipitación y temperatura se realiza una interpolación de los datos para una simulación las condiciones climáticas durante los años registrados, donde es validada

la información mediante estudios realizados con modelos climáticos.
(Garcés, Ruiz 2011).

3.2.3.2 Análisis

La escasez de estaciones meteorológicas en las cercanías de la micro cuenca del río Saucay, nos limitan a un análisis regional de los parámetros. Para el análisis tanto de temperatura como de precipitación se tomaron en cuenta los datos de las siguientes estaciones.

Tabla 3.10: Ubicación y tipo de las estaciones meteorológicas.

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	TIPO	COORDENADAS			INSTITUCION	FECHA DE INSTALACIÓN
		X	Y	ALTURA		
GUALACEO	CO	747184	9681215	2360m	INAMHI	1969-05-02
PAUTE	CO	749152	9692764	2289m	INAMHI	1976-06-01
CHUNCHI	CO	749152	9692764	2245m	INAMHI	1969-05-08
PALMAS	CP	763534	9699527	2400m	INECEL	1974-05-15
CAÑAR	CP	729328	9717809	3083m	INAMHI	1958-04-01
ACHUPALLAS	PV	748196	9747767	3320m	INAMHI	1964-10-01
ALAUÍ	PV	739524	9756721	2420m	INAMHI	1930-09-01
GUASUNTOS	PV	743507	9753428	2438m	INAMHI	1972-07-01

FUENTE: INAMHI

CO: Climatológica ordinaria

CP: Climatológica principal

PV: Pluviográfica

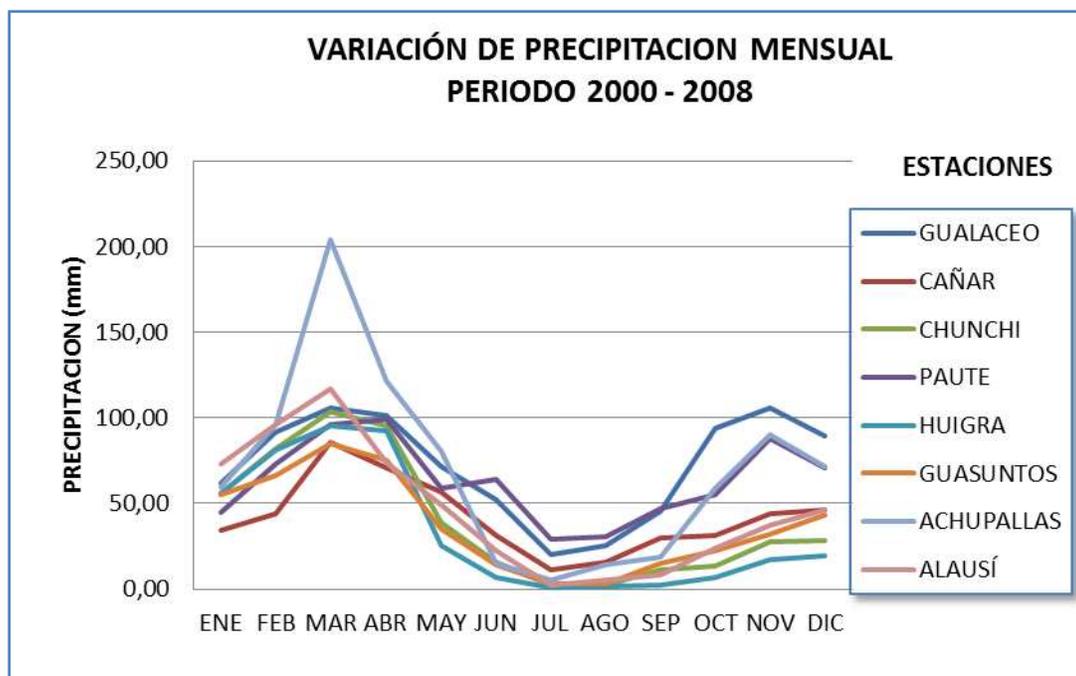
Se tomaron en cuenta datos tanto de temperatura como de precipitación, los mismos que se presentan a continuación. (Ver Tabla 3.11 y 3.12) y para un análisis más práctico se realizó un gráfico de la tendencia de la precipitación en todas las estaciones meteorológicas. Ver (GRAF. 3.2.)

A) PRECIPITACIÓN

Tabla 3.11: Precipitación media mensual

PRECIPITACIÓN												
ESTACIÓN	PROMEDIO MENSUAL PERIODO 2000-2008											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
GUALACEO	62,03	91,99	105,59	101,59	71,54	52,08	20,43	25,09	45,22	93,94	105,72	89,52
CAÑAR	34,32	43,81	86,04	70,98	56,93	31,67	11,53	15,53	29,76	31,65	44,20	45,93
CHUNCHI	56,23	82,08	103,80	95,75	38,79	16,10	2,21	2,39	11,48	13,78	27,85	28,20
PAUTE	44,66	73,14	95,93	99,17	58,56	63,83	29,00	30,61	46,64	54,96	87,98	71,18
HUIGRA	55,60	81,31	95,24	92,17	25,76	6,73	0,70	1,90	2,14	7,16	17,29	19,74
GUASUNTOS	55,40	66,49	85,10	75,02	35,07	14,53	2,90	2,99	14,66	22,32	32,13	42,93
ACHUPALLAS	59,61	96,02	203,79	121,53	80,17	15,11	5,23	14,00	18,53	58,67	90,51	71,51
ALAUŚÍ	73,41	96,01	117,13	73,83	48,88	22,34	2,66	5,11	8,28	24,10	37,18	46,37

FUENTE: INAMHI



GRAF. 3.2: Tendencia de precipitación en las estaciones analizadas

Al representar gráficamente los datos recogidos por las estaciones meteorológicas, podemos notar que los meses que presentan mayor

pluviosidad son febrero marzo y abril donde se da un pico en la precipitación media mensual, esto se evidencia en el mes de marzo en la estación de Achupallas donde se registró la máxima medida que es 203,79 mm en cambio en los meses de julio y agosto podemos observar como la precipitación desciende notablemente es así que en el mes de julio en la estación Huigra donde se presenta un valor muy bajo 0,70mm de precipitación.

Una vez que se ha analizado el comportamiento y los regímenes mensuales de precipitación de la zona de estudio, hacemos un análisis de los promedios anuales durante un período extendido de años y mediante interpolación de valores, elaboramos isoyetas (FIG. 3.5) de la zona aledaña a la micro cuenca del río Saucay y así una evaluación de su comportamiento climático global.

Las Isoyetas nos permiten observar el comportamiento de la precipitación dentro de la micro cuenca que analiza el presente estudio, es así que notamos que la precipitación aumenta en la zona este y en cambio en la zona oeste que es la más alta de la micro cuenca es la precipitación baja.

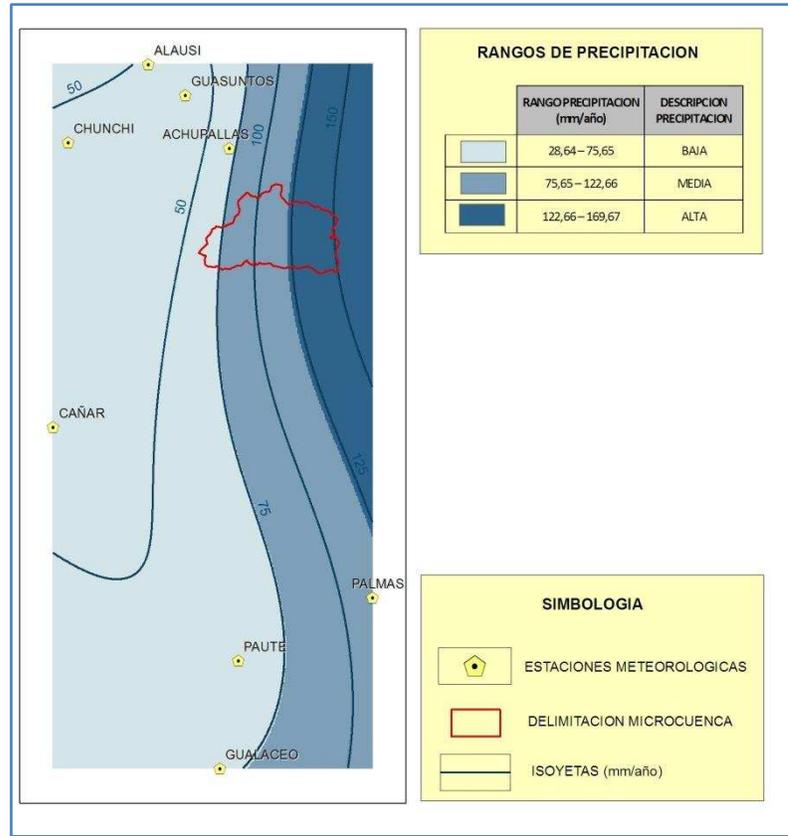


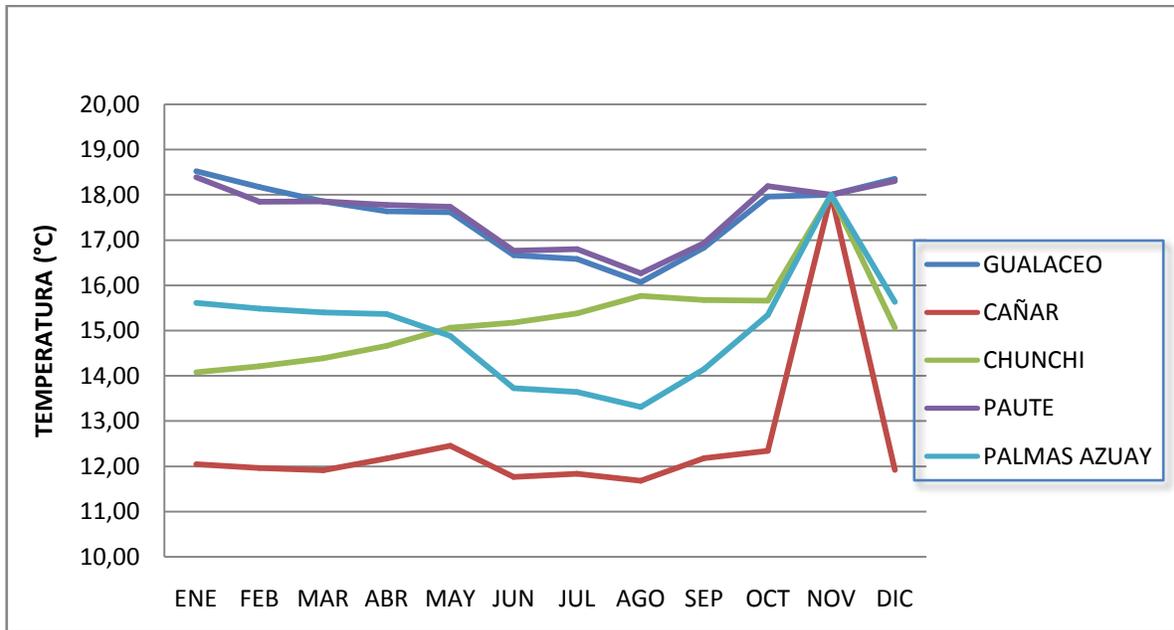
FIG. 3.5: Isoyetas micro cuenca del río Saucay

B) TEMPERATURA

Tabla 3.12: Temperatura media mensual

TEMPERATURA												
ESTACIÓN	PROMEDIO MENSUAL PERIODO 2000-2008											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
GUALACEO	18,52	18,17	17,86	17,63	17,61	16,67	16,58	16,07	16,83	17,96	18,00	18,35
CAÑAR	12,04	11,96	11,91	12,17	12,46	11,77	11,83	11,68	12,18	12,34	18,00	11,92
CHUNCHI	14,08	14,21	14,39	14,66	15,06	15,18	15,38	15,76	15,68	15,66	18,00	15,06
PAUTE	18,39	17,84	17,86	17,78	17,73	16,77	16,80	16,27	16,93	18,19	18,00	18,30
PALMAS	15,61	15,48	15,40	15,37	14,88	13,72	13,64	13,31	14,14	15,34	18,00	15,63

FUENTE: INAMHI



GRAF. 3.3: *Tendencia de temperatura en las estaciones analizadas*

Al representar gráficamente los datos recogidos por las estaciones meteorológicas, podemos notar que las temperaturas que muestran no son menores a los 11°C y ascienden hasta una máxima de aproximadamente 19°C, en la estación de Gualaceo muy al sur de la micro cuenca del río Saucay es donde se presenta la máxima de 18,52°C y la mínima podemos observar en el dato de la estación Cañar de 11,68°C, que está más cercana al nuestro sitio de análisis.

Del mismo modo las Isotermas que se muestran a continuación nos presentan un análisis del régimen de temperatura, que ubica a la mayor parte de la micro cuenca dentro de un clima medio que fluctúa entre 14,24 y 15,95°C.

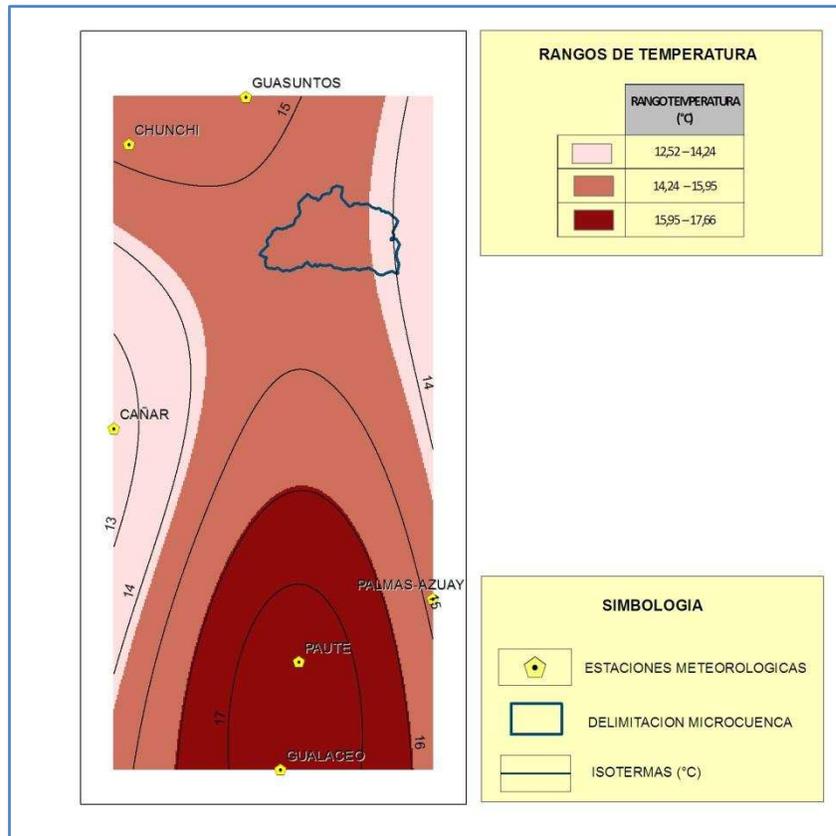


FIG. 3.6: Isotermas micro cuenca del río Saucay

3.2.2.3 Discusiones y Resultados

Uno de los problemas que se presentan en el análisis climático de la micro cuenca del río Saucay radica en la falta de estaciones meteorológicas instaladas en las cercanías de esta, y que permitan obtener datos más confiables y cercanos a la realidad del comportamiento por lo menos de temperatura y precipitación y que sirvan de base para estudios posteriores y más profundos.

De acuerdo a las visitas de campo podemos determinar que la micro cuenca se divide en dos zonas climáticas o zonas de vida que según la bibliografía recopilada. Ver Tabla 3.13.

Tabla 3.13: Zonas climáticas micro cuenca del río Saucay

Bosque Pluvial Montano	
Formación vegetal	Son los páramos bajos
Promedio anual de precipitación	Recibe precipitaciones entre los 1.000 a2.000 mm
Promedio anual de temperatura	6 a 12º
Páramo Pluvial Sub Alpino	
Formación vegetal	Son los páramos altos que colindan con la nieve perpetua
Promedio anual de precipitación	Recibe precipitaciones entre los 250 a500 mm
Promedio anual de temperatura	Oscila entre 3 y 6 °C

FUENTE:ACOSTA, M. *Divisiones Fito geográficas y Formaciones Geobotánicas del Ecuador, Publicaciones de la Casa De La Cultura Ecuatoriana, Quito 1968.*

3.2.4 TIPOS Y USOS DE SUELOS

3.2.4.1 Metodología

a) Recopilación de Información

Se realizó una recopilación y análisis de información técnica existente dentro de esta zona, se analizó mapas de uso y tipos de suelos del MAGAP a escala 1:50 000 del Cantón Alausí.

Para la identificación del tipo y usos del suelo el procedimiento indirecto se basó en la interpretación de la imagen satelital LANDSAT 7 ETM+ del 2001 combinación de bandas (4, 5,3).

b) Trabajo de Campo

Se realizó un recorrido por los alrededores del sector de la micro cuenca para corroborar la información del Mapa de Suelos; procediendo a tomar muestras de suelo.

Para la recolección de las muestras se cumplió con lo siguiente:

- Ubicación del punto de monitoreo con la ayuda de un equipo de Posición Geográfica Satelital (GPS).
- Factores climáticos existentes al momento del monitoreo.

Para la toma de muestras se realizó la remoción del material vegetal de la superficie, luego con una pala se fue recogiendo aproximadamente 2 kg de muestra en una funda plástica, cada muestra fue codificada, etiquetada y preservada antes de ser transportadas.

En lo referente al uso del suelo se actualizó la información obtenida mediante los Mapas obtenidos del MAGAP, por observación directa en el área de interés.

c) Análisis de los datos

Una vez obtenidas las muestras de suelo se realizó los siguientes métodos para clasificarlos:

Un método toma en cuenta únicamente las características físicas (textura, estructura, compacidad, humedad, tamaño y forma de las partículas, humedad, plasticidad, etc.), se utiliza la clasificación SUCS que es una clasificación internacional basada en la norma internacional ASTM D 2488-00; se la utiliza principalmente en estudios geotécnicos.

Y el otro método utiliza toma en cuenta las características físico-químicas y el desarrollo de horizontes para relacionarlos directamente con la productividad del suelo, se usa una clasificación Taxonómica de acuerdo al Sistema Norteamericano SOIL TAXONOMY (USDA, 1975) y FAO-UNESCO (1993).

En lo referente a uso del suelo para analizar la información obtenida en campo y comparando con la fotointerpretación se realizará lo siguiente:

- Lectura de las imágenes: implica facilidad y rapidez de la identificación de objetos directamente visibles.
- Interpretación: mediante análisis metódico y su posible comparación con datos obtenidos directamente sobre el terreno. Entonces se realiza una síntesis lógica que permite deducir elementos no explícitos en la imagen.

La morfología del terreno constituye un factor primordial adicional. Así, la pendiente, orientación, área drenada, rugosidad, litología, ayudará a interpretar el uso del suelo y cobertura vegetal. Así también, determinadas geoformas (fallas, fracturas, cárcavas, etc.) pueden dar lugar a una concentración de agua que favorezca el desarrollo de la vegetación.

3.2.4.2 Análisis Local

A) TIPO DE SUELOS

Para el análisis local se tomaron dos muestras de suelo, principalmente se las recolectó donde se manifestaba cambios evidentes en el tipo de suelo; una en la parte baja (S01) y otra en la parte alta (S02) de la micro cuenca. Ver FIG. 3.7

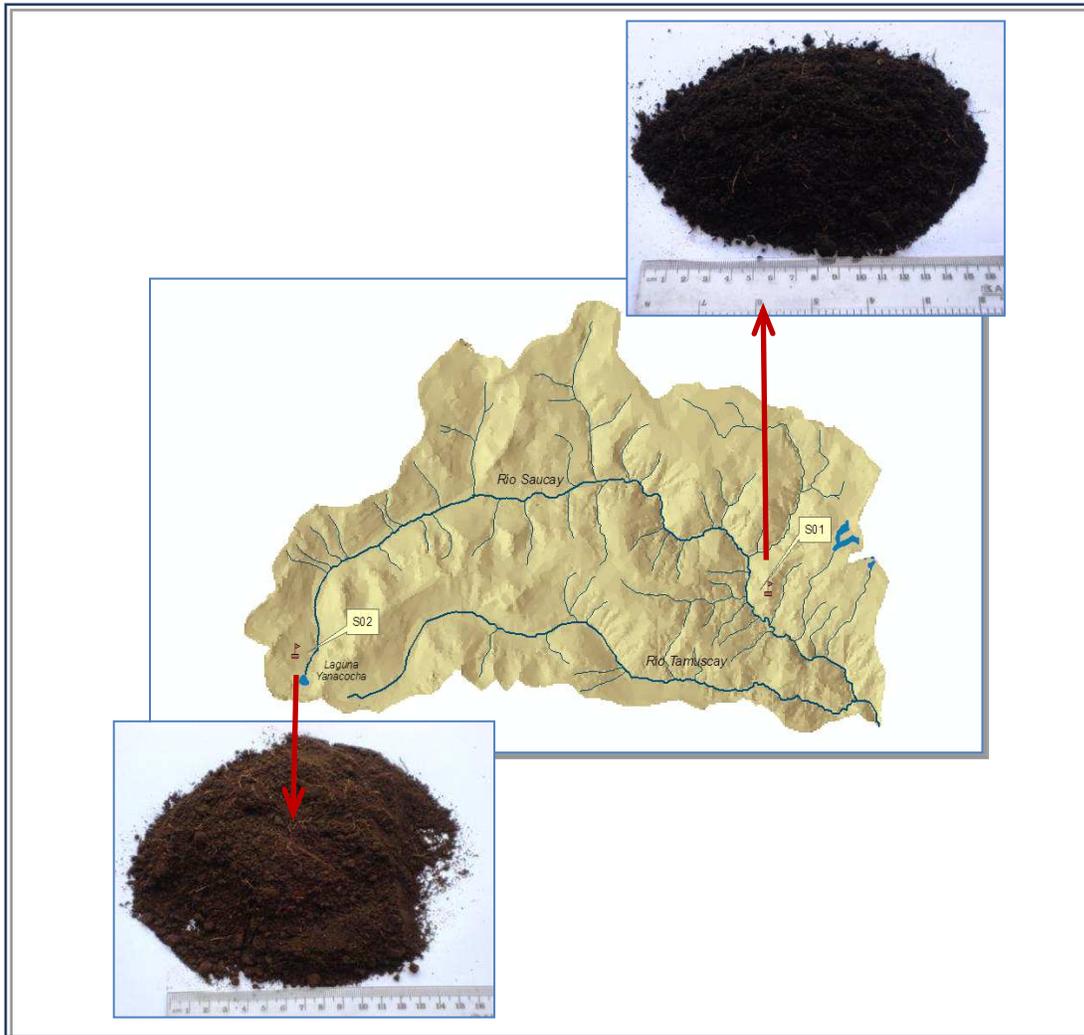


FIG. 3.7: Ubicación de las Muestras de Suelo (S01) y (S02) en la Zona de Estudio

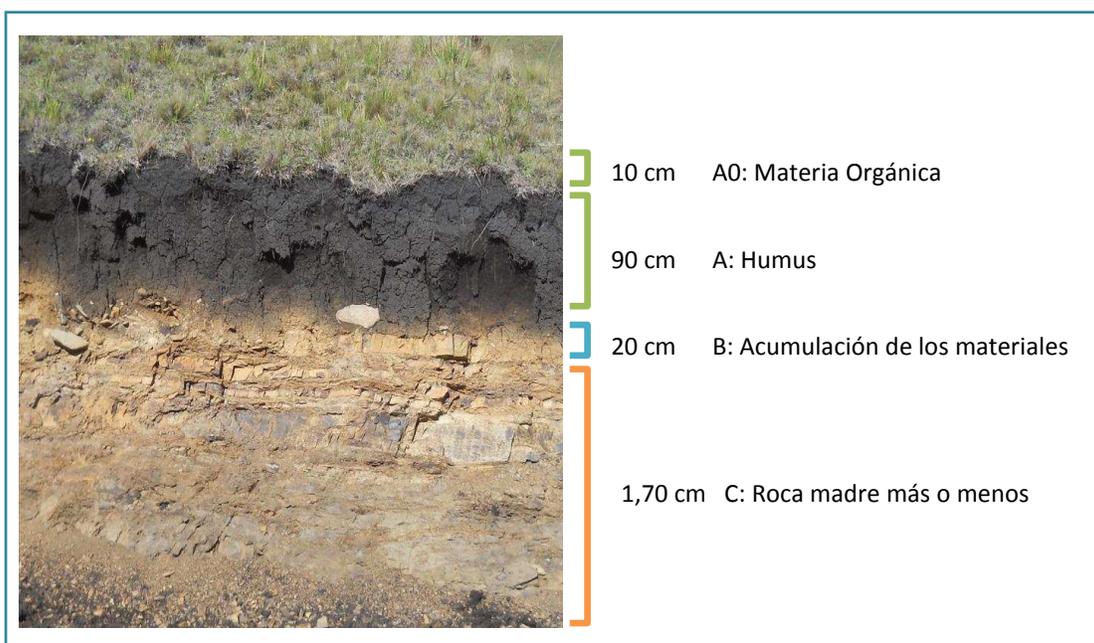
Primero se analizó a los suelos por sus características físicas⁴⁶ como se muestra en la tabla 3.14:

Tabla 3.14: Características Físicas del Suelo en la micro cuenca del rio Saucay

⁴⁶ASTM D2488-00: Práctica Estándar para la Descripción e Identificación de Suelos (Manual deProcedimiento-Visual).

MUESTRA	COLOR	TEXTURA	MATERIA ORGANICA	pH
S01	Suelo Negro	Pseudo Limoso	Alta	6 Ligeramente Acido
S02	Suelo Café Pardo	Limo Arcilloso	Alta	6,1 Ligeramente Acido

La estructura de los estratos del suelo hace que en su perfil predomine el horizonte "C" o la roca madre (argilitas, sílice) más o menos disgregada; junto al horizonte "A", mientras que el horizonte "B" es de muy poco espesor.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.13: Descripción de los Horizontes del Suelo (S01)

Fecha: 21 enero de 2011

Desde el punto de vista taxonómico, a lo largo de la zona de estudio de la micro cuenca se han identificado dos diferentes grupos de suelos, clasificados de la siguiente manera⁴⁷: Ver **ANEXO A** (Mapa Tipo de Suelo)

Tabla 3.15:Tipos de Suelo Identificados en la Zona de Estudio

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	ÁREA (Km ²)	PORCENTAJE (%)
INCEPTISOL	Andept	Hidrandept (Cryandept)	85,483	94,48
INCEPTISOL + ENTISOL	Andept + Orthent	Dystrandept + Troporthent	4,997	5,52
TOTAL			90,48	100,00

Descripción de los Tipos de Suelo de la Micro cuenca:

- **INCEPTISOL**

Como se observa en la Tabla 3.15 existe la predominancia de suelos de *Orden Inceptisol* en un 98,48%; este tipo de suelo predomina en toda la parte baja y media de la micro cuenca y se caracteriza por ser suelos con escaso desarrollo de horizontes, son suelos de bajas temperaturas (clima frío); presentan alto contenido de materia orgánica; el *Suborden Andept* es que tiene su origen en materiales volcánicos como cenizas y tobas poco consolidadas y específicamente el *Grupo Hydrandept* nos indica que son suelos bien drenados con alto contenido de agua⁴⁸.

- **INCEPTISOL + ENTISOL**

En menor porcentaje encontramos este tipo de suelo específicamente en la zona alta de la micro cuenca se definen por ser suelos jóvenes, su *Orden Entisol*,

⁴⁷Taxonómica de acuerdo al Sistema Norteamericano SOIL TAXONOMY (USDA, 1975) y FAO-UNESCO (1993).

⁴⁸ Diccionario de Ecología, paisajes, conservación y desarrollo sustentable, Escrito por Fausto O, Sarmiento, y Fernando Vera.

Suborden Orthent y Grupo Troorthent los horizontes de este suelo presentan un escaso desarrollo y por tanto poco espesor y generalmente contienen material grueso, tipo grava y arena.

Mientras que los de *Orden Inceptisol, Suborden Andept y Grupo Dystrandept* tienen su origen en materiales volcánicos como cenizas y tobas poco consolidadas.

B) USO ACTUAL DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL:

- ***Páramo de pajonal***

Es el más extenso que se encuentra en área de estudio son extensiones cubiertas por pajonal de varios géneros (arbustos, herbáceas y pequeñas zonas húmedas en sitios con drenaje insuficiente).

Los páramos de pajonal se extienden hasta el límite con la vegetación arbórea, predominando los penachos de gramíneas de varios géneros y vegetación arbustiva que crece en depresiones o peñas para protegerse del viento.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.14: *Cuenca Visual del Páramo de Pajonal*

Lugar: *Laguna de Yanacochoa – Micro cuenca del río Saucay*

Fecha: *26 septiembre de 2010*

- **Vegetación Herbácea**

En cobertura vegetal se presenta cubierta de malezas de hojas, al mismo tiempo de relictos de áreas húmedas por la condición de drenaje del suelo.

“Es más frecuente en zonas de llanura, considerándose de importancia ambiental baja por ser un nicho de hábitat con bajo potencial para la alimentación de fauna silvestre, y de sensibilidad baja por su potencial de regeneración natural”⁴⁹. Estas áreas protegen al suelo de la erosión y se encuentran especialmente en llanuras con buen drenaje.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.15: *Vegetación Herbácea*

Lugar: *Micro cuenca del Río Saucay*

Fecha: *23 enero de 2011*

- **Cultivos de Ciclo Corto**

Esta área contiene una cobertura vegetal de plantaciones agrícolas con fines de consumo propio y un porcentaje pequeño comercial.

⁴⁹LA VEGETACIÓN DE LOS ANDES DEL ECUADOR. Memoria explicativa de los mapas de vegetación potencial y remanente de los Andes del Ecuador a escala 1:250 000. (IGM, EcoCiencia / CESLA / EcoPar / MAG SIGAGRO /CDC- JATUN SACHA / División Geográfica -, 2004)

Varios tipos de cultivos son sembrados en este lugar entre los principales se encuentran los tubérculos como la papa, el melloco otros cultivos son el maíz, el haba, cereales como la cebada, el trigo.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.16: *Cultivos de Ciclo Corto (haba)*

Lugar: *Micro cuenca del rio Tamusca*

Fecha: *24 enero de 2011*

3.2.4.3 Resultados

En la siguiente Tabla 3.16 se muestra el uso del suelo y la cobertura vegetal con su respectiva área que ocupa en toda la micro cuenca. Ver **ANEXO A** (Mapa Uso Suelo y Cobertura Vegetal)

Tabla 3.16: Usos del Suelo y Cobertura Vegetal en la micro cuenca

COD	USO DEL SUELO	AREA (Km²)	(%)	OBSERVACIONES
Cc / Pc	70% Cultivos de ciclo corto con 30% Pasto cultivado	0,207	0,227	Cultivos: arroz, maíz, cebada, papas, habas, mellocos, ocas.
On	100% Nieve y hielo	0,998	1,097	
Pn - Va	50% Pasto natural con 50% Vegetación arbustiva	2,612	2,869	Encontramos principalmente en los alrededores del cauce de los ríos Saucay y Tamuscay.
Pr / Pc	70% Páramo con 30% Pasto cultivado	0,577	0,633	Pastoreo: Vacuno, bovino, mular, equino.
Pr / Va	70% Páramo con 30% Vegetación arbustiva	1,331	1,462	Vegetación conformada por arbustos y paja
Pr	100% Páramo	85,305	93,712	El más extenso en la zona, son extensiones cubiertas por pajonal de varios géneros.
	TOTAL	91,029	100,000	

En la mayor parte de la micro cuenca se puede observar que el uso del suelo son zonas de páramo de pajonal que es la vegetación nativa del lugar; pero a su vez están siendo afectadas por la actividad antrópica que va tomando espacio y va designando estos suelos para cultivar pasto destinado al ganado vacuno, porcino, bovino, caprino, mular y equino, así también como para cultivos de ciclo corto como son: papas, maíz, cebada, mellocos, ocas entre otros.

3.2.5 HIDROLOGÍA

3.2.5.1 Metodología

a) Recopilación de Información

Para el análisis hidrológico de la zona de estudio se realizó una recopilación y análisis de información cartográfica digital del IGM, la información utilizada corresponde a las cartas topográficas de Alausí, Totoras, Juncal y Huangra, a escala 1:50 000 las mismas que se las actualizó mediante el análisis digital de la imagen satelital LANDSAT 7 ETM+ del 2001; para determinar la localización geográfica de los sitios de evaluación hidrológica.

b) Trabajo de Campo

En el trabajo de campo se realizaron recorridos a los alrededores de la micro cuenca, se hizo la identificación de los cuerpos hidrológicos y se verificó el sistema hidrográfico del sector.

c) Análisis de los datos

Se analizó la información cartográfica y los datos recopilados de campo para determinar el sitio más óptimo para la captación de agua donde se provoque el menor impacto y para analizar los sitios donde se deben establecer puntos de control de caudales.

3.2.5.2 Análisis Regional

Según el Consejo Nacional de Recursos Hídricos CNRH, el Ecuador se divide en 31 Sistemas Hidrográficos, conformados por 79 cuencas; de ellas, 24 drenan hacia el Océano Pacífico y representan 123243 Km², con un porcentaje de

superficie del territorio nacional de 48.07% y las 7 restantes hacia la región Oriental, cuya área de 131802 Km² representa el 51.4% del territorio nacional.⁵⁰

Una de las redes hidrográficas de mayor importancia del país es la Cuenca del Río Paute, pertenece al sistema hidrográfico Namangoza-Santiago-Marañon-Amazonas. Localizada en la parte suroriente del Ecuador la cual está conformada por diez sub cuencas, que contienen a treinta y dos micro cuencas; en la zona alta y media de la cuenca; la micro cuenca del Río Saucay-Tamusay es una de ellas, la misma que pertenece a la sub cuenca del Río Juval.

Tabla 3.17: Superficie en hectáreas y porcentajes por micro cuenca

SUBCUENCA	MICROCUENCA	AREA (ha)	Area (%)
JUVAL	Río Juval Alto	4849,2	11,4
	Río Juval Bajo	9201,1	21,5
	Río Juval Medio	6227,6	14,6
	Río Pomacocho	7256,3	17,0
	Río Saucay-Río Tamusay	9075,8	21,2
	Río Timbuyacu	6112,2	14,3
TOTAL		42722,3	100,0

⁵⁰Dr. HEREDIA, Edison, Análisis de Contexto para la Gestión Integrada del Agua en Ecuador; Octubre, 2005.

La micro cuenca del Río Saucay- Río Tamuscay es la segunda con mayor extensión 21, 2% del área total de la sub cuenca a la que pertenece, antecedida por la micro cuenca del Río Juval con 21,5%, a continuación se presenta el Mapa de Ubicación de las micro cuencas del Río Juval.

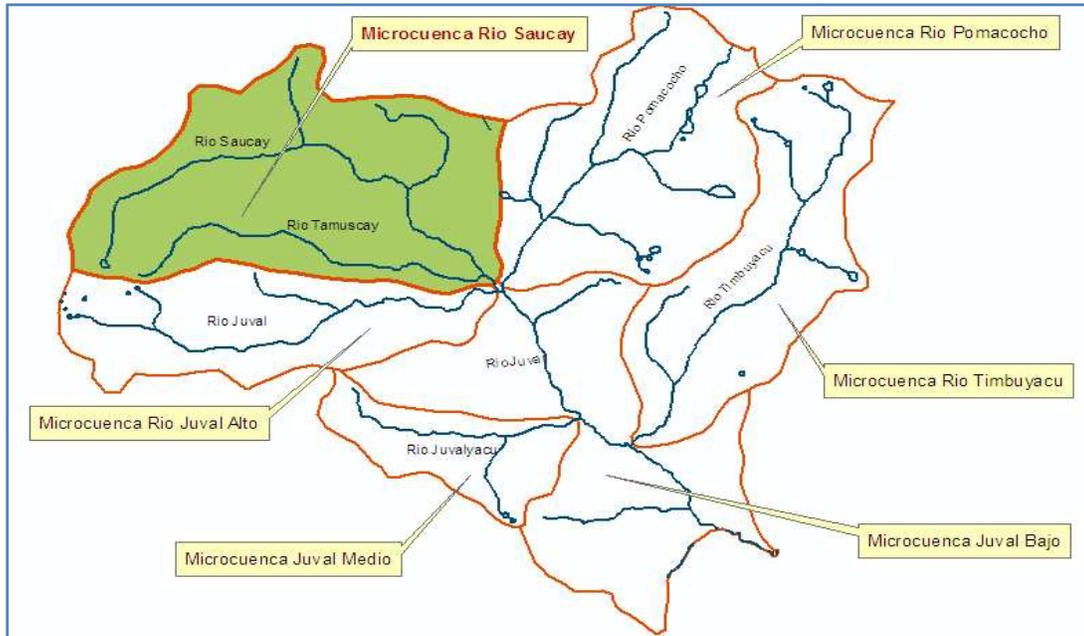


FIG. 3.8: Mapa con la Ubicación de las Micro cuencas

3.3.5.3 Análisis Local

El inventario permitió definir y cuantificar los recursos hídricos como: ríos, quebradas, y lagunas que se encuentran dentro de la micro cuenca del Río Saucay. Este inventario se realizó con la ayuda de un navegador GPS, cinta métrica, molino para aforar los cauces.

Además se determinó la localización geográfica más adecuada para realizar la medición de caudales. Ver FIG. 3.8

➤ **Medición de Caudales**

El aforo de una corriente de agua es la medida del caudal circulante que pasa por una sección en un momento determinado y se lo establece mediante la Ec. 3.6.

$$Q = v \cdot S \text{ Ec.:3.6}$$

Donde:

v = Velocidad de la corriente

S = La sección que es atravesada por la corriente.

El método de aforo utilizado para la medición de caudales en la zona se lo realizó mediante unos aparatos denominados molinetes; constituidos por una hélice o aspa que gira en función de la velocidad del agua. La velocidad lineal del agua queda entonces en función del número de vueltas dividido por el tiempo, cociente que se mide mediante un dispositivo contador electrónico. La ecuación que relaciona el número de vueltas con la velocidad es:

$$v = a \cdot n + b \qquad \text{Ec. 3.7}$$

Donde a y b son constantes del aparato y n es el número de vueltas partido por el tiempo. La sección total de un cauce se divide en pequeñas secciones y de cada una de ellas se obtiene una v_i , de forma que $Q = v_i \cdot S_i$

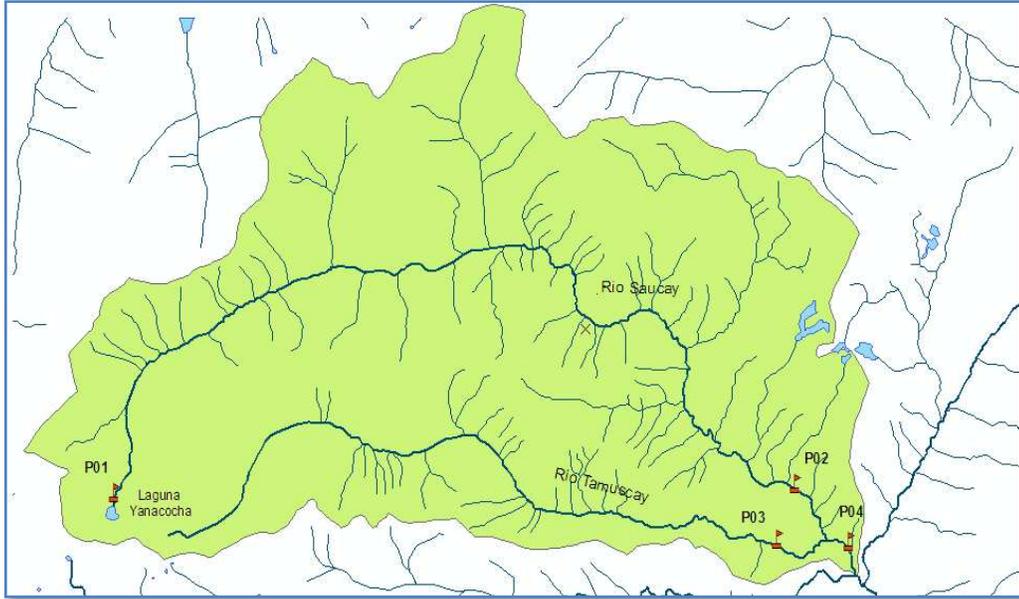


FIG 3.9: Ubicación de Puntos de Aforo en la micro cuenca del Rio Saucay

Dentro del área de la micro cuenca del Rio Saucay se ha definido los cuerpos de agua más importantes de la micro cuenca:

LUGAR: Laguna Yanacocha (cerro PatiaPatia)(Ver Fotos 3.17-3.18)

GEORREFERENCIACIÓN:

COORDENADAS UTM WGS 84			ALTURA
CODIGO	X	Y	
P01	746799	9735949	4152

CAUDAL:

	unidad		
Caudal	m ³ /s		0,029



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3.17: Laguna Yanacocha

Fecha: 26 septiembre de 2010



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3.18: Punto de Aforo de la Laguna Yanacocha

Fecha: 26 septiembre de 2010

LUGAR: Río Saucay. Foto 3.19

GEORREFERENCIACIÓN:

COORDENADAS UTM WGS 84			ALTURA
CODIGO	X	Y	
P02	757127	9736808	3464

CAUDAL:

	Unidad		
Caudal	m ³ /s		1,38



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3.19: Medición de Caudal Rio Saucay

Fecha: 23 enero de 2011

LUGAR: Río Tamusca. Foto 3.20

GEORREFERENCIACIÓN:

COORDENADAS UTM WGS 84			ALTURA
CODIGO	X	Y	
P03	759098	9735737	3189

CAUDAL:

	Unidad	
Caudal	m ³ /s	0,40



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3.20: Medición de Caudal Rio Tamusca

Fecha: 23 enero de 2011

LUGAR: Río Saucay unión Río Tamuscay

GEORREFERENCIACIÓN:

COORDENADAS UTM WGS 84			ALTURA
CODIGO	X	Y	
P04	759816	9734269	3122

CAUDAL:

	Unidad		
Caudal	m ³ /s		1,6

3.2.6 CALIDAD DE AGUA

Tanto la calidad como la cantidad son aspectos del agua que aseguran determinado uso. La calidad es representada por características intrínsecas generalmente medibles de naturaleza física, química y biológica. Esas características son mantenidas dentro de ciertos límites que viabilizan determinado uso. Estos límites constituyen los criterios y recomendaciones o normas legales de la calidad del agua. Los límites no permanecen estáticos a lo largo del tiempo, por lo contrario es preciso actualizarlos de acuerdo a los objetivos, la tecnología y las condiciones económicas de la sociedad. Las exigencias de la salud pública son prioritarias y tienen menor flexibilidad en términos de afrontar los límites establecidos.

- **Normativa ecuatoriana**

El análisis de calidad de agua se realiza comparando los parámetros obtenidos con los Criterios de calidad admisibles para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías, de acuerdo a la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI, Anexo1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

- **Macro invertebrado como indicadores de calidad de agua⁵¹**

Los macro invertebrados acuáticos son organismos que se pueden ver a simple vista. Se llaman macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados porque no tienen huesos, y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas. Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación.

⁵¹ROLDÁN.“Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia”. 1996

- **Índice de Calidad del Agua (ICA)⁵²**

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes, siendo diseñado en 1970, y puede ser usado para medir los cambios en la calidad del agua en los ríos a través del tiempo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no.

Para la determinación del “ICA” intervienen 9 parámetros los cuales son: Coliformes fecales, Potencial Hidrógeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días, Nitratos, Fosfatos, Variación de temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos totales y Oxígeno Disuelto.

3.2.6.1 Metodología

a) Elección de los Puntos de Muestreo

Para elegir los puntos de muestreo es necesario analizar la zona de estudio y los afluentes que conforman el sistema hídrico estudiado, de la misma manera cualquier posible influencia antrópica que se presente y que podría causar alteraciones en el parámetro estudiado que es la Calidad del Agua.

Los puntos a ser muestreados pueden ser de tres diferentes tipos que son los que se detallan a continuación.

- ✓ **Puntos de muestreo aguas arriba o iniciales:** estos se encuentran a la salida de las lagunas o en la formación de los ríos, de esta forma se evidenciará el estado de la calidad del agua en el inicio.

⁵² SERVICIO NACIONAL DE ESTUDIOS TERRIOTORIALES, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. “Índice de Calidad del Agua General ICA”, El Salvador

- ✓ **Puntos de muestreo intermedios:** se determinan estos cuando a lo largo del trayecto se identifican actividades antrópicas que pueden variar la calidad del agua de forma significativa.

- ✓ **Puntos de muestreo finales:** se determinan estos puntos antes de la desembocadura de la masa de agua a otro cuerpo más grande.

Otra característica principal para determinar los sitios de muestreo es la accesibilidad, por lo que una vez realizada la caracterización del sector se identificarán lugares significativos para la realización de los estudios.

b) Georeferenciación

Esta sirve para tener determinados los puntos de muestreo en coordenadas UTM Universal Transversa de Mercator, los mismos que serán subidos al Sistema de Información Geográfica (SIG), además permite a los investigadores realizar validaciones de los estudios realizados a través del tiempo.

c) Análisis de parámetros “in Situ”

Para obtener resultados precisos es necesario realizar los análisis, con equipos calibrados para el efecto, para el caso de estudio se determinaron los siguientes parámetros in situ:

- Oxígeno Disuelto
- Temperatura del Agua
- Conductividad / Sólidos Disueltos Totales
- Potencial hidrógeno (pH)
- Temperatura

Como parte del trabajo de campo también se efectuó la recolección de muestras en el agua de los ríos, con el fin de en laboratorio determinar la presencia de macro invertebrados en ella.

d) Análisis de Macro invertebrados

Existen muchos métodos de recolección de macro invertebrados en los ríos y lagunas que varían de acuerdo a las condiciones del río o laguna y los objetivos del estudio. Para el presente sistema de monitoreo utilizaremos el muestreo con una red tipo D-net. La red D-net permite coleccionar en el lecho del río y además en las zonas con vegetación. La red posee un mango que permite mover la red en los diferentes hábitats del río.

En el sitio establecido para el monitoreo efectuar una colección multi-hábitat en el lecho del río o laguna.

Efectuar la colección durante unos 5 minutos en cada punto de muestreo a lo ancho del río usando una red D-net. Repetir esto al menos 2 veces en cada sitio. (Ver Foto 3.21).

Colocar la muestra en un frasco plástico, y llenar con alcohol etílico al 70%.

Colocar una etiqueta al interior del frasco escrita con marcador permanente o con lápiz.

Etiquetar el frasco en el exterior con un marcador permanente, colocando el nombre del sitio, y la fecha de muestreo.

e) Análisis de Laboratorio

Los parámetros detallados a continuación fueron analizados en el laboratorio después de la recolección de muestras en el campo, y son:

- ✓ Coliformes Fecales
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días
- ✓ Identificación de macro invertebrados.

Para la identificación de los macro invertebrados acuáticos en el laboratorio se utilizará la “Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia” de Roldán (1996).

Sacar la muestra colectada en el campo. y lavarla con agua corriente utilizando un cernidor muy fino. Colocar la muestra lavada en una bandeja blanca de separación de macro invertebrados. Separar todos los invertebrados en un frasco con que contenga alcohol etílico al 70%.

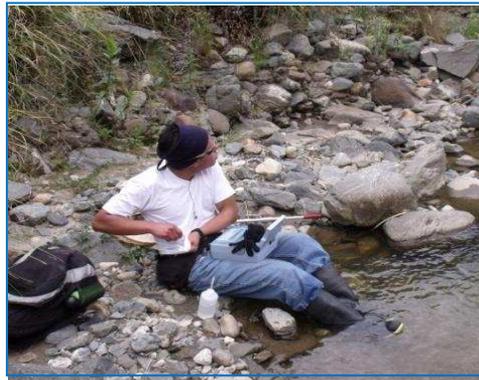
Una vez limpia y separada cada muestra, identificar los macro invertebrados utilizando la guía de identificación de Roldán (1996). Se realiza los cálculos de los índices de calidad de agua, según el BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System), el cual es un índice de monitoreo de calidad del agua en base a macro invertebrados como indicadores biológicos. Y se realizó la calificación según el Índice ASPT (Average Score per Taxon) que es la puntuación BMWP de la muestra, dividida por el número de familias que contribuyeron a la puntuación BMWP de la muestra.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO.3.21: *Recolección macro invertebrados.*

Fecha: *23 enero de 2011*



Autores: Bastidas & Terán

FOTO.3.22: *Medición de Parámetros in situ. Personal UNACH*

Fecha: *23 enero de 2011*

f) Cálculos

Se efectuaron en gabinete cálculos enfocados a la determinación del Índice de Calidad del Agua.

Para la determinación del Índice de Calidad del Agua intervienen 9 parámetros los cuales son: Coliformes fecales, pH, DBO₅, Nitratos, Fosfatos, Variación de temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos totales y Oxígeno Disuelto.

Y se usa la siguiente fórmula:

$$ICA = \frac{K \cdot \sum C_i \cdot P_i}{\sum P_i}$$

Ec.3.8

Donde:

C_i: Calidad del parámetro en función de su concentración. Los niveles de Calidad de Agua tuvieron un rango de 0 a 100 que fueron localizadas en las ordenadas y los diferentes niveles de las variables en las abscisas.

Estas curvas son conocidas como “Relaciones Funcionales” o “Curvas de Función”⁵³

P_i: Pesos específicos asignados a los parámetros, cuya sumatoria es 1.

K: Constante que toma los siguientes valores:

1,00 para aguas claras sin aparentes contaminación

0,75 para aguas con ligero color, espumas, ligera turbidez aparente no natural

0,50 para aguas con apariencia de estar contaminada y fuerte olor

0,25 para aguas negras que presentan fermentaciones y olores.

Finalmente el Índice de Calidad del Agua que arroja la ecuación 13 es un número entre 0 y 100 que califica la calidad, y en función del uso del agua, permite estimar el nivel de contaminación.

⁵³ OTT, 1978; BROWN et al., 1970

Los rangos usados para dicha calificación difieren según el uso y asociados al valor numérico se han definido seis rangos de estado de calidad de agua:

- (E): Excelente
- (A): Aceptable
- (LC): Levemente contaminada,
- (C): Contaminada,
- (FC): Fuertemente contaminada, y
- (EC): Excesivamente contaminada.

3.2.6.2 Resultados

a) ELECCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

En la micro cuenca del río Saucay se realizaron toma de muestras agua arriba en la laguna que da origen a dicho río y puntos de muestreo finales, en la confluencia del río Saucay con otros caudalosos ríos, los cuales de la misma manera fueron analizados. Se escogieron pocos puntos de muestreo y análisis por el hecho de que es una micro cuenca poco intervenida por el hombre y por ende existen pocos focos de contaminación en ella. (Ver FIG 3.10)

Se escogió los puntos de muestreo, el primero en la naciente de la micro cuenca precisamente en la Laguna Yanacocha de donde nace el río Saucay; los otros dos puntos de muestreo se localizan en la zona baja de la micro cuenca uno en el río Saucay y otro en el río Tamusay antes de que estos dos se junten, para evaluar la calidad del agua una vez que esta haya recorrido toda la micro cuenca. (Ver FIG 3.10, coordenadas de los puntos de muestreo).

b) GEOREFERENCIACIÓN

Se georeferenció cada uno de los puntos de muestreo del presente estudio con la ayuda de un GPS navegador Magellan en coordenadas Universal Transversa de Mercator-WGS84.

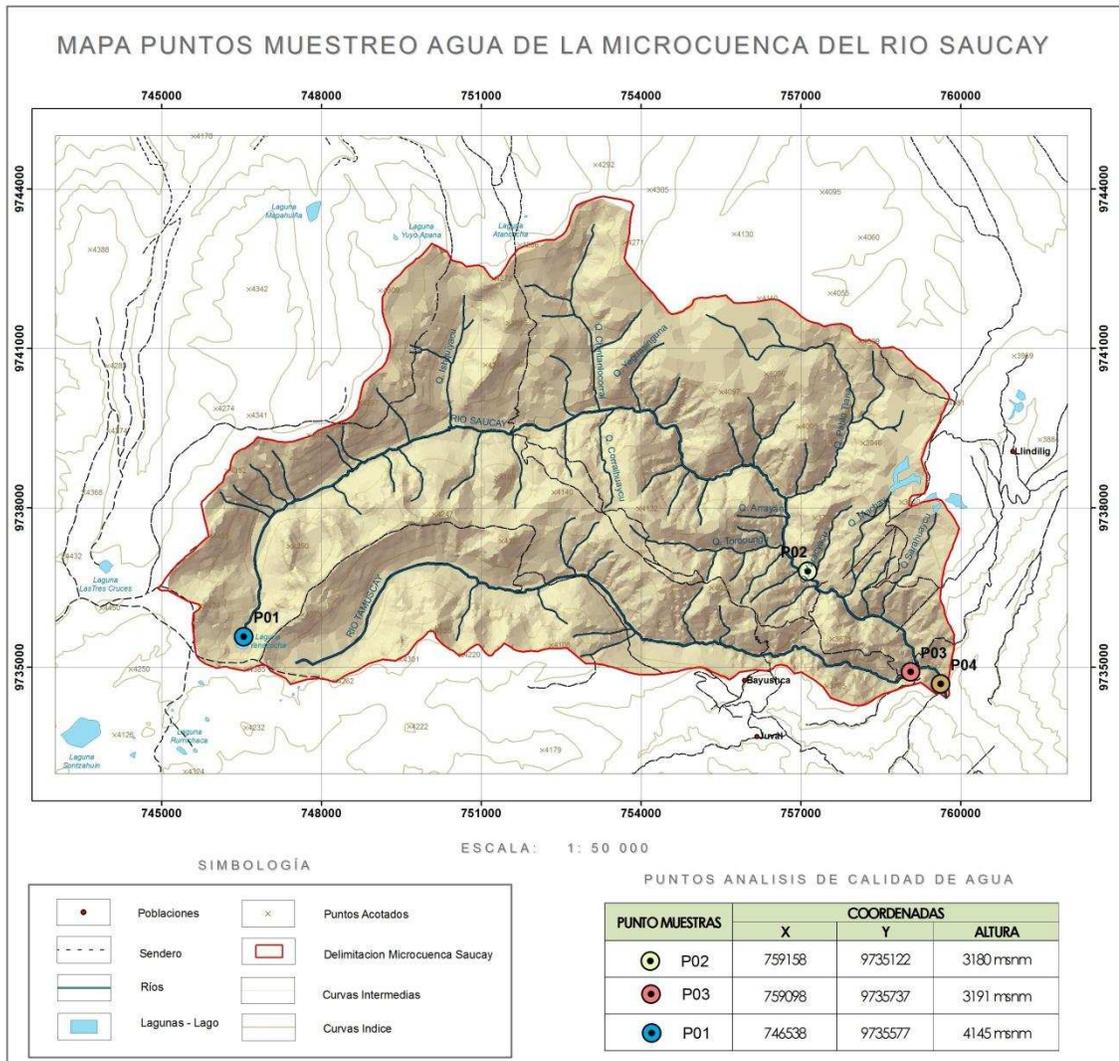


FIG. 3. 10: Ubicación puntos de toma de muestras para el análisis de Calidad de Agua, macro invertebrados, sedimentos y parámetros in situ

c) MACRO INVERTEBRADOS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS

Los datos que se detallan a continuación fueron realizados en coordinación con el personal técnico⁵⁴ de la Universidad Nacional de Chimborazo en el laboratorio de Servicios Ambientales de dicha institución y en calidad de Auspiciante del presente estudio.

Se identificó el orden, familia, género, nombre común de los macro invertebrados presentes en las muestras y se dio un puntaje a cada uno de ellos según la tabla de ponderación de ALVAREZ 2006.

Tabla 3.18: Puntos asignados a las diferentes familias de macro invertebrados acuáticos para la obtención del BMWP/col (Modificado de ROLDAN, 2003 por ALVAREZ, 2006)

Familias				Puntos
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae,	Ptilodactylidae, Chordodidae, Gripopterygidae	Lampyridae, Odontoceridae, Perlidae	Polymitarcyidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Coryphoridae, Ephemeridae, Euthyplociidae,	Gomphidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae	Limnephilidae, Oligoneuriidae, Philopotamidae	Platystictidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae	9
Atyidae, Calamoceratidae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydraenidae,	Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Lymnaeidae, Naucoridae	Palaemonidae, Planorbidae (cuando es dominante Biomphalaria)	Pseudothelpusidae, Saldidae, Sialidae, Sphaeriidae	8
Ancylidae, Baetidae, Calopterygidae, Coenagrionidae,	Dicteriadidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae	Hydrobiidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Lestidae	Pyrallidae, Simuliidae, Veliidae	7
Aeshnidae, Ampullariidae, Caenidae, Corydalidae,	Dryopidae, Dugesiidae, Elmidae, Hyriidae	Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae	Mycetopodidae, Pleidae, Staphylinidae	6
Ceratopogonidae, Corixidae, Gelastocoridae,	Glossiphoniidae, Gyrinidae, Libellulidae	Mesovelidae, Nepidae, Notonectidae	Tabanidae, Thiaridae	5
Belostomatidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Ephydriidae,	Haliplidae, Hydriidae, Muscidae	Scirtidae, Empididae, Dolichopodidae	Hydrometridae, Noteridae, Sciomyzidae	4
Chaoboridae, Cyclobdellidae,	Hydrophilidae (larvas)	Physidae, Stratiomyidae	Tipulidae	3
Chironomidae (cuando no es la familia dominante, si domina es 1)		Culicidae, Psychodidae	Syrphidae	2
Tubificidae				1

⁵⁴Realización Ing. Patricio Santillán Responsables: Ing. Benito Mendoza, Dr. Juan Carlos Lara, Dr. Mario Ruiz UNACH.

Posteriormente se hizo una sumatoria y se evaluó la calidad del agua según la tabla que se presenta a continuación en la tabla 3.19:

Tabla 3.19: Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al BMWP / Col y ASPT (Álvarez 2006)

CLASE	CALIDAD	VALOR DE ASPT	SIGNIFICADO
I	Buena	>9-10	Aguas muy limpias
		>8-9	Aguas no contaminadas
II	Aceptable	>6,5-8	Aguas moderadamente contaminadas
III	Dudosa	>4,5-6,5	Ligeramente contaminadas: Se evidencian efectos de contaminación
IV	Crítica	>3- 4,5	Aguas muy contaminadas
V	Muy Crítica	1-3	Aguas fuertemente contaminadas. Situación crítica

FUENTE: Escuela de Ingeniería de Antioquia Medellín Colombia.

Revista EIA, ISSN 17-941237, Numero 9, Julio 2008.

Tabla 3.20: Análisis de presencia de macro invertebrados en el Río Saucay

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	BMWP/ Col ⁵⁵	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS ⁵⁶
Díptera	Chironomidae y sub familia Chironominae		2	Larvas De Moscas	Es una familia muy extensa, difícil y poco conocida. Características morfológicas: placa para labial presente, segmentos del cuerpo sin cerdas. Hábitat: Aguas Lónticas y Lénticas, en fango y arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas Mesoetróficas.
Díptera	Tipulidae	Hexatoma	3	Larvas De Moscas	Características morfológicas: 12 a 15 mm; lóbulos laterales del disco espiracular alargados, traspasados por cerdas endurecidas. Hábitat: Aguas lónticas, en márgenes arenosos de arroyos. Indicadores: aguas meso tróficas – eutróficas.
Ephemero ptera	Baetidae	Baetis	7	Moscas de Mayo	Características Morfológicas: 5-8 mm, agallas de 1 a 7 seg. Abdominales, uñas con 10 a 20 dientecillos; color amarillo parduzco. Hábitat: Aguas rápidas, debajo de troncos, rocas, hojas y adheridos a vegetación sumergida. Indicadores de aguas limpias.
Trichoptera	Leptoceridae	Atanatolica	8	Casas solo de material mineral	Antena de longitud normal, a veces no visible o ausente. Patas posteriores un poco mayores que los otros pares. Construyen casas solo de material mineral.
Coleoptera	Ptilodactilidae	Anchitarsus	10	Escarabajo	Características Morfológicas: 3 a 15 mm. Son convexos, alargados, ovalados, color rojo ladrillo, antenas filiformes, presentan pubescencia sobre sus cuerpos.

⁵⁵ Modificado de ROLDAN, 2003, por ALVAREZ, 2006

⁵⁶ ROLDÁN. "Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia" ,1996

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	BMWP/C ol ⁵⁷	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS ⁵⁸
Haplotaxida	Aelosomatidae	aelosoma	1	Lombrices acuaticas	Viven en aguas eutrofizadas, sobre fondo fangoso y gran cantidad de detritus. Se alimentan de plantas y animales en descomposición.
Trichoptera	Calamoceratidae	Phylloicus	10	Casa de hojas	Labrum con menor número de setas a lo largo de la parte central. Pronoto con lóbulos antero laterales no tan salientes. Construyen casas portátiles de diferentes materiales forma y tamaño
Coleoptera	Elmidae	Disersus	6	Escarabajo	De aguas lónticas, ocasionalmente en lagunas y charcas. Algunos adultos viven en la interface aire agua. En medios de corrientes moderadas se adhieren a rocas, gravas, troncos y hojas en descomposición, en materiales limosos y vegetación sumergida. Se encuentran en aguas poco profundas. Son colectores, herbívoros y detritívoros.
Trichoptera	Philopotamilidae	Chimarra	9		Labrum esclerotizado semicircular o redondeado.
Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria	10	Moscas de piedra	Las ninfas de los plecópteros viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Abundantes en riachuelos con fondo pedregoso, de corrientes rápidas y muy limpias por lo cual son indicadores de aguas muy limpias.
		TOTAL	66		ASPT = BMWP/ familias=6,6 ASPT RÍO SAUCAY: CALIDAD DE AGUA ACEPTABLE AGUAS MODERADAMENTE CONTAMINADAS

FUENTE: Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH

⁵⁷ Modificado de ROLDAN, 2003, por ALVAREZ, 2006

⁵⁸ ROLDÁN. "Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia" ,1996

Tabla 3.21: Análisis de presencia de macro invertebrados en el Río Tamuscay

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	BMWP /Col ⁵⁹	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS ⁶⁰
Díptera	Chironomidae y sub familia Chironominae		2	Larvas De Moscas	Es una familia muy extensa, difícil y poco conocida. Características morfológicas: placa para labial presente, segmentos del cuerpo sin cerdas. Hábitat: Aguas Lónticas y Lénticas, en fango y arena con abundante materia orgánica en descomposición. Indicadores de aguas Mesoetróficas.
Díptera	Empididae	Hemerodromia	4	Larvas De Moscas	Corrientes lentas en aguas marginales, adheridos a la vegetación. Indicadores de aguas oligomesotróficas.
Ephemero ptera	Baetidae	Baetis	7	Moscas de Mayo	Características Morfológicas: 5-8 mm, agallas de 1 a 7 seg. Abdominales, uñas con 10 a 20 dientecillos; color amarillo parduzco. Hábitat: Aguas rápidas, debajo de troncos, rocas, hojas y adheridos a vegetación sumergida. Indicadores de aguas limpias.
Trichoptera	Philopotamilidae	Chimarra	9		Labrum esclerotizado semicircular o redondeado
Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria	10	Moscas de piedra	Las ninfas de los plecópteros viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Abundantes en riachuelos con fondo pedregoso, de corrientes rápidas y muy limpias por lo cual son indicadores de aguas muy limpias.
		TOTAL	32		ASPT = BMWP/ familias = 6,4 RÍO TAMUSCAY: CALIDAD DE AGUA DUDOSA AGUAS LIGERAMENTE CONTAMINADAS

FUENTE: Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH

⁵⁹ Modificado de ROLDAN, 2003, por ALVAREZ, 2006

⁶⁰ ROLDÁN. "Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia", 1996

Tabla 3.22: Análisis de presencia de macro invertebrados la Laguna Yanacocha

ORDEN	FAMILIA	BMWP/Col ⁶¹	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS ⁶²
Decapoda	Palaeomonidae	8	Camarones de Río	Viven en lagunas lagos aguas estancadas, pozas y charcos, donde el agua es mas correntosa, sobre y debajo de las piedras, se alimentan de otros invertebrados viven en calidad de agua buena.
Trichoptera	Hydroptilidae	8	Casa de piedras en forma recta	Viven en aguas correntosas, limpias y oxigenadas, debajo de piedras troncos y material vegetal, algunas especies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas, en general son buenos indicadores de aguas.
Ephemeroptera	Euthyplocidae	9	Moscas de Mayo o efimeras	Son indicadores de agua de aguas correntosas, limpias y bien oxigenadas se encuentran normalmente adheridas a troncos y rocas, se alimentan de algas y tejidos de plantas acuáticas.
	TOTAL	25		<p>ASPT = BMWP/ familias= 8,33</p> <p>LAGUNA YANACOCHA: CALIDAD DE AGUA BUENA</p> <p>AGUAS NO CONTAMINADAS</p>

FUENTE: Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH

⁶¹ Modificado de ROLDAN, 2003, por ALVAREZ, 2006

⁶² ROLDÁN. "Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia" ,1996

d) PARÁMETROS FÍSICO- QUÍMICOS

Los datos que se detallan a continuación fueron realizados en coordinación con el personal técnico⁶³ de la Universidad Nacional de Chimborazo en el laboratorio de Servicios Ambientales de dicha institución y en calidad de Auspiciante del presente estudio.

Los datos fueron recogidos en campo y posteriormente analizados en laboratorio, en las siguientes fechas: laguna Yanacocha el 26 de septiembre de 2010 y los ríos Saucay y Tamuscay, el 23 de enero de 2011 durante la época de lloviznas en el sector, luego de una larga temporada de lluvias como son la característica de los meses finales del año.

Se comparó los resultados de los parámetros obtenidos en los puntos de muestreo de agua en la micro cuenca del río Saucay, con los límites permisibles según el Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Tabla 3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías.

⁶³ Realización Ing. Patricio Santillán Responsables: Ing. Benito Mendoza, Dr. Juan Carlos Lara, Dr. Mario Ruiz UNACH

Tabla. 3.23: Comparación de datos levantados para los cuerpos de agua con la normativa ecuatoriana (TULAS)

PARÁMETROS	RÍO SAUCAY	RÍO TAMUSCAY	LAGUNA YANACOCCHA	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO TULAS ⁶⁴		OBSERVACIONES
pH	7,92	7,81	8,2	6,5 – 9		Dentro de los límites
Temperatura	12,3	10,9	11,6	Condiciones naturales +3. Máxima 20	°C	Dentro de los límites
Conductividad	185,00	204,00	52	-	μS/cm	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
Turbidez	0,89	1,17	0	Condiciones naturales varía entre 0 y 50%.	NTU	Dentro de los límites
Color	4,00	10,00	128	-	Upt-co	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
Sólidos Totales	120,00	3139,99	-	-	mg/l	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
Sólidos Totales Disueltos	90,70	147,00	-	1000	mg/l	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana

⁶⁴Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI, Anexo1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).
Tabla 3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías.

PARÁMETROS	RÍO SAUCAY	RÍO TAMUSCAY	LAGUNA YANACOCHA	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO TULAS ⁶⁵		OBSERVACIONES
Sólidos suspendidos	3,00	4 00	-	-	mg/l	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
Sulfatos	4,00	3,00	3,00	-	mg/l	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
Fosfatos	0,23	0,26	30	-	mg/l	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
Nitratos	0,01	0,01	-	-	mg/l	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
Nitritos	0,003	0,002	-	-	mg/l	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
OD	8,43	8,38	10,57	No < a 6	mg/l	Dentro de los límites
DBO ₅	1,30	1,60	-	-	mg/l	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
DQO	<1	<1	-	-	mg/l	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana
Coliformes Totales	0,00	0,00	-	-	UFC/ 100 ml	No existe parámetro de comparación en la legislación ecuatoriana

⁶⁵Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI, Anexo1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).
Tabla 3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías.

e) ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)

Tomando los datos recogidos en campo de cada uno de los parámetros necesarios, se ha realizado el cálculo de índice de calidad de agua de los tres cuerpos estudiados los cuales con el río Saucay, el río Tamusay y la laguna Yanacochoa.

Mediante la tabla 3.24 se ha evaluado la calidad de agua dentro de los rangos tomándose como usos del agua del presente estudio dos tipos, uso en pesca y vida acuática y uso en riego agrícola.

Tabla 3.24: Criterios generales para la calificación del índice de calidad del agua.

RANGO ICA	CRITERIOS GENERALES			
	ESTADO	USO: PESCA Y VIDA ACUÁTICA	ESTADO	USO: RIEGO AGRÍCOLA
100	Excelente	Pesca y Vida Acuática Abundante	Excelente	No requiere tratamiento para riego
90			Aceptable	Tratamiento menor para cultivos que requieren de alta calidad
80				
70	Aceptable	Límite para peces muy sensitivos	Levemente contaminada	Utilizable en la mayoría de los cultivos
60	Levemente contaminada	Dudosa la pesca sin riesgo para la salud		
50	Contaminada	Limitada a especies muy resistentes	Contaminada	Tratamiento requerido para la mayoría de cultivos
40	Fuertemente contaminada	Inaceptable para Actividad Pesquera		
30	Excesivamente Contaminada	Inaceptable para Vida Acuática		
20			Excesivamente Contaminada	Inaceptable para riego

FUENTE: LEÓN, Luis, "Índices de Calidad del Agua (ICA), Forma de Estimarlos y Aplicación en la Cuenca Lerma-Chapala" Instituto mexicano de Tecnología del Agua.

Tabla 3.25: Valores necesarios para Calcular el Índice de Calidad del Agua

PARAMETROS	PESOS (Pi)	CALIDAD DEL PARÁMETRO (Ci)		
		RÍO SAUCAY	RÍO TAMUSCAY	LAGUNA YANACocha
COLIFORMES	0,15	100	100	100
PH	0,12	86	84	82
DBO5	0,1	84	86	0
NITRATOS	0,1	99	99	0
FOSFATOS	0,1	99	99	5
TEMPERATURA	0,1	16	20	53
TURBIDEZ	0,08	100	99	0
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	0,08	86	79	0
OXIGENO DISUELTO	0,17	6	6	8

Usando los valores asignados a cada parámetro en la tabla 3.23, se realiza el cálculo, con los valores de $K=1$ y considerando que la sumatoria de los pesos es 1.

Entonces tenemos los siguientes resultados y con su posterior interpretación.

Tabla 3.26: Resultados de ICA para los cuerpos de agua analizados

CUERPO DE AGUA	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA ICA	ESTADO SEGÚN SU USO	
		PESCA Y VIDA ACUÁTICA	RIEGO AGRÍCOLA
RÍO SAUCAY	71,02	<i>Excelente</i>	<i>Aceptable</i>
RÍO TAMUSCAY	70,74	<i>Excelente</i>	<i>Aceptable</i>
LAGUNA YANACocha	66,32	<i>Aceptable</i>	<i>Levemente contaminada</i>

Tabla 3.27: Resumen de resultados de los Índices de Calidad de Agua

COD	NOMBRE	PARÁMETROS TULAS	ÍNDICE ASMT MACRO INVERTEBRADOS	INDICE ICA	
				PESCA Y VIDA ACUATICA	RIEGO AGRÍCOLA
RS1	Río Saucay	Parámetros dentro de los límites permisibles	Calidad de agua Aceptable	Aguas en Excelente estado	Aguas en Estado Aceptable
RT1	Río Tamusay	Parámetros dentro de los límites permisibles	Calidad de agua dudosa	Aguas en Excelente estado	Aguas en estado Aceptable
Laguna	Laguna Yanacocha	Parámetros dentro de los límites permisibles	Calidad de agua buena	Aguas en estado Aceptable	Aguas Levemente contaminadas

3.2.6.3 Discusiones

- Según el análisis realizado para la determinación de presencia de macro invertebrados como indicadores biológicos de calidad del agua, se ha observado que los cuerpos de agua cuentan con una buena calidad ya que al calcular su índice ASPT tenemos que el estado varía entre aguas ligeramente contaminadas y aguas no contaminadas. Podemos observar que el mejor estado del su agua la tiene la laguna Yanacocha que según este método de evaluación presenta una calificación de 8,33 que indica un agua no contaminada. Los ríos Saucay y Tamusay presentan aguas de buena calidad con aguas moderada y ligeramente contaminadas respectivamente, esto debido a que son ríos que están expuestos a factores antrópicos como la agricultura y ganadería principalmente.
- El estudio de macro invertebrados en el país ha sido realizado en varias zonas especialmente en las fuentes de agua potable y embalses cercanos a ciudades, ya que es un procedimiento con bajo costo y demuestran validez y

confiabilidad, como lo demuestra en el presente estudio al compararlo brevemente con las metodologías usadas adicionalmente.

- Desde la perspectiva que nos ofrece la comparación con la normativa ecuatoriana, el agua de los ríos Saucay, Tamusay y la laguna Yanacocha, es un agua que se encuentra en buenas condiciones ya que los parámetros comparados están bajo los límites permisibles apta para la preservación de flora y fauna acuática.
- La dificultad que se presenta al comparar los parámetros medidos en el agua y los parámetros que se presentan en el TULAS, Tabla 3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías, es que en su mayoría no existen parámetros de comparación, esto puede deberse a una falta de planificación al momento de designar los parámetros necesarios de ser tomados en cuenta en el levantamiento de información de campo, por lo tanto se ha podido comparar solo cuatro parámetros físico-químicos potencia Hidrógeno, temperatura, turbidez y oxígeno disuelto, siendo este último de vital importancia en cualquier cuerpo de agua, en este caso los valores superan por mucho el límite mínimo presentado en el TULAS, especialmente la laguna Yanacocha lo cual era de esperarse por ser un cuerpo de agua sin ningún tipo de intervención antrópica.
- El Índice de Calidad del Agua ICA, se ha evaluado desde dos perspectivas en el presente estudio, las cuales son con orientación al uso para pesca y vida acuática y para el uso en el riego agrícola. En estas dos evaluaciones el agua presenta condiciones que varían desde levemente contaminada hasta excelente. La menor calificación la presenta la laguna Yanacocha, en

contradicción a los resultados de los análisis de comparación con las normas que exige el TULAS y en análisis de presencia de macro invertebrados, esto se debe posiblemente a que no se cuenta con todos los datos necesarios para los cálculos del Índice de Calidad del Agua y por ende al final ha arrojado un resultado bajo que califica a este cuerpo de agua como levemente contaminado desde el punto de vista de uso para riego agrícola y aceptable tomando en cuenta el uso para pesca y vida acuática. Los ríos Saucay y Tamuscay presentan condiciones aceptables y excelentes desde los dos puntos de vista, y de esta manera están acorde con la comparación con el TULAS, y su condición según la presencia de macro invertebrados.

3.2.7 SEDIMENTOS

3.2.7.1 Metodología

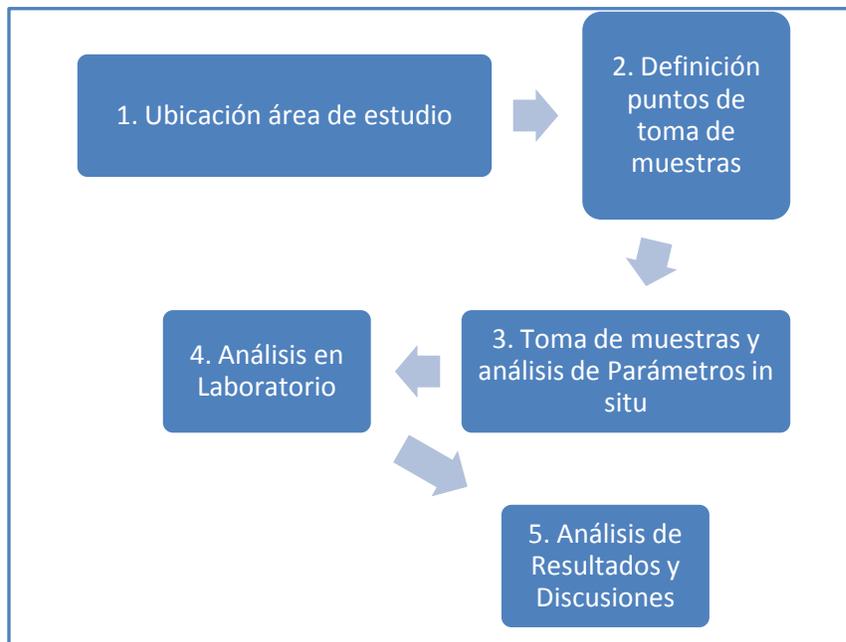


FIG.3.11: Proceso para la Determinación de Metales en Sedimentos

3.2.7.2. Análisis

Los análisis se llevan a cabo con la finalidad de determinar la presencia de Metales en los Sedimentos recolectados en los cuerpos de agua que conforman la micro cuenca del Río Saucay.

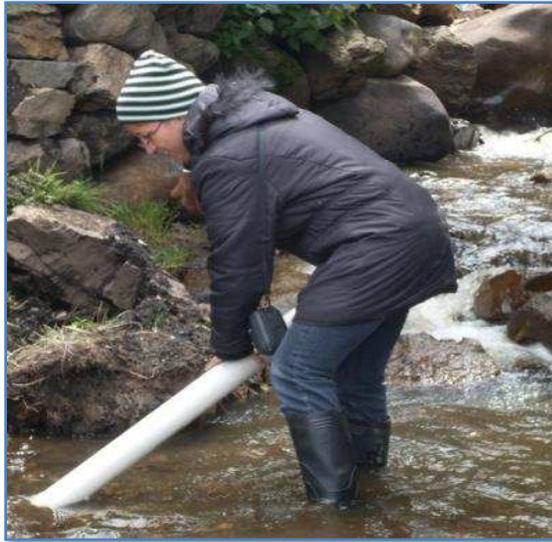
Se recolectó las muestras de sedimentos en los mismos puntos donde se realizó la medición de caudales (Ver FIG. 3.9: Ubicación de Puntos de Aforo en la micro cuenca del Rio Saucay.

a) Toma de Muestras

En los puntos ya designados se procede a recolectar 1 kg de muestra de sedimento. A una profundidad de 5 cm en la ribera del río, se introduce el tubo PVC de 1 m de largo y 1 pulg de diámetro, al sacarlo se deposita el sedimento recogido en un recipiente que permita escurrir el agua sobrante y manualmente desechar las rocas de gran tamaño y material vegetativo; dicho sedimento se deposita, en la cantidad antes especificada, en fundas ziploc, debidamente etiquetadas con la siguiente información:

- ✓ Nombre del Punto de toma de muestra
- ✓ Fecha y hora de realización del muestreo
- ✓ Personal responsable
- ✓ Clima
- ✓ Análisis a realizar

De la misma manera se hace un registro fotográfico en ese instante para posteriores verificaciones.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.23: *Recolección de muestra de sedimento con un tubo PVC*

FECHA: *22 enero de 2011*



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.24: *Colocando la muestra en la funda ziploc*

FECHA: *22 enero de 2011*

Tabla 3. 28: Descripción condiciones del muestreo

PUNTO MUESTREO	DESCRIPCIÓN
RÍO SAUCAY	<p>Fecha de Muestreo: 23 de enero de 2011</p> <p>Hora: 15 h10 min</p> <p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Día nublado-despejado • Sin basura en las riberas del río • La vegetación de las riberas son paja y arbustos • Existen muchas rocas en el recorrido del río
RÍO TAMUSCAY	<p>Fecha de Muestreo: 23 de enero de 2011</p> <p>Hora: 15 h 51 min</p> <p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Día nublado-despejado • Sin basura en las riberas del río • La vegetación de las riberas pasto y arbustos • Existen muchas rocas en el recorrido del río
RÍO JUVAL	<p>Fecha de Muestreo: 24 de enero de 2011</p> <p>Hora: 11 h 34 min</p> <p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Día despejado • Sin basura en las riberas del río • La vegetación de las riberas arbustos <p>Existen muchas rocas en el recorrido del río</p>

b) Análisis de Muestras en Laboratorio

Las muestras son llevadas al laboratorio para realizar el procedimiento según el método 3050 de la EPA que nos indique la cantidad de metales presentes en ellas.

Los metales que se ha analizado en este caso son: **Magnesio, Calcio, Sodio y Potasio**, ya que son los metales que se encuentran comúnmente en la naturaleza y son los responsables de varias características del agua como son la dureza y alcalinidad, cualidades del agua que generan problemas dependiendo del uso que se le vaya a dar.

El presente análisis y de acuerdo a la metodología que hemos empleado, nos brindará resultados a cerca de los iones totales de cada elemento estudiado más no su capacidad de estar “disponibles” en el medio ambiente. Para estudios más profundos se recomienda hacer un estudio usando metodologías q permitan extraer los iones solubles de estos metales e incrementar los metales analizados todo esto de acuerdo a las características geológicas de la zona de estudio.

Dentro del proceso llevado a cabo en laboratorio se desarrollan varias etapas, que se detallan en el esquema a continuación.

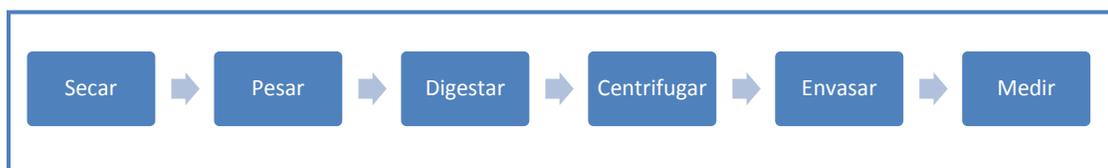


FIG.3.13: Proceso que se da a la muestras de Sedimentos en laboratorio.

FUENTE: Análisis de Suelo y Sedimentos según el Método 3050 (EPA) Revisión 2, Diciembre 2006

- **Secar** la muestra de sedimento por un lapso mínimo de dos horas en la estufa y a una temperatura de 105 °C, se deja enfriar en el desecador por una hora.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.25: Muestra de Sedimento colocado en la estufa (izq).

FOTO. 3.26: Sedimentos en el desecador (der).

FECHA: 08 febrero de 2011

- **Pesaren** la balanza electrónica $0,5g \pm 0,1 g$ de sedimento previamente tamizado.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.27: Tamización de sedimentos (Izq.)

FOTO. 3.28: Pesaje de Sedimentos (der.)

FECHA: 08 febrero de 2011

Los pesos exactos que se obtuvieron en este proceso son:

Río Saucay	0,5304g
Río Tamuscay	0,4414g
Río Juval	0,5037g

- Para realizar el proceso de **Digestión** se coloca el Sedimento en un vaso de precipitación y se añade 15ml de ácido nítrico y 5ml de ácido clorhídrico, para tener un volumen de digestión de 20 ml con una relación de 3 a 1. Cubrir con un vidrio reloj. Se coloca en el digestor por 3 horas a 200 °C, bajo la campana extractora de gases.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.29: *Añadir el Ácido nítrico y Ácido Clorhídrico a la muestra (izq.)*

FOTO. 3.30: *Muestras colocadas en los digestores dentro de la campana extractora (der.)*

FECHA: 08 febrero de 2011

- Se coloca el líquido resultado de la digestión en tubos de polietileno falcom y se afora a 50ml con agua destilada, posteriormente *Centrifugar* por 20 minutos a una velocidad media.



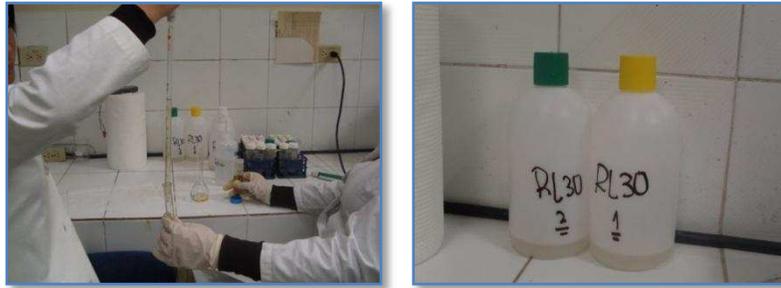
Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.31: *Tubo Falcom con muestra de sedimento colocándose en la centrifugadora (izq.)*

FOTO. 3.32: *Centrifugadora (der.)*

FECHA: 08 febrero de 2011

- Del sobrenadante de la muestra centrifugada se extrae 10ml con la ayuda de una pipeta y se afora en un balón de 100ml, esta mezcla se coloca en recipientes de plástico por duplicado hasta realizar la medición.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.33: Extracción de la muestra con el uso de una pipeta (izq.)

FOTO. 3.34: Muestras por duplicado en recipientes plásticos (der.)

FECHA: 08 febrero de 2011

- La medición se lleva a cabo en el laboratorio de Absorción Atómica, usando el equipo de espectrofotometría marca PERKIN ELMER modelo ANALYST™ 800.

Se realizan estándares para cada metal partiendo de una solución madre en base al compuesto elemental y de acuerdo al "Métodos Estándar para Examinación de Agua y Aguas Residuales".

Se realiza un control de Calidad a través de:

- Control de Blancos: se mide un blanco cada ocho muestras.
- Control de Estándares: Se mide un estándar en el equipo cada ocho muestras



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.35: Equipo de Espectrofotometría Perkin Elmer realizando una medición

FECHA: 08 febrero de 2011

c) Análisis de Resultados de Presencia de Metales (Mg, Ca, Na, K) en los Sedimentos

• MAGNESIO (Mg)

Se realizaron tres estándares para la curva de calibración del equipo, los cuales fueron⁴²:

- 0,10 ppm
- 0,15 ppm
- 0,2 ppm

⁴²Estándares escogidos basándose en el "Método Estándar de Examinación de Aguas y Aguas Residuales" Revisión 2, Diciembre 2006

Obteniéndose un r^2 de 0,991679, mientras este valor más se acerque a 1 la curva de calibración tendrá un mejor ajuste y por ende el equipo arrojará resultados más confiables.

Tabla 3.29: Lectura de resultados de concentración de Magnesio. Dilución 0,5 en 10 ml

MUESTRA	CODIGO	Mg (ppm)	Mg Total (ppm) ⁴³
Río Saucay	RS4	0,646	12,92
Río Tamuscay	RT1	1,120	22,4
Río Juval	RJU	1,014	20,28

En este momento se ha obtenido la concentración del Metal, en este caso Magnesio (Mg) en el sedimento y agua debido al aforamiento realizado. Para el resultado final de Concentración de Mg en Sedimento se realiza el siguiente procedimiento, para cada punto muestreado.

Tabla 3.30: Cálculos de Magnesio en las Muestras de Sedimentos

PUNTO RS4: RIO SAUCAY			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,5304 g	$M_{genSedimento} = 12,92 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,5304 \text{ g}}$ $M_{genSedimento} = 1,218 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	1,218 mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	12,92 mg/L		
PUNTO RT1: RIO TAMUSCAY			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,4414 g	$M_{genSedimento} = 22,4 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,4414 \text{ g}}$ $M_{genSedimento} = 2,537 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	2,537 mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	22,4 mg/L		

⁴³ Todos los resultados son las medias aritméticas

PUNTO RJU: RIO JUVAL			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,5037 g	$M_{genSedimento} = 20,28 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,5037 \text{ g}}$ $M_{genSedimento} = 2,013 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	2,013 mg /g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	20,28 mg/L		

- **CALCIO (Ca)**

Se realizaron tres estándares para la curva de calibración del equipo los cuales fueron⁴⁴:

- 1 ppm
- 2 ppm
- 5 ppm

Obteniéndose un r^2 de 0,982154, mientras este valor más se acerque a 1 la curva de calibración tendrá un mejor ajuste y por ende el equipo arrojará resultados más confiables.

Tabla 3.31: Lectura de resultados de concentración de Calcio. Dilución de 0,5 ml en 10 ml

MUESTRA	CODIGO	Ca (ppm)	Ca Total (ppm) ⁴⁵
Río Saucay	RS4	0,198	3,96
Río Tamuscay	RT1	2,291	45,82
Río Juval	RJU	1,570	31,4

En este momento se ha obtenido la concentración del Metal, en este caso Calcio (Ca) en el sedimento y agua debido al aforamiento realizado.

⁴⁴ Estándares escogidos basándose en el "Método Estándar de Examinación de Aguas y Aguas Residuales" Revisión 2, Diciembre 2006

⁴⁵ Todos los resultados son las medias aritméticas.

Para el resultado final de Concentración de Ca en Sedimento se realiza el siguiente procedimiento, para cada punto muestreado:

TABLA 3.32: Cálculos de Calcio en las Muestras de Sedimentos

PUNTO RS4: RIO SAUCAY			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,5304 g	$Ca_{enSedimento} = 3,96 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,5304 \text{ g}}$ $Ca_{enSedimento} = 0,373 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	0,373 mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	3,96 mg/L		
PUNTO RT1: RIO TAMUSCAY			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,4414 g	$Ca_{enSedimento} = 45,82 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,4414 \text{ g}}$ $Ca_{enSedimento} = 5,190 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	5,190 mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	45,82 mg/L		
PUNTO RJU: RIO JUVAL			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,5037 g	$Ca_{enSedimento} = 31,4 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,5037 \text{ g}}$ $Ca_{enSedimento} = 3,117 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	3,117 mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	31,4 mg/L		

- **SODIO (Na)**

Se realizó una solución madre de 100 ppm de Sodio de la cual se derivaron tres estándares para la curva de calibración del equipo, los cuales fueron⁴⁶:

- 0,5 ppm
- 0,75 ppm
- 1 ppm

⁴⁶Estándares escogidos basándose en el "Método Estándar de Examinación de Aguas y Aguas Residuales"

Obteniéndose un r^2 de 0,988442, mientras este valor más se acerque a 1 la curva de calibración tendrá un mejor ajuste y por ende el equipo arrojará resultados más confiables.

Tabla 3.33: Lectura de resultados de concentración de Sodio. Dilución 0,1 en 10 ml

MUESTRA	CODIGO	Na (ppm)	Na Total (ppm) ⁴⁷
Río Saucay	RS4	1,160	116
Río Tamuscay	RT1	0,259	25,9
Río Juval	RJU	0,205	20,5

En este momento se ha obtenido la concentración del Metal, en este caso Sodio (Na) en el sedimento y agua debido al aforamiento realizado. Para el resultado final de Concentración de Na en Sedimento se realiza el siguiente procedimiento, para cada punto muestreado (Ver tabla 3.34):

Tabla 3.34: Cálculos de Sodio en las Muestras de Sedimentos

PUNTO RS4: RIO SAUCAY			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,5304 g	$Na_{enSedimento} = 116\text{mg/L} * \frac{0,05\text{ L}}{0,5304\text{g}}$ $Na_{enSedimento} = 10,935 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	10,935 mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	116 mg/L		
PUNTO RT1: RIO TAMUSCAY			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,4414 g	$Na_{enSedimento} = 25,9\text{mg/L} * \frac{0,05\text{ L}}{0,4414\text{g}}$ $Na_{enSedimento} = 2,934 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	2,934mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	25,9 mg/L		

⁴⁷Todos los resultados son las medias aritméticas.

PUNTO RJU: RIO JUVAL			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,5037 g	$NaenSedimento = 20,5 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,5037\text{g}}$ $NaenSedimento = 2,035 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	2,035mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	20,5 mg/L		

- **POTASIO (K)**

Se realizó una solución madre de 100 ppm de Potasio de la cual se derivaron tres estándares para la curva de calibración del equipo (absorbancia vs concentración), los cuales fueron⁴⁸:

- 0,5 ppm
- 1 ppm
- 2 ppm

Obteniéndose un r^2 de 0,999123, mientras este valor más se acerque a 1 la curva de calibración tendrá un mejor ajuste y por ende el equipo arrojará resultados más confiables.

Tabla 3.35: Lectura de resultados de concentración de Potasio. Dilución 0,1 en 10 ml

MUESTRA	CODIGO	K (ppm)	K Total (ppm) ⁴⁹
Río Saucay	RS4	0,152	15,2
Río Tamuscay	RT1	0,087	8,7
Río Juval	RJU	0,059	5,9

⁴⁸Estándares escogidos basándose en el "Método Estándar de Examinación de Aguas y Aguas Residuales"

⁴⁹Todos los resultados son las medias aritméticas.

En este momento se ha obtenido la concentración del Metal, en este caso Potasio (K) en el sedimento y agua debido al aforamiento realizado. Para el resultado final de Concentración de K en Sedimento se realiza el siguiente procedimiento, para cada punto muestreado.

Tabla 3.36: Cálculos de Potasio en las Muestras de Sedimentos

PUNTO RS4: RIO SAUCAY			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,5304 g	$K_{enSedimento} = 15,2 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,5304 \text{ g}}$ $K_{enSedimento} = 1,433 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	1,433 mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	15,2 mg/L		
PUNTO RT1: RIO TAMUSCAY			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,4414 g	$K_{enSedimento} = 8,7 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,4414 \text{ g}}$ $K_{enSedimento} = 0,985 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	0,985mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	8,7 mg/L		
PUNTO RJU: RIO JUVAL			
DATOS		CALCULOS	RESULTADOS
Peso Muestra:	0,5037 g	$K_{enSedimento} = 5,9 \text{ mg/L} * \frac{0,05 \text{ L}}{0,5037 \text{ g}}$ $K_{enSedimento} = 0,586 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$	0,586mg / g Suelo
Aforo:	0,05 L		
Concentración:	5,9 mg/L		

3.2.7.3 Discusiones y Resultados

Tabla 3.37: Resultados Totales de Mg, Ca, Na y K en las Muestras de Sedimentos

MUESTRA	CODIGO	Magnesio Mg	Calcio Ca	Sodio Na	Potasio K
		mg/g	mg/g	mg/g	mg/g
Río Saucay	RS4	1,218	0,373	10,935	1,433
Río Tamuscay	RT1	2,537	5,190	2,934	0,985
Río Juval	RJU	2,013	3,117	2,035	0,586

- En el río de mayor importancia para nuestro estudio, los resultados muestran la mayor medida del metal Sodio con un valor de 10,935 mg/g, en comparación con los dos restantes cuerpos de agua que son el río Tamuscay y el Juval que poseen menores cantidades respectivamente pero relativamente semejantes y que no sobrepasan los 3 mg/g de Sodio. La alta cantidad de Sodio encontrado en los sedimentos del río Saucay puede provenir principalmente de sales aportadas por fertilizantes a base de nitrato de sodio, el cloruro de sodio o el nitrato sódico potásico lixiviados al cuerpo de agua y posteriormente al sedimento, ya que el punto de muestreo está rodeado de un área agrícola que se presenta a riberas del río.
- El río Tamuscay en cambio nos muestra en sus sedimentos una alta concentración del metal Calcio 5,19 mg/g, la mayor de los tres cuerpos de agua analizados, contrastando con el río Saucay, donde sus sedimentos mostraron apenas un 0,373 mg/g de Calcio presente. De igual manera el agua de estos ríos presenta alcalinidad media lo cual nos puede explicar la presencia de calcio en los sedimentos y además que se trata de suelos

paramales con altos contenidos de arcilla lo cual explica el contenido de calcio en mayor o menor cantidad.

- El Magnesio presente en los tres cuerpos de agua estudiados y en sus respectivos sedimentos se encuentra en proporciones bajas que no superan los 3mg/g, la mayor cantidad se encuentra en los sedimentos del río Tamuscay, esto se debe principalmente a que la región es muy lluviosa y poco árida lo cual marca la baja presencia de magnesio en el suelo, por ser esta la causa de su escurrimiento hacia los cuerpos de agua y en pequeñas proporciones del asentamiento hacia los sedimentos.
- El Potasio se encuentra en bajas cantidades en los cuerpos de agua y sus sedimentos, el río Saucay es donde en mayor cantidad se presenta siendo esta de 1,433 mg/g.
- El presente estudio es un precedente para posteriores trabajos de mayor profundidad, que pueden ser de disponibilidad de los metales y estudios con metales que no se han considerado en el presente, ya que la zona y la hidrología del sector no cuentan con estudios que muestren su calidad real y mucho menos la contaminación por metales que poseen el agua y sus sedimentos.

3.2.8 PAISAJE

3.2.8.1 Metodología

Para hacer un análisis sistemático e interpretativo del paisaje, se debe poner en práctica varias metodologías de la ciencia del paisaje y adaptarse al lugar o región de estudio, mediante los siguientes pasos:

a) Análisis general de la morfología del relieve

Se debe realizar por medio de modelos de elevación e interpretación de este por medio de unidades geológicas y geomorfológicas.

La planificación con esta herramienta permite explotar las vistas evitando taludes muy fuertes, identificar zonas de posible inestabilidad y restricciones de leyes ambientales, esto permite un análisis del paisaje y evitar las pendientes mayores de 30%, ya que cualquier proyecto realizado en estas zonas estaría expuesto a fuertes inclemencias ambientales.

b) Análisis paisajístico por medio de Uso del Suelo

El uso del suelo es la variable más importante en el análisis de calidad de paisaje. Usando el Mapa de Uso de Suelo se puede realizar un análisis multivariable de los elementos físicos, bióticos y antrópicos, extraídos del paisaje.

c) Cuenca Visual

Se llama cuenca visual a la zona donde es posible visualizar un punto desde varios ángulos o bien la visión de varios puntos desde una zona en particular, creando rayos visuales a diferentes direcciones.

Se realiza en campo tomando fotografías panorámicas que nos muestren aspectos representativos del paisaje, en la cual se analiza factores físicos, bióticos y antrópicos.

El análisis de las cuencas visuales nos permite analizar la Fragilidad Visual del paisaje, que se trata de la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, y se evalúa en base a la siguiente tabla:

Tabla 3.38: Matriz de Fragilidad Paisajística

FACTORES	PESO	CATEGORÍA	PUNTOS	VALOR
Pendiente promedio	5	0-15%	5	25
		15-30 %	4	20
		30-45%	3	15
		45%-60%	2	10
		60% a mas	1	5
Erosión	3	Sin erosión	5	15
		Baja	4	12
		Media	3	9
		Alta	1	3
Suelo	5	Muy fértil	5	25
		Fértil	4	20
		Moderadamente fértil	3	15
		Poco fértil	1	5
Disponibilidad de Agua	3	Ausencia de agua potable	5	15
		Pozo privado	4	12
		Pozo comunal	2	6

FACTORES	PESO	CATEGORÍA	PUNTOS	VALOR
Topografía	5	Altamente ondulado	5	20
		Moderadamente ondulado	4	16
		Ligeramente ondulado	3	12
		Muy poco ondulado	2	8
		Llano	1	4
Cubierta Vegetal	2	Lleno de vegetación natural	5	10
		$\frac{3}{4}$ Cubierta	4	8
		$\frac{1}{2}$ Cubierta	3	6
		$\frac{1}{4}$ Cubierta	2	4
		Sin vegetación natural	1	2
Tipo de terreno	2	Acantilado	5	10
		Pantanosos Alomados	4	8
		Terraza	2	4
		Urbano residencial	1	2
		Sin característica especial	0	0
Hechos visuales y Culturales	2	Playa o acantilado	5	10
		Presencia de algún hecho	3	6
		Sin calidad Visual	1	2
Transporte	3	Carretera lejana	5	15
		Carretera cercana	3	9
		Carretera en la unidad	1	3
Accesibilidad	1	A más de 15km de un poblado	5	5
		De 10 a 15km de un poblado	4	4
		De 5 a 10km de un poblado	3	3
		De 1 a 5km de un poblado	2	2
		En el poblado	1	1

FUENTE: Geógrafo Minor Alvarado Rojas, tomado de M. de Bolos 1992

Tabla 3.39: Clasificación de la Fragilidad Paisajística

Σ Mayor a 138	Muy alto
Σ entre 114 y 138	Alta
Σ entre 91 y 114	Media
Σ entre 67 y 91	Baja
Menor a 67	Muy baja

3.2.8.2. Análisis

A) Análisis General de la Morfología

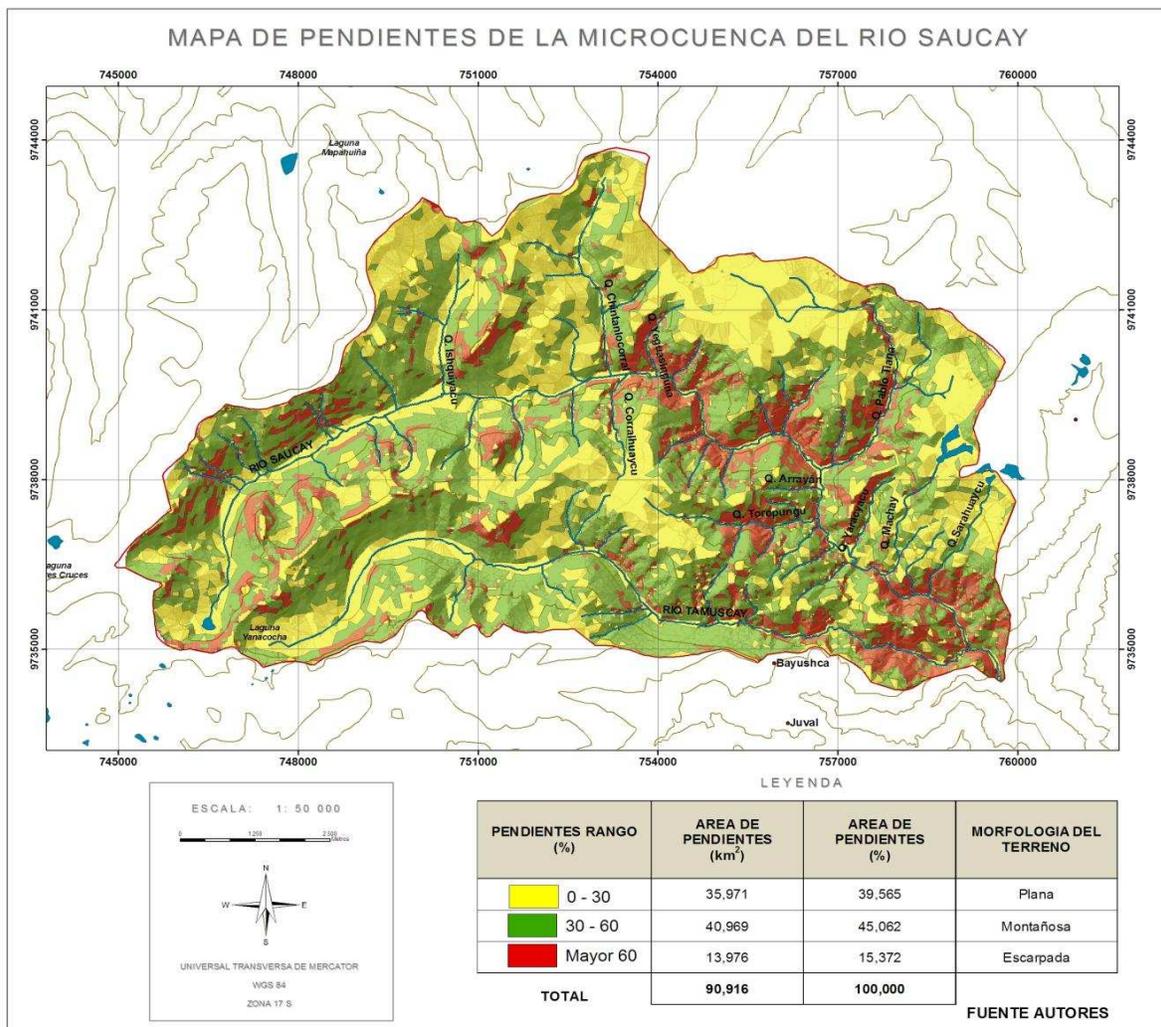


FIG. 3.14: Mapa de Pendientes de la micro cuenca

El área que tiene un rango de pendientes de 0 – 30%, es más susceptible a sufrir daños paisajísticos por actividad humana.

Mientras que el área correspondiente al rango de 30 a 60% y mayor a 60%, que lo constituyen las colinas escarpadas de la zona, lo cual imposibilita afectación por actividad humana pero si por impactos ambientales como la erosión y deslizamientos de tierras.

B) Análisis Paisajístico por Medio de Uso del Suelo

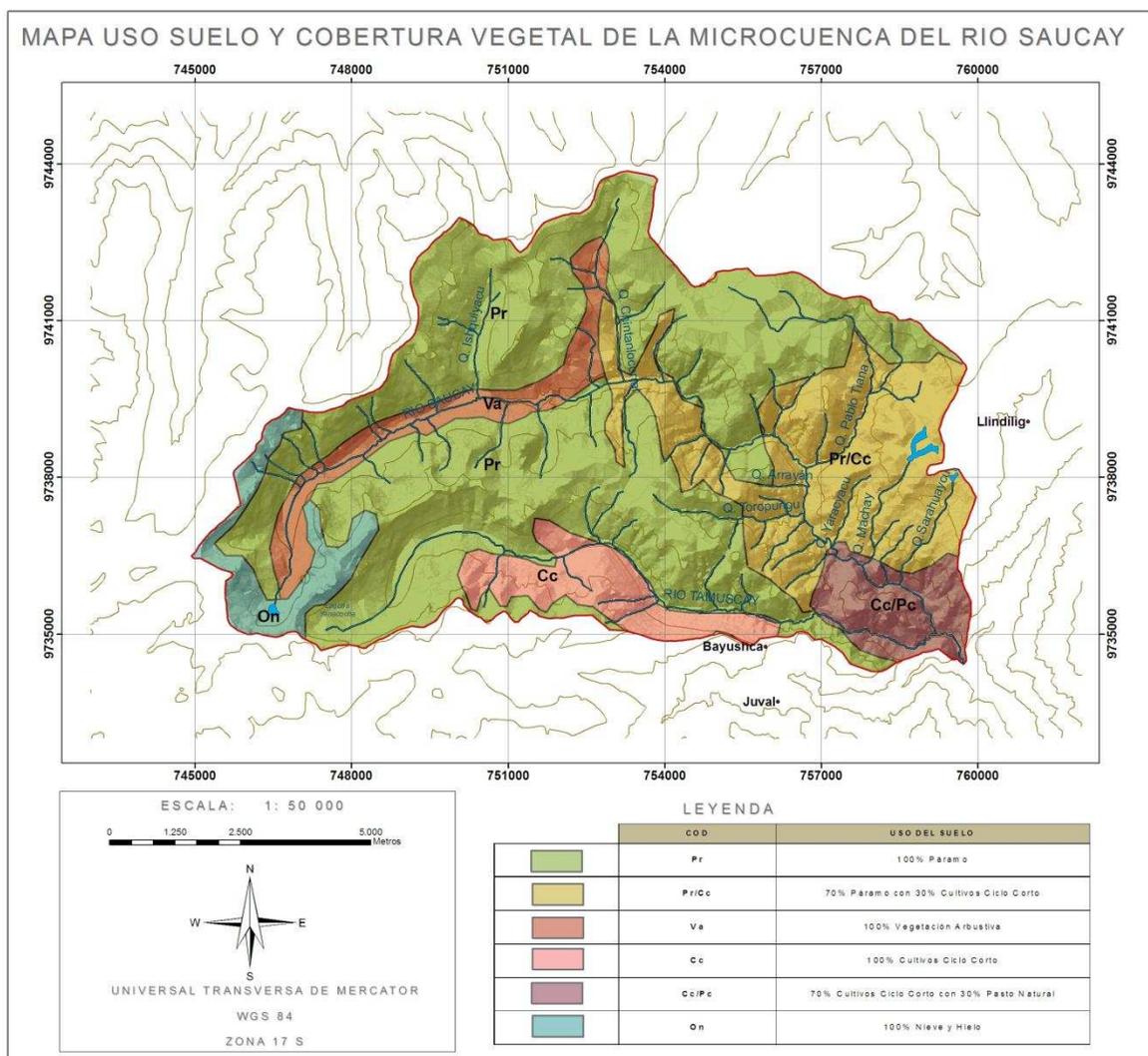


FIG. 3.15: Mapa de Uso del Suelo de la micro cuenca del río Saucay

Tabla 3.40: Uso Actual del Suelo

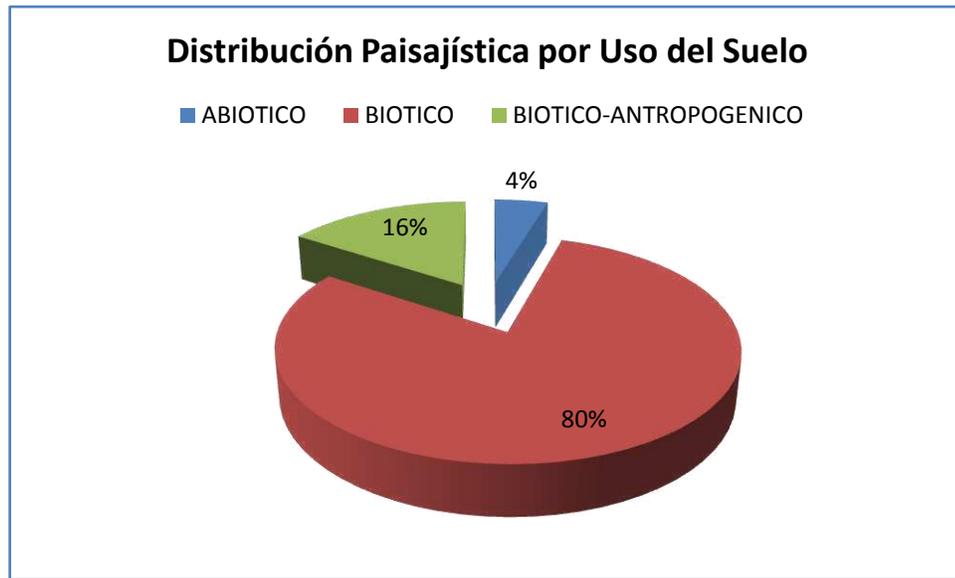
COD	USO DEL SUELO	AREA (KM²)	(%)	OBSERVACIONES
Pr	100% Páramo	52,604	57,732	El más extenso en la zona, son extensiones cubiertas por pajonal de varios géneros.
Pr/Cc	70% Páramo con 30% Cultivos Ciclo Corto	18,588	20,400	Cambio de uso del suelo páramo por cultivos.
Va	100% Vegetación Arbustiva	5,496	6,031	Encontramos principalmente en los alrededores del cauce de los ríos Saucay y Tamuscay.
Cc	100% Cultivos Ciclo Corto	5,363	5,886	Cultivos: arroz, maíz, cebada, papas, habas, mellocos, ocas.
Cc/Pc	70% Cultivos Ciclo Corto con 30% Pasto Natural	4,875	5,350	Pastoreo: vacuno, ovino, mular, equino.
On	100% Nieve y Hielo	4,191	4,600	
	TOTAL	91,117	100,000	

El mapa de Uso del Suelo nos permite determinar la predominancia paisajística según el porcentaje de presencia de los factores Abiótico, Biótico y Antropogénico.

En nuestro caso se ha determinado como Factores Abiótico presentes (**4,191 km²**): Nieve y cuerpos de agua.

De la misma manera los factores bióticos (**72,569 km²**) como: Páramo, Pasto Natural y Vegetación Arbustiva.

Y factores antropogénicos (**14,351 km²**) como son: Pastos Cultivados y Cultivos de Ciclo Corto, o también denominados Factores Bióticos - Antropogénicos ya que son sistemas naturales modificados por el hombre.



GRAF. 3.4: Gráfico de Dominancia Paisajística por Uso del Suelo

Se observa la preponderancia paisajística del Factor Biótico representado por los páramos y vegetación arbustiva nativa de la micro cuenca.

En este caso la metodología indica que de existir cualquier intervención humana en la zona de la micro cuenca, si existe una dominancia biótica, los elementos paisajísticos tendrían un impacto significativo, que se puede sobrellevar con el debido Plan de Manejo.

a) Análisis del Paisaje Usando Cuencas Visuales

En el análisis que se hizo a cada una de las cuencas visuales obtenidas en la micro cuenca del Río Saucay se tomó en cuenta diferentes factores para dar una valoración de la fragilidad del paisaje.

Los factores estudiados fueron:

- **Suelo y Cobertura Vegetal:** Se encontró una riqueza en cobertura vegetal en la zona por lo tanto se califica la fragilidad del paisaje como mayor. Por lo tanto la zona tendría un impacto visual mayor.
- **Pendiente:** En la zona existen pendientes muy pronunciadas entonces se puede concluir que son zonas vulnerables y que poseen una exposición visual mayor, a diferencia de zonas con poca pendiente que tienen la característica de absorber el impacto visual.
- **Forma de la Cuenca Visual:** Las cuencas visuales más alargadas, compactas y mayores, presentan mayor fragilidad visual. En la zona de estudio hemos encontrado que los rayos visuales no son limitados y poseen mucho alcance, por ello la fragilidad visual de la zona es mayor.
- **Altura Relativa:** Los puntos son más frágiles ya que se encuentran en las partes altas de la micro cuenca con respecto a los valles fluviales, y tienden a quedar más expuestos formando más rayos visuales recíprocos.
- **Accesibilidad Visual:** Se puede decir que este factor es limitante ya que no es posible que un punto sea visto desde la carretera, entonces existe menos fragilidad al disminuir la presencia potencial de observadores.

CUENCAS VISUALES DE LA MICROCUENCA DEL RÍO SAUCAY

CODIGO: CV1RS1

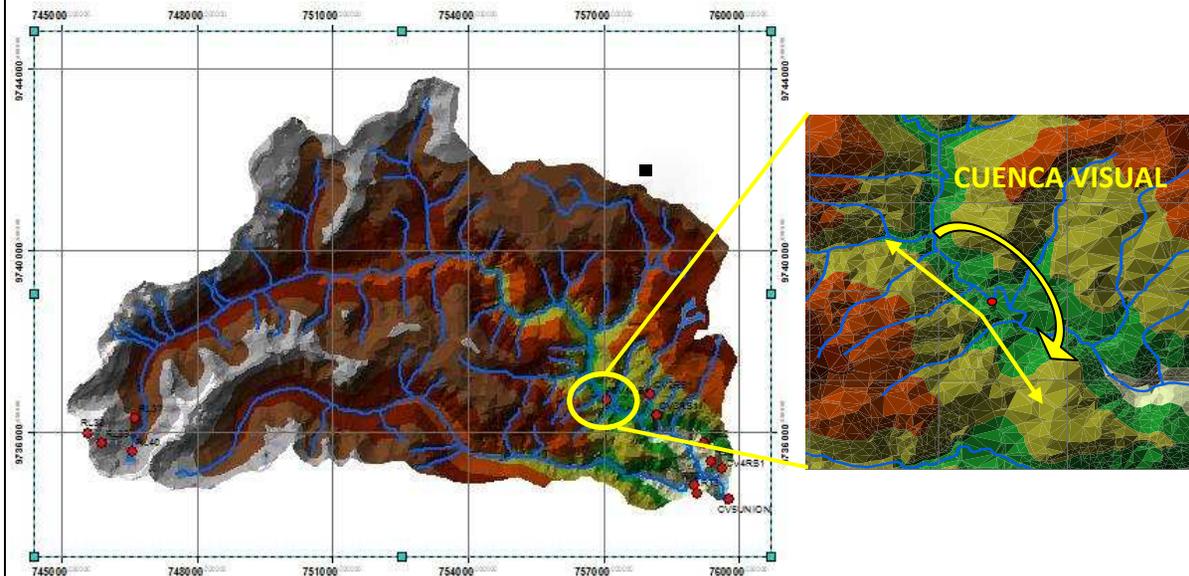
DESCRIPCION: Cuenca Visual del Río Saucay



OBSERVACIONES

- Existe erosión
- Aporte de sedimentos al río
- Deslizamientos
- Aguas arriba paramo y aguas abajo existe reforestación de las riveras con pinos.
- Hay evidencia de incendios para ampliar la frontera agrícola.

UBICACIÓN EN LA MICROCUENCA



CODIGO: CV2RS2

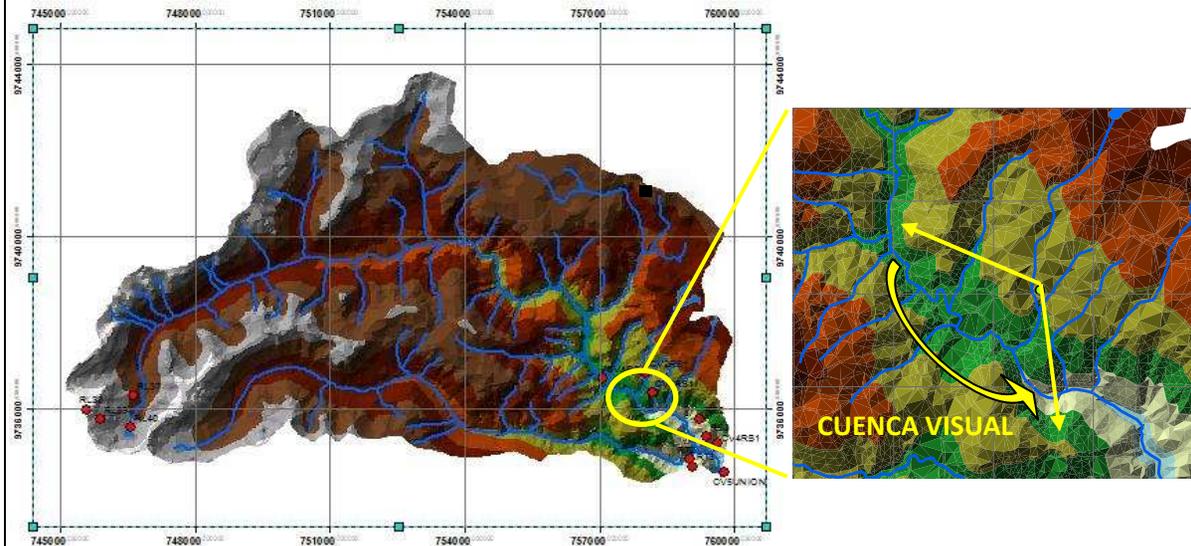
DESCRIPCION: Cuenca Visual del Río Saucay



OBSERVACIONES

- Pailo Deslizamientos

UBICACIÓN EN LA MICROCUENCA



CODIGO: CV3RS1

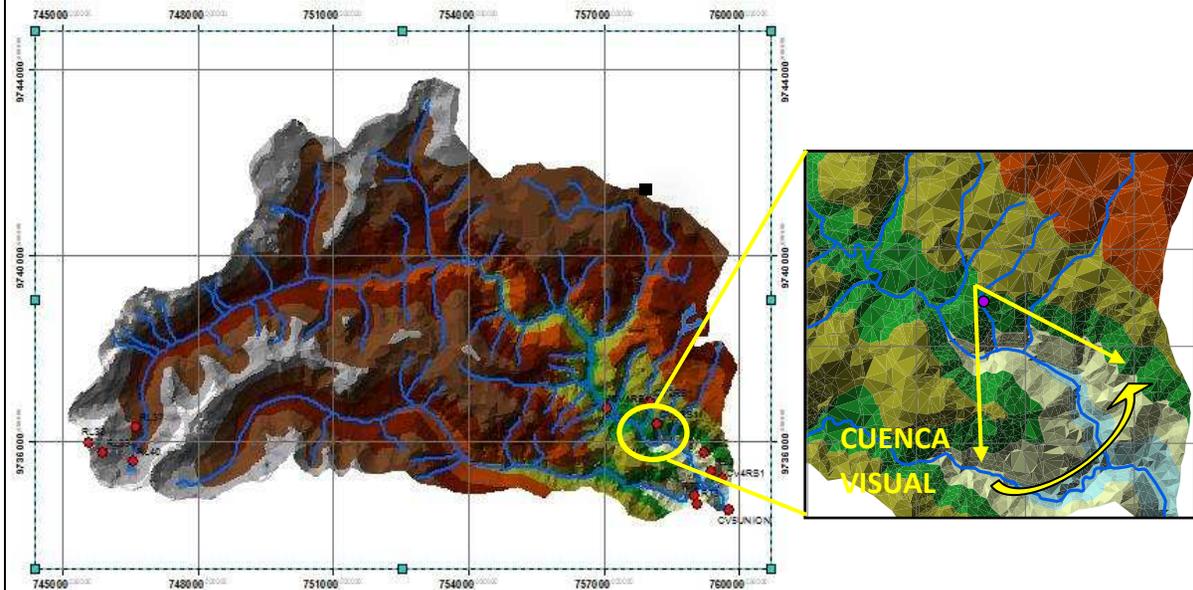
DESCRIPCION: Cuenca Visual Recorrido del Río Saucav hacia su unión con Río Tamuscav y Juval



OBSERVACIONES

- Zonas altas: remanentes de páramos y matorrales nativos.
- Zonas Bajas pequeños cultivos y pastos.
- Introducción de especies no nativas: Pinos.

UBICACIÓN EN LA MICROCUECA



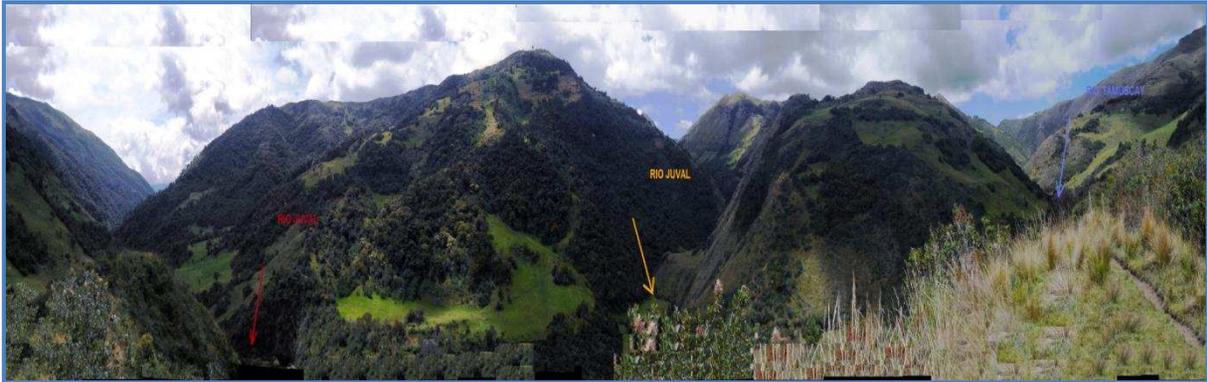
CODIGO: CV4RS1

DESCRIPCION: Cuenca Visual con vista a los Río Tamuscay y Juval uniéndose con el recorrido del Río Saucay



OBSERVACIONES

- Se observa pastos donde se mantiene al ganado vacuno y caballar.
- Remanentes de bosques nativos.
- Se observan colinas con cimas planas que denotan su composición con areniscas.
- Se observa deslizamientos.
- Geomacolinada alta.
- Erosión fluvial.

<p>CODIGO: CV5RS1</p>	<p>DESCRIPCION: Cuenca visual con vista hacia los Ríos Tamuscay y Juval</p>
<p>OBSERVACIONES</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Colinada alta- montañosa • Cimas subredondeadas • Areniscas • Se observa la unión de los ríos antes mencionados que aguas abajo toman el nombre de Juval. 	
<p>CODIGO: CV6RS1</p>	<p>DESCRIPCION: Cuenca Visual CV6RS1</p>
<p>OBSERVACIONES</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones climáticas adversas • Pastoreo de ganado vacuno 	

CODIGO: CV7RS1

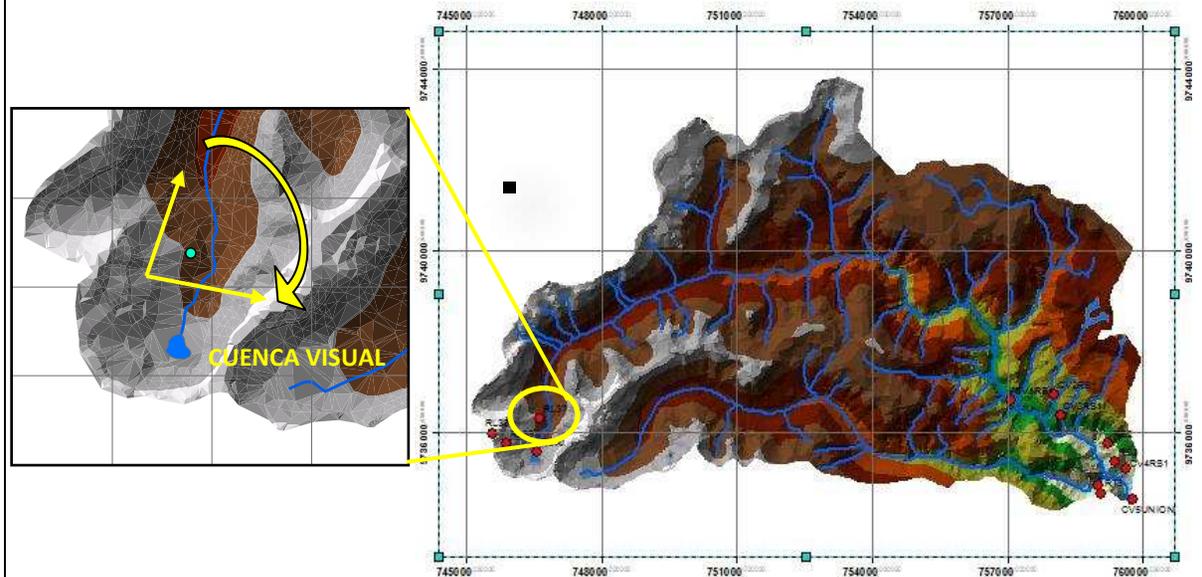
DESCRIPCION: Cuenca Visual en la parte Alta de la micro cuenca



OBSERVACIONES

- Páramo de pajonal
- Valle Glaciar en U
- Morrenas Laterales

UBICACIÓN EN LA MICROCUENCA



CODIGO: CV8RS1

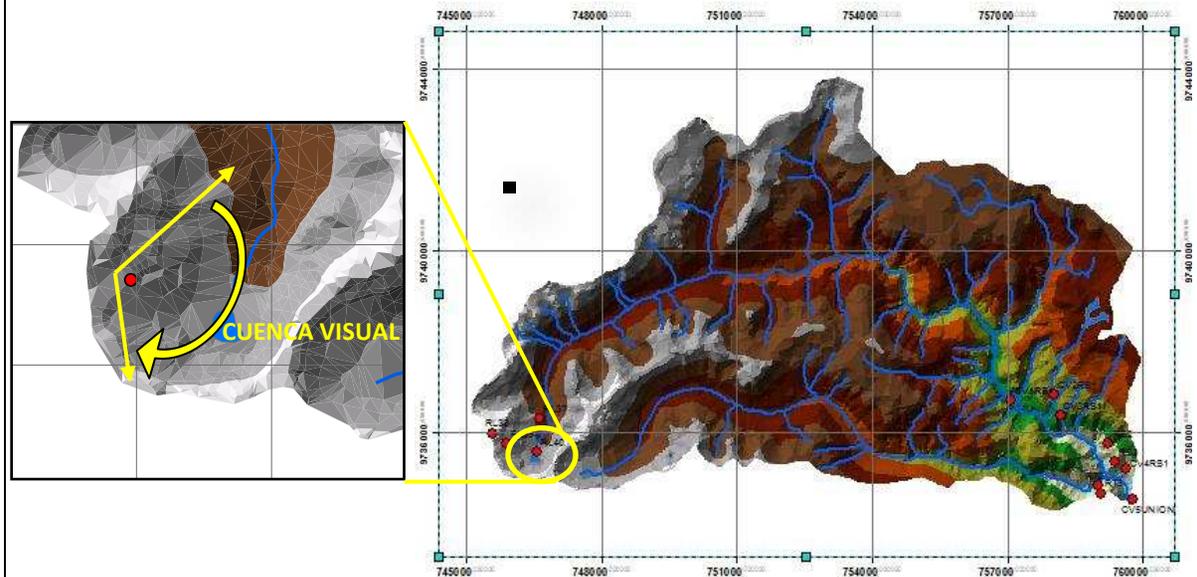
DESCRIPCION: Cuenca Visual Laguna Yanacochoa la cual es el nacimiento del río Saucay



OBSERVACIONES

- Pajonal quemado y deteriorado
- Morrenas de fondo
- Formación Tarqui

UBICACIÓN EN LA MICROCUECA



CODIGO: CV9RS1

DESCRIPCION: Cuenca Visual de un Valle glaciar en la cuenca alta del Río Saucay



CODIGO: CV10RS1

DESCRIPCION: Vista Laguna Yanacocha



3.2.8.3 Resultados y Discusiones

Tabla 3.41: Matriz de evaluación de la fragilidad paisajística de la micro cuenca del río Saucay

FACTORES	PESO	CATEGORÍA	PUNTOS	VALOR
Pendiente promedio	5	30-45%	3	15
Erosión	3	Baja	4	12
Suelo	3	Muy fértil	5	25
Disponibilidad de Agua	3	Agua potable cañería	1	3
Topografía	5	Altamente ondulado	5	20
Cubierta Vegetal	2	¾ Cubierta	4	8
Tipo de terreno	2	Pantanoso Alomado	4	8
Hechos visuales y Culturales	2	Presencia de algún hecho	3	6
Transporte	3	Carretera lejana	5	15
Accesibilidad	1	De 10 a 15km de un poblado	4	4
TOTAL				116

Elaboración Autores

Impacto sobre el Entorno y Construcción

Σ Mayor a 138	Muy alto
Σ entre 114 y 138	Alta
Σ entre 91 y 114	Media
Σ entre 67 y 91	Baja
Menor a 67	Muy baja

Un puntaje de 116 nos indica que existe una alta Fragilidad Paisajística, que se traduce a una alta susceptibilidad del paisaje a cambios por factores antrópicos.

En la actualidad y mediante el diagnóstico de la micro cuenca se puede decir que no ha existido en ella una afectación mayor al paisaje, por ende la fragilidad que posee dicho paisaje no se ha visto afectada, mas, cabe resaltar en existe una leve tendencia que se debe principalmente al cambio en el uso de suelo, que es la acción que se ejerce más comúnmente sobre el paisaje de la micro cuenca del río Saucay.

3.3. FACTORES BIOTICOS

3.3.1 FLORA

3.3.1.1 Metodología⁵⁰

a) Trabajo de Campo

A través de una salida a la micro cuenca del Río Saucay, en el mes de Marzo del presente año, se realizaron prospecciones para levantar la información concerniente a la flora de la zona.

El presente estudio fue realizado en cooperación, con los biólogos de la Universidad Nacional del Chimborazo (UNACH), los mismos que para realizar el levantamiento de la flora han dividido el área total en cuatro regiones o localidades principales de las cuales dos son de nuestro interés:

Tabla 3.42: Características de las localidades que conforman el área de estudio

Localidad	Rango altitudinal (msnm)	Formaciones Vegetales (Abreviaturas)*	Recursos Hídricos Importantes
Achupallas	2.690 – 4.420	Matorral Seco Montano (Msm) Bosque Siempreverde Montano Alto (BsvMA) Páramo Herbáceo (Ph) Páramo de Almohadillas (PHa)	Lagunas: Culebrillas, Sontzahuin, Mapahuiña, Yanacocha, Rumicocha, Yaguarcocha, Tres Cruces Ríos: Cadrul, Sontzahuin, Zula, Manzano, Azuay, Culebrillas
Juval	3.105 – 3.765	Bosque Siempreverde Montano Alto (BsvMA) Páramo Herbáceo (Ph)	Ríos: Juval (Alto y Medio), Pomacocho, Saucay, Tamusca, De la Playa, Yungilla, Juvalyacu

b) Métodos de Muestreo

⁵⁰Francisco J. Prieto-Albuja y M. Gabriela Paucar, Diversidad de flora y fauna en los páramos y bosques montanos del sur oeste del Parque Nacional Sangay (Provincias de Chimborazo y Cañar), Junio, 2011

Con el propósito de abarcar todas las formaciones vegetales en cada localidad de estudio se seleccionó puntos de muestreo al azar, en los cuales se colectó muestras por triplicado de los individuos fértiles y dos en caso de estar infértiles, los mismos que fueron prensados y conservados en alcohol al 75%.

Los especímenes colectados se identificaron en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP), mediante comparación de especímenes disponibles en la colección de este herbario, además se revisó la base de datos de Trópicos y el Libro Rojo de Plantas Vasculares del Ecuador (2001), para identificar las probables especies endémicas y en peligro de extinción. Las muestras colectadas fueron depositadas en el Herbario del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (QCNE).

c) Análisis de Datos

Para el análisis de los datos obtenidos, se usaron los siguientes conceptos y formulas:

➤ **Riqueza**

Los datos de riqueza de las especies se emplearon para caracterizar la flora de cada localidad. Cada especie fue clasificada de acuerdo a su hábitat y forma de vida, endemismo (Jorgensen y León-Yáñez, 1999) y estado de conservación (IUCN, 2010).

Las especies fueron clasificadas en tres formaciones naturales: Páramo, Bosque siempre-verde montano alto y Matorral seco (Valencia *et al.*, 1999). Cada una de estas categorías representa el hábitat donde la especie fue colectada.

➤ **Índice de Similitud Sorensen**

La similitud entre las comunidades fue establecida mediante el Índice de similitud de Sorensen. Este índice relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios según Magurran (1988), en el estudio se realizó todas las combinaciones posibles entre las cuatro localidades, aplicando la siguiente fórmula:

$$Iss = 2c / (a + b)$$

Ec. 3.8

Donde:

c = número de especies comunes para ambas muestras

a = número de especies presentes en la muestra A

b = número de especies presentes en la muestra B

3.3.1.2 Discusiones y Resultados

Como se mencionó para realizar el levantamiento de la flora han dividido el área total en regiones o localidades principales de las cuales dos son de nuestro interés (Ver ANEXO B.3):

A) Localidad: Achupallas

Bosque siempre-verde montano alto (Bsvma)

Esta formación en la localidad de Achupallas, la encontramos en dos sectores principalmente: bosques de la cuenca del río Azuay y Cadrul, muy cerca de Achupallas, y en pequeños fragmentos al borde de quebradas y laderas de montañas muy cerca de las lagunas de Yanacocha y Verdecocha, entre Tres Cruces y Sontzahuin.

Se registraron 14 especies (FIG.3.16), siendo la más característica de esta formación el Piquil *Gynoxyshalli*.

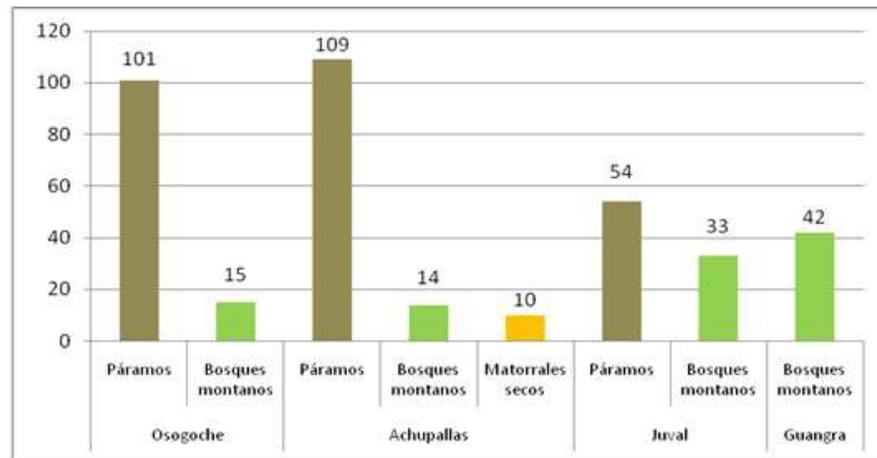


FIG. 3.16: Número de especies registradas por formación vegetal en cada localidad de estudio

FUENTE: PRIETO, PAUCAR 2011

Páramo de Almohadillas (Pa)

Se encuentran principalmente al borde de lagunas y ríos. En Achupallas las especies representativas son *Calamagrostis intermedia*, otras especies características son: *Valeriana plantaginaceae*, *Galium* sp. *Valeriana rígida*, *Hypochoeris* sp., *Werneria nubigena*, *Plantago rigida*, *Gentiana sedifolia*, *Azorella pedunculata*, *Eryngium humile*.

Páramo herbáceo (Ph)

Podemos observar esta formación vegetal en las laderas de las montañas, principalmente a *Cortaderia nítida*, *Chuquiragajussieui*, *Calamagrostis intermedia*, *Disterigmaampetrefolium*, *Hypericumlaricifolium*, *Geraniumcerastoides*, *Nototrichephyllanthos*, entre otras.

B) Localidad: Juval

Similar a la situación general del área de estudio, la actividad antrópica ha provocado una fragmentación de los bosques e impacto y disminución de los páramos (agricultura, erosión, pastoreo, etc) en el sector, encontrándose parches o remanentes en buen estado muy distantes entre sí y de tamaño reducido. Únicamente los bosques de la cuenca del río Juval luego de la unión de los ríos Saucay y Pomacocho, hasta el sector de Huangra al parecer se encuentran en mejor estado debido quizás a su topografía (pendientes muy escarpadas y de difícil acceso).

Bosque siempre-verde montano alto (Bsvma)

Los bosques como mencionamos, se encuentran principalmente en la cuenca del río Juval, donde se pueden observar árboles de gran altura (alrededor de 20 m en promedio). Aquí se reconocieron 35 especies (FIG 3.16), siendo las más representativas: *Escalloniomytilloidea*, *Escalloniarolloti*, *Weinmanniamariquitae*, *Gaiadendronpunctatum* y *Oreopanaxsemanianus*. Los árboles están cubiertos por una gran abundancia de epífitas de las familias Orchidaceae, Bromliaceae y Araceae (no muestreadas en este estudio).

3.3.2 FAUNA

3.3.2.1 Metodología⁵¹

A) AVES

Se aplicó la metodología básica de las evaluaciones ecológicas rápidas, ya que es un método factible e idóneo para determinar la riqueza de aves en áreas poco exploradas en períodos cortos de tiempo (Buitrón 2008). En cada localidad se efectuaron puntos de conteo a través de caminatas en diferentes períodos de tiempo, donde se llevaron a cabo conteos visuales y auditivos de las especies de aves. Estos puntos se los estableció a diferentes distancias y en diferentes tipos de bosque, permitiendo detectar a especies crípticas y relacionando la presencia de las especies con los hábitats (O'Dea y Whittaker, 2007).

B) MAMÍFEROS

➤ Observación directa e Identificación de rastros

Los macromamíferos y mesomamíferos pueden ser reconocidas de forma general a simple vista o a través de sus señales de presencia (Boada, 2008). Para su estudio se utilizaron dos técnicas en forma simultánea, la observación directa y la búsqueda e identificación de rastros.

Este tipo de rastros pueden ser fecas, marcas de orina, comederos, dormideros, sonidos y vocalizaciones (Suárez y Mena, 1994; Tirira, 1999).

⁵¹ Francisco J. Prieto-Albuja y M. Gabriela Paucar, Diversidad de flora y fauna en los páramos y bosques montanos del sur oeste del Parque Nacional Sangay (Provincias de Chimborazo y Cañar), Junio, 2011.

➤ **Entrevistas**

Además de los métodos de muestreo señalados, se realizaron entrevistas a los pobladores de cada una de las localidades de estudio, principalmente a aquellas personas que se desempeñaron como guías y asistentes de campo. Para facilitar la identificación de especies a través de las entrevistas se utilizaron láminas, dibujos y fotografías tomadas de Emmons y Feer (1999), Jarrín (2001), Tirira (1999) y Tirira (2007).

C) HERPETOFAUNA

El Relevamiento por encuentros visuales (Visual Encounter Survey).

El VES consiste de caminar a través de un área o hábitat por un período de tiempo predeterminado buscando animales de modo sistemático, siendo una técnica apropiada tanto para estudios de inventario como para monitoreo ya que puede hacerse a lo largo de un transecto, en un punto, a lo largo del río, alrededor de una laguna, y así sucesivamente, y muestrear a todos los anfibios que son visibles.

3.3.2.1 Análisis

A) AVES

Los datos de riqueza de las especies se utilizaron para caracterizar la avifauna de cada localidad. Cada especie fue clasificada de acuerdo a su preferencia de hábitat (Ridgely y Greenfield, 2001), endemismo (Freile, 2010) y estatus de conservación (IUCN, 2010; Granizo et al. 2002). Las especies fueron clasificadas dentro de tres o cuatro categorías de hábitat: 1) Páramo, 2) Área de acción antrópica (cultivos, comunidades, potreros, etc), 3) Lagunas y ríos, y 4) Bosques (matorrales, borde de bosque, bosque

secundario, etc). Cada una de estas categorías representa el hábitat principal donde la especie fue observada. Finalmente la nomenclatura y orden sistemático de las aves siguen la clasificación de acuerdo a Remsen et al. (2010)

B) MAMIFEROS

La nomenclatura y orden sistemático de los mamíferos siguen la clasificación de acuerdo a Tirira (2007), y su estatus de conservación de acuerdo a la IUCN (2010) y Tirira (2011).

C) HERPETOFAUNA

La nomenclatura, orden sistemático, endemismo y el estatus de conservación de las especies se siguió la clasificación de acuerdo a Coloma (2009) para anfibios y de Torres-Carvajal (2008) para reptiles. En cuanto a especies amenazadas, se revisó el libro rojo nacional (Ron et al. 2008) para anfibios, y Carrillo et al. (2005) para reptiles, y el Red list para el estado global de ambos grupos (IUCN, 2010).

3.3.2.3 Discusiones y Resultados

A) AVES

- En 19 días de muestreo en toda el área de estudio, se registraron un total de 151 especies de aves correspondientes a 37 familias (Anexo B). Considerando que el esfuerzo de muestreo no fue equitativo para toda el área (número de días en cada localidad), la localidad de Huangra mostró un mayor número de especies registradas (101 aves) en tan solo 2,5 días de muestreo, por delante de Achupallas que en 7 días de muestreo se registraron 77 especies, Juval en 4,5 días se registraron 71 especies,

y Osogoche en 5 días se registraron tan solo 44 especies (Ver ANEXO B.3)

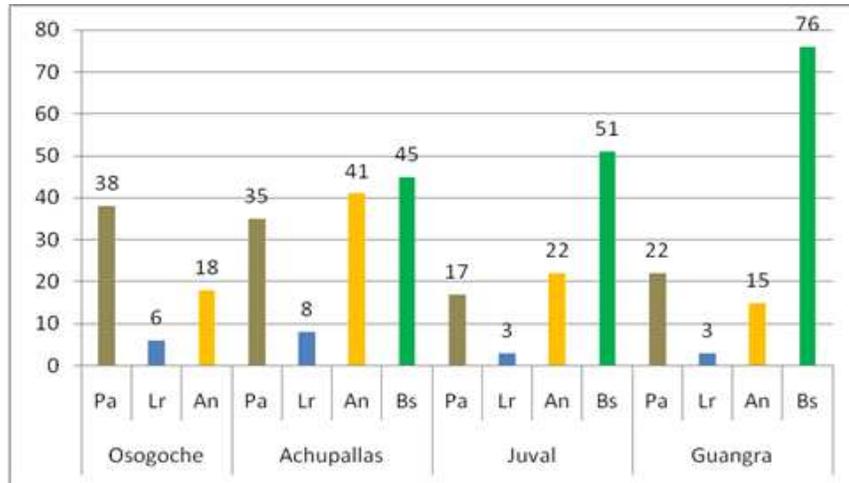


FIG.3.17: Número de especies de Aves por hábitat en las localidades de estudio
FUENTE: PRIETO, PAUCAR 2011

Pa: Páramo
 Lr: Lagunas y ríos
 An: Área de acción antrópica
 Bs: Bosques

B) MAMÍFEROS

- A través del registro directo e indirecto de algunos individuos, y la información obtenida por medio de las entrevistas a los comuneros y guías, se registraron para el área de estudio, un total de 14 especies de macro y mesomamíferos, las cuales pertenecen a 13 familias (Ver ANEXO B.3).
- Por las especies registradas podemos señalar que los páramos y bosques están alterados, ya que gran parte de las especies registradas son tolerantes a hábitats degradados, siendo comunes los registros de *Didelphis pernigra*, *Sylvilagus brasiliensis* y *Mustela frenata*, además que

dos especies nativas se las registró de forma domesticada: *Cavia porcellus* en todas las comunas y *Lama glama* en Osogoche Alto.

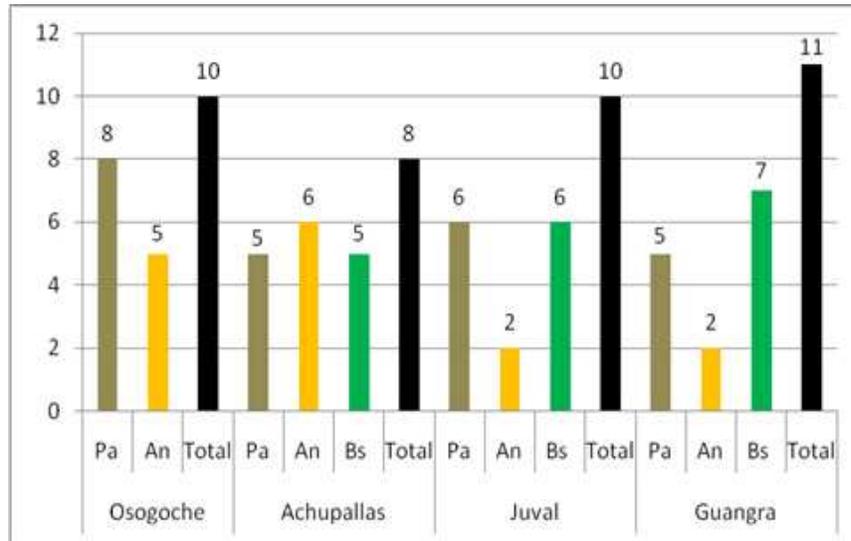


FIG.3.18: Número de especies registradas de Mamíferos por Hábitat en cada localidad

FUENTE: PRIETO, PAUCAR 2011

Pa: Páramo
 Lr: Lagunas y ríos
 An: Área de acción antrópica
 Bs: Bosques

- De las especies registradas, cinco se encuentran amenazadas a nivel nacional (Tirira, 2011). Estas especies son: *Tremarctosornatusen* peligro (EN), *Coendou quichua*, *Puma concolor*, *Lycalopexculpaeusy Mazamarufina*, éstas cuatro en la categoría vulnerable (VU). Además dos especies: *Cuniculustaczanowskiy* *Odocoileusvirginianusse* encuentran casi amenazadas (NT) en el Ecuador.

C) HERPETOFAUNA

- Se registraron en las cuatro localidades de estudio, un total de nueve especies, cinco de ellas anfibios y cuatro reptiles. Los anfibios encontrados pertenecen a dos familias: Hemiphractidae (dos especies)

y Strabomantidae (tres especies), mientras que los reptiles pertenecen a dos familias: Gymnophthalmidae (tres especies) y Tropiduridae (una especie) (Ver ANEXO B.3).

- La diversidad y abundancia de los anfibios y reptiles disminuye conforme aumenta la altitud (Ortíz y Morales, 2000) demostrándose en este estudio con un número bajo de registros, tanto de especies como de individuos.

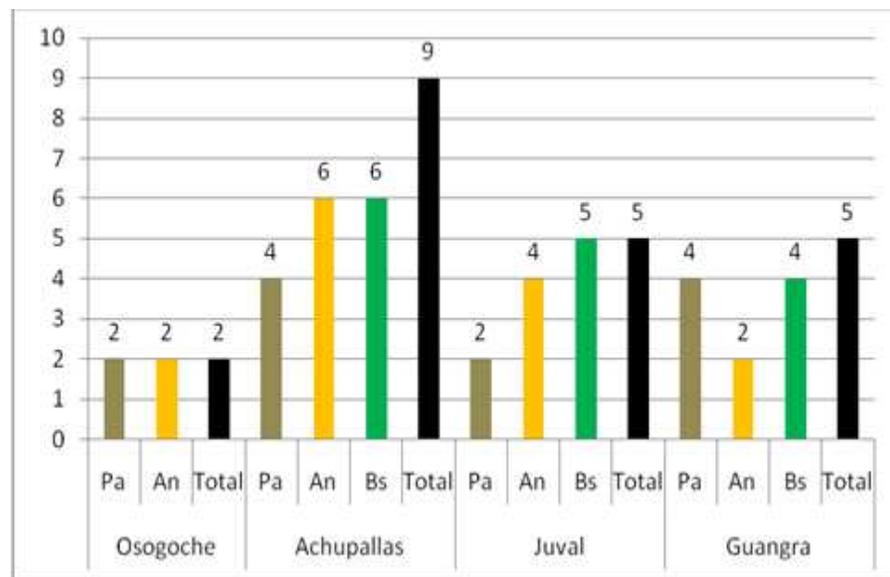


FIG.3.19: Número de especies registradas de anfibios y reptiles en las cuatro localidades

FUENTE: PRIETO, PAUCAR 2011

Pa: Páramo
 Lr: Lagunas y ríos
 An: Área de acción antrópica
 Bs: Bosques

- Finalmente tres especies de anfibios tienen rangos de distribución restringidos a los andes ecuatorianos o endémicas del Ecuador. Estas especies son: *G. pseustes*, *G. riobambaey* *Pristimantis cf. orcesi*.

3.4. FACTORES SOCIO ECONÓMICOS CULTURALES

3.4.1 Metodología

Se identificaron aspectos sociales, culturales y económicos más relevantes de la Comunidad Achupallas en la que se encuentra la micro cuenca del río Saucay. Se ubicó a los principales actores sociales de la zona (autoridades locales) y se entrevistó aleatoriamente a habitantes de la comunidad.

a) Recopilación de Información

Se realizó la recolección de la información bibliográfica que existe sobre la zona de estudio, para esto se investigó en las siguientes instituciones estatales: Ministerio de Educación, Municipio, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, y Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador.

b) Trabajo de Campo

La información específica de las comunidades se obtuvo en el trabajo de campo, con visitas a la comunidad de Achupallas que es la cabecera parroquial, donde se realizó encuestas a los habitantes para recolectar información acerca de sus hábitos, su vivienda y condiciones de vida (ANEXO B.4), para posteriormente y complementando con la información bibliográfica poder realizar un análisis sobre la calidad de vida de la población.

En los sectores aledaños a la micro cuenca del río Saucay existen un reducido número de habitantes, por lo cual se dio un énfasis mayor al análisis regional de este aspecto de la Línea Base.

c) Análisis de Datos

Técnicas e instrumentos

Se realizó un análisis de tipo antropológico y económico de los lugares donde se ubica la micro cuenca del río Saucay, para esto se estableció un criterio cualitativo de aspectos generales como: ubicación geográfica, división política administrativa, género, tasa de crecimiento, aspectos culturales, conformación étnica, dotación de servicios e infraestructura básicos, incidencia de la pobreza, sistema vial, comunicaciones, sistema y niveles de educación, cobertura de salud, establecimientos de salud, tenencia de la tierra, uso, control y acceso a los recursos naturales, producción agrícola y comercialización.

Para esto se utilizaron técnicas e instrumentos de recolección de información primaria y secundaria y se analizaron los siguientes aspectos:

- **Aspectos generales:** Se realizó la ubicación: de las poblaciones de acuerdo a la división político – administrativa, de las autoridades locales de elección popular, además de las instituciones estatales y privadas que funcionen en las localidades estudiadas.
- **Demografía:** Se utilizó los datos tanto del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC y Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE y se realizaron las proyecciones de acuerdo con las tasas de crecimiento correspondientes al Cantón Alausí.
- **Salud:** se procedió a ubicar los servicios de salud pública con los que cuenta la zona.

- **Vivienda:** Se determinó el tipo, tamaño y materiales de las viviendas de la zona, usos de las construcciones.
- **Organización (estratificación):** En este aspecto se identificaron a las organizaciones sociales, dirigentes y líderes locales que existen en el Cantón Alausí y en la Parroquia Achupallas.
- **Caracterización socio-cultural:** Se determinará al grupo étnico al que pertenecen los pobladores de la zona, así como sus orígenes, religión, principales festividades, costumbres entre otros elementos culturales.
- **Infraestructura y servicios básicos:** se ubicó la infraestructura y servicios básicos con los que cuentan tanto el Cantón Alausí como la parroquia Achupallas.
- **Educación:** Se identificaron los establecimientos de educación y el número de alumnos y profesores que existen en la zona, los datos de campo y los datos del ministerio fueron comparados.
- **Producción:** Se realizó un análisis la producción agrícola y las otras actividades productivas que existen en la zona.
- **Comunicación y Transporte:** Se identificaron los medios de comunicación que funcionan en el sector (radio, televisión, periódicos), además de las empresas de telefonía pública y privada que tienen cobertura en la zona de influencia del proyecto. Se verificó las vías de comunicación así como el tipo de transporte que se usa en el sector.

2.4.2. Análisis Regional

El proyecto se localiza en la Parroquia Achupallas, Cantón San Pedro de Alausí de la Provincia de Chimborazo



FIG. 3.20: Localización del Cantón Alausí y su división político-administrativa

La Parroquia Achupallas está ubicada al Sur del cantón y sus límites son:

- Norte: Parroquias Pumallacta, Guasuntos y Tixán, pertenecientes al mismo cantón.
- Sur: Cantón Azogues perteneciente a la provincia de Cañar, el cantón Sevilla de Oro perteneciente a la provincia de Azuay y con el cantón Santiago de la provincia de Morona Santiago.
- Este: Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo y con los cantones Morona y Sucua de la provincia de Morona Santiago.

- Oeste: Cantón Chunchi de la provincia de Chimborazo y el cantón El Tambo perteneciente a la provincia de Cañar.

ORGANIZACIÓN POLÍTICA

El Cantón San Pedro de Alausí, tiene a la parroquia de Alausí como cabecera cantonal y está conformado por las siguientes parroquias: (Ver FIG. 3.20)

- Multitud
- Guasuntos
- Achupallas
- Tixán
- Matriz
- Huigra
- Sevilla
- Pumallacta
- Sibambe
- Pistishi

Los Gobiernos Locales de elección popular son: Municipio y Juntas Parroquiales, el Alcalde del cantón Alausí es el Señor José Clemente Taday Lema; El Representante de la Junta Parroquial de Achupallas es el Señor José Manuel Quinchi.

Entre las principales dependencias estatales que funcionan en la parroquia están: la Tenencia Política cuyo representante es la Srta. Adriana Mera y la oficina de recaudación de la Empresa Eléctrica de Riobamba.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.36 y 3.37.: Dependencias estatales que funcionan en la comunidad de Achupallas

FECHA: 21 enero de 2011

ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

- **Población Total**

La Población del Cantón Alausí, según el censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC en 2001, representa el 10,6% total, de la Provincia de Chimborazo.

Es así que la población total del cantón Alausí es de 42 823 habitantes, 22623 mujeres que representan el 52,83% y 20200 hombres equivalente al 47,17%; mientras que en la Parroquia Achupallas contaba con una población total de 10 327 habitantes, de las cuales 5528 son mujeres y representan el 53,53%, y 4799 son hombres lo que equivale al 46,47% de la población.

Tabla 3.42: Población del Cantón Alausí

CANTÓN /PARROQUIA		POBLACIÓN MUJERES	POBLACIÓN HOMBRES
Cantón Alausí	Zona urbana	2 975	2 588
	Zona rural	18 548	17 612
Parroquia Achupallas		5 528	4 799

FUENTE: INEC, Datos Censo de Población y Vivienda 2001

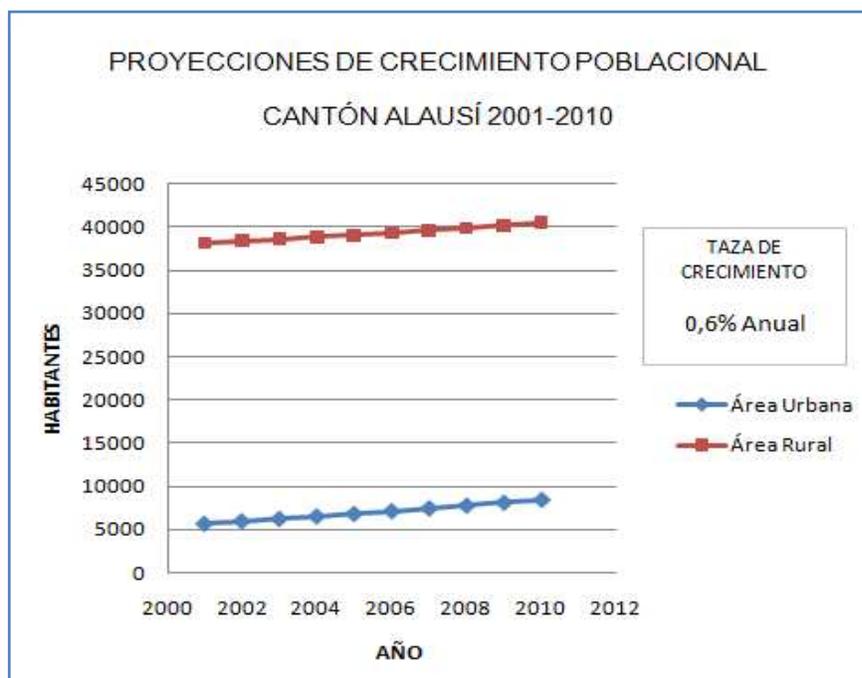
- **Proyecciones de crecimiento de la población**

La población del Cantón Alausí, ha crecido en el último periodo inter censal 1990-2001, a un ritmo de 0,6% anual, lo que ha permitido elaborar una proyección de crecimiento demográfico para el periodo 2001-2010, donde se puede observar que la población total estimada para el año 2010 fue de 48 930 habitantes.

Tabla 3.43:Proyecciones de Población del Cantón Alausí

AÑO	POBLACIÓN ÁREA URBANA	POBLACIÓN ÁREA RURAL	TOTAL
2001	5695	38157	43852
2002	5997	38428	44425
2003	6265	38625	44890
2004	6541	38836	45377
2005	6831	39077	45908
2006	7142	39338	46480
2007	7455	39600	47055
2008	7.781	39.884	47.665
2009	8.111	40.184	48.295
2010	8.445	40.493	48.938

FUENTE: INEC, Datos Censo Población y Vivienda 2001



GRAF.3.5: Proyecciones poblacionales Cantón Alausí

FUENTE: INEC, Datos Censo Población y Vivienda 2001

SERVICIOS BÁSICOS

La medición de la cobertura de los servicios básicos es importante para conocer las condiciones de vida de la población.

La pobreza⁵² se refiere a las privaciones de la(s) persona(s) u hogar(es) en la satisfacción de sus necesidades básicas.

Tomando como referencia la Encuesta de condiciones de Vida 2006 y al Censo de Población y Vivienda 2001, cuyos criterios se basaron en la metodología de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), se establece a un hogar como “pobre” si presenta *una* de las siguientes condiciones, o en situación de “extrema pobreza” si presenta *dos o más* de las siguientes condiciones:

⁵²SIISE Ficha Metodológica: Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)

- Vivienda con características físicas inadecuadas tales como sus techos, paredes o pisos hechos de materiales de desecho o precarios.
- Viviendas que no cuenten con conexión a acueductos ni un sistema sanitario conectado al alcantarillado o pozo séptico.
- Hogares con alta dependencia económica y cuyo jefe de hogar no tenga aprobado más de dos años de educación primaria.
- Hogares donde existan niños(as) que no asistan a la escuela.
- Aquellos hogares donde exista hacinamiento crítico, es decir que hubieren tres personas en promedio por cuarto utilizado para dormir

En base al concepto anterior encontramos que la población pobre por NBI Necesidades Básicas Insatisfechas en la parroquia Achupallas es del 98,2%, este indicador nos muestra que esta es una de las parroquias más pobres del país y que está dentro de los rangos de pobreza extrema; a nivel del cantonal indicador Necesidades Básicas Insatisfechas NBI alcanza el 86,0%.

La cobertura de los principales servicios públicos en la Parroquia Achupallas es medianamente buena tomando como referencia los servicios básicos tales como: Servicio Eléctrico, Servicio telefónico convencional, Sistemas de eliminación de excretas, llamado medio sanitario (incluye tanto excusados o retretes con conexión a la red de alcantarillado o a pozos, como letrinas exteriores) y el sistema convencional que se refiere únicamente a las viviendas que cuentan con sistemas de recolección y evacuación de excrementos humanos y aguas servidas que son arrastrados por corrientes de agua; y además refiriéndonos también al servicio de recolección de basura en la parroquia.

TABLA 3.44: Servicios Básicos en la Parroquia Achupallas

SERVICIO PÚBLICO	PORCENTAJE
Servicio eléctrico	69,5
Servicio telefónico	1,6
Sistema de eliminación de excretas	18,6
Medios sanitarios de eliminación de excretas	38,2
Recolección de basura	4,0

FUENTE: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE-Versión 2010.

El déficit de servicios residenciales básicos es del 96,2%, este indicador se refiere a los hogares que no poseen uno o más servicios básicos ya sea abastecimiento de agua, servicio eléctrico o alcantarillado.

Los hogares de la parroquia en la zona urbana, son mayormente casas y mediaguas construidas mayoritariamente de adobe y seguidamente de materiales como piedra y bloque, en gran parte con techo de teja. Las viviendas que se encuentran en la zona rural son construidas de adobe y techadas con paja para aislar el frío en las zonas más altas.

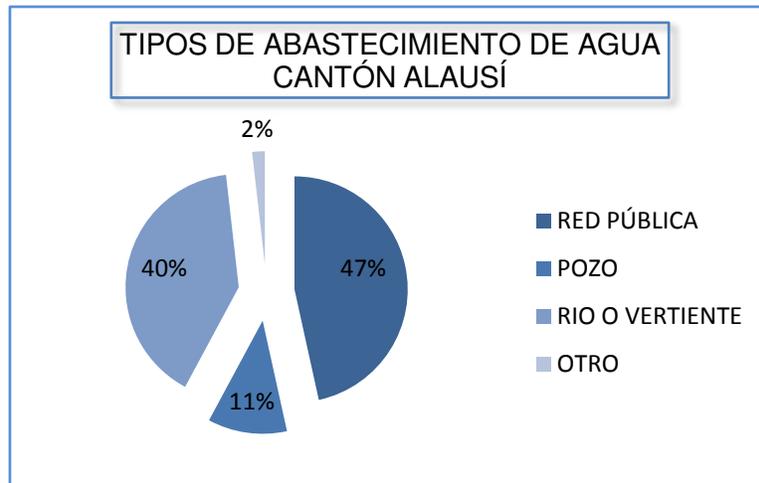
- **Agua Potable**

De acuerdo con la información recogida por el censo del 2001⁵³, el 23,3% de los hogares del cantón Alausí cuentan con abastecimiento de agua entubada tratada.

⁵³Datos INEC Censo Población y Vivienda 2001

La parroquia de Achupallas cuenta con abastecimiento de agua entubada en un 7,1% de cobertura lo cual se da en el sector urbano, en el sector rural de la parroquia, el agua proviene de vertientes naturales o ríos aledaños.

En el siguiente gráfico se muestra los porcentajes y los tipos de abastecimiento de agua que se dan en el Cantón.



GRAF. 3.6: Tipos de Abastecimientos de Agua que posee el Cantón Alausí
FUENTE: INEC, Datos Censo Población y Vivienda 2001

- **Alcantarillado**

En cantón Alausí el 24,9% de los hogares se benefician de un sistema de alcantarillado, el resto de la población del cantón tanto en la parte rural como urbana no disponen de alcantarillado de ningún tipo, constituyéndose en uno de los problemas ambientales de la población. En la parroquia Achupallas servicio de alcantarillado llega tan solo al 8,5% de los hogares.

- **Eliminación de Basura**

En la zona urbana de la parroquia de achupallas se cuenta con un carro recolector que lleva la basura dos veces a la semana.

SALUD

En el Cantón Alausí existen en total unos 17 establecimientos que brindan atención en salud, tanto públicos como privados.

TABLA 3.45: *Establecimientos de Salud del Cantón Alausí*

	CENTRO DE SALUD	SUBCENTRO DE SALUD	PUESTO DE SALUD	DISPENSARIO MÉDICO
ZONA URBANA	0	1	1	1
ZONA RURAL	0	6	0	8

FUENTE: *Estadísticas de recursos y actividades de salud (ERAS) – INE, 2007*

Dentro de las estadísticas cantonales se puede mencionar que de estos 1 Subcentro de Salud y 2 Dispensarios Médicos se encuentra en la parroquia Achupallas.

Los otros 6 subcentros de salud se encuentran en cada una de las parroquias del cantón (Alausí, Huasuntos, Huigra, Multitud, Sevilla y Tixán), menos en la parroquia de Sibambé.

En cambio los dispensarios médicos se encuentran distribuidos de la siguiente manera: un dispensario en las parroquias Alausí, Huasuntos, Huigra, Multitud, Sibambé y dos en la parroquia Tixán.

Según el INEC en las Estadísticas y Recursos de la salud (ERAS) para el año 2007, el índice de oferta de salud cantonal es del 52,3% y es un indicador que resume las diversas dimensiones de ofertas de servicios de salud a partir de otras variables que son: médicos que laboran y en general personal de salud y los establecimientos de salud en cada cantón y parroquia.

EDUCACIÓN

De acuerdo con los datos del INEC⁵⁴, el analfabetismo en el cantón Alausí es de 32,1%, en la Parroquia Achupallas es de 40,3%.

Los años de escolaridad⁵⁵ en el cantón es de 3,2 dentro de una población de 34 años en adelante y en la parroquia Achupallas es de 1,8 años.

Las instituciones educativas del Cantón Alausí se distribuyen en el área urbana y rural, de acuerdo con los datos del Estadísticas del Ministerio de Educación periodo 2006 – 2007 la mayor parte de establecimientos educativos se ubican en las zonas rurales.

En la comunidad de Achupallas existen un Colegio, una Escuela y un Jardín de Infantes.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO.3.38: Escuela existente en la comunidad Achupallas

FECHA: 21 enero de 2011

Tabla 3.46: Alumnado y Recursos del Sistema Educativo Cantón Alausí

⁵⁴Los datos corresponden al Censo 2001 tomando como referencia una población mayor a 15 años

NIVEL DE EDUCACIÓN	TIPO	ALUMNOS/AS	AULAS	PLANTELES	PROFESORES /AS
Preprimaria	Privada	21	4	2	6
	Fiscal	488	38	35	58
Primaria	Privada	324	17	4	19
	Fiscal	8,398	426	142	362
Secundaria	Privada	148	26	2	25
	Fiscal	2,525	145	18	262

FUENTE: SINEC Sistema Nacional de Estadísticas Educativas del Ecuador 2006-2007

Según el censo de Población y Vivienda del 2001, se sabe que la parroquia Achupallas existe un porcentaje de 11,9% de la población de 12 años y más que ha completado la primaria, lo cual denota una baja escolaridad. Y de la misma manera existe un 1,9% de la población mayor de 18 años que ha completado sus estudios de educación secundaria, el cual es un valor bajísimo dentro de la población.

En la actualidad en comunidades de la parroquia, tal es el caso de Jubal, existen programas de escolarización a personas adultas. En este lugar se ha creado un colegio para personas de esta y otras comunidades donde se profundiza en los conocimientos acerca de agricultura, que es la principal fuente de sustento de la parroquia en general.

COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE

- **Vías de Comunicación**

La principal vía de acceso hasta Achupallas la cabecera cantonal de la parroquia del mismo nombre es la vía E35 que une la parroquia de Alausí, cabecera Cantonal, con Guasuntos, bifurcándose en ese punto, convirtiéndose en una vía de segundo orden que no pertenece a la red vial estatal y que se encuentra recientemente pavimentada, la cual es usada por los moradores de la comunidad y sectores aledaños. Además existe la red de caminos vecinales que unen a la cabecera parroquial con las comunidades.

No existen cooperativas de transporte público que brinden servicios a la comunidad, solo se cuenta con camionetas o autos privados que brindan este servicio.

Hacia las comunidades más alejadas de la cabecera parroquial se accede mediante caminos secundarios y en muchos casos caminos de herradura.

En este momento se encuentra en construcción una vía que brinde facilidades de acceso hacia las comunidades de Juval y Huangras, atravesando la micro cuenca del Río Saucay, abriéndose paso por el páramo del parque Nacional Sangay, lo cual ha generado conflictos entre las comunidades que necesitan esta vía y los funcionarios del parque que velan por su protección y mantención.

- **Medios de Comunicación**

En la comunidad de Achupallas existe cobertura de telefonía fija de la empresa estatal CNT en la mayoría de los hogares. Además ha existido en los últimos años el ingreso de la telefonía móvil entonces las comunidades en las que no

contaban con telefonía fija y les resultaba difícil comunicarse han adquirido teléfonos celulares para estar en contacto con sus familiares y amigos que viven en otros lugares., las operadoras celulares que prestan servicio en la zona son Claro y Movistar.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO.3.39: Cobertura de telefonía móvil privada existente en la comunidad Achupallas

Fecha: 21 enero de 2011

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Las principales actividades productivas que desarrollan los habitantes de la Achupallas son la agricultura, ganadería y seguidamente otra actividad a la que se dedica la población son comunitarias y sociales. La población económicamente activa en la parroquia es del 36,81% del total de la población.

- **Actividad Agrícola**

Esta es la principal actividad productiva de la zona, los más importantes productos que se cultivan son papa, habas, cebada, maíz, cebolla, propios de la zona que sirven para el consumo familiar.

En la zona cercana a las poblaciones existen cultivos diversos de ciclo corto tales como papa, haba, maíz entre otros, que van creciendo cada vez hacia zonas más

altas, expandiendo la frontera agrícola y cambiando el uso de suelo existente, que de páramo se convierte en cultivos.

- **Actividad Pecuaria**

Las personas de la zona se dedican a la crianza de animales de granja como cerdos y gallinas, después en las zonas más altas existen múltiples rebaños de ganado ovino y caprino.

El ganado vacuno es usado con doble propósito tanto como para leche y carne.

- **Fiestas y celebraciones más importantes**

Se festejan en la comunidad de Achupallas las fiestas de San Juan en el mes de junio de cada año.

3.4.3 Análisis Local

MICRO CUENCA DEL RÍO SAUCAY

La micro cuenca del río Saucay se encuentra en la zona rural de la Parroquia Achupallas perteneciente al cantón Alausí, por lo cual no existen asentamientos humanos importantes en esta zona de estudio, esto nos imposibilita un análisis antropológico profundo, y nos limita en ciertos aspectos del análisis económico local.

ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Existen en la zona baja de la micro cuenca, asentamientos humanos, esporádicos. Alrededor de 10 casas construidas en la cercanía del río Saucay,

que también está cercana a la confluencia del mismo con los ríos: Tamuscay, Pomacocho y Juval, que aguas abajo alimentan al río Paute.

Los pobladores son indígenas de ascendencia Cañarí, cuyo atuendo se distingue por colores llamativos, así, las mujeres usan faldas fucsias, y ponchos de color tomate, y adornos como gualcas en el cuello. Los hombres usan sombrero de paño, pantalón blanco y poncho rojo.

VIVIENDA, SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA

- **Vivienda**

En la cuenca baja del Río Saucay, existen viviendas construidas con materiales inapropiados para clima frío, con predominio de madera, techos de zinc y pisos de piedra o suelo desnudo.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO 3.40: Viviendas localizadas en la cuenca baja del Río Saucay (izq.)

FOTO 3.41: Vivienda Típica de la cuenca baja del Río Saucay (der.)

Fecha: 21 enero de 2011

- **Agua para el Consumo Humano**

Los habitantes de la micro cuenca del río Saucay se abastecen a través de agua entubada que viene de la zona de mayor altura donde existen páramos que producen dicha escorrentía.

Otro medio para este abastecimiento es la extracción directa de agua del río Saucay o los ríos aledaños.

- **Energía Eléctrica**

Existe servicio de energía eléctrica hasta la zona. Los artefactos eléctricos más usados son los radios am/fm.

SALUD

En dicha zona los pobladores no tienen acceso a atención médica directa, tienen que trasladarse hacia comunidades cercanas como Totoras o Achupallas.

EDUCACIÓN

Los pobladores de la zona deben realizar largas caminatas para tener acceso al centro educativo más cercano que se encuentra en la comuna de Juval, ubicada unos 5 km al sur oeste de la zona.

COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE

- **Servicio Telefónico**

La zona está desprovista de servicio telefónico, aquí no llega la señal de ninguna de las operadoras que brindan este servicio en el país, ni estatales ni privadas.

En único teléfono satelital de la zona se encuentra en propiedad de un comunero de Juval.

- **Medios de Comunicación**

En esta zona la radio es el único medio por el cual los habitantes pueden saber del acontecer nacional y mundial.

- **Transporte**

En esta zona solo existen senderos y caminos de herradura, por lo cual las personas se transportan a pie o a lomo de caballo o mula. Ha beneficiado a los habitantes de esta zona la apertura de la vía que va hacia la comuna de Juval por parte del Gobierno Provincial de Chimborazo.

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La micro cuenca del río Saucay, está constituida principalmente por páramos y se constituye como una zona de paso hacia comunidades asentadas al sur de la parroquia de Achupallas.

- **Actividad Agrícola**

Las actividades agrícolas se desarrollan principalmente en la zona de la cuenca baja del río Saucay y en las riberas del río.

Los principales cultivos que se ha podido observar en los recorridos de campo son de papa y haba.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO.3.42: Cultivo de papa, ribera río Saucay

- **Actividad Pecuaria**

La zona constituida por páramos andinos cubiertos de pajonal es destinada al pastoreo de ganado vacuno, ovino, porcino, caballar y en menor medida al ganado rústico de lúdia. Sus propietarios no residen en los predios ya que viven en las comunas vecinas de Achupallas y centros poblados de Alausí y Chunchi⁵⁶ y por cuya situación geográfica hacen uso de la mano de obra familiar y en otras ocasiones contratan a vaqueros y huasicamas del lugar.



Autores: Bastidas & Terán

FOTO. 3.43 y 3.44: Pastoreo de ganado vacuno y ovino, rívera del Río Saucay

3.5 ANÁLISIS FODA

Se realiza usando una matriz que nos permita visualizar la información de la micro cuenca, tomando en cuenta que el FODA se analiza desde dos perspectivas:

- Al interior de la micro cuenca: Fortalezas y Debilidades

Se analiza las fortalezas, es decir los aspectos positivos de los recursos; y las debilidades, que se refieren a los aspectos en los cuales los recursos de la comunidad estén amenazados.

⁵⁶INEFAN-GEF, Tenencia de la Tierra; Catastros Colindantes y Proyecto de Redelimitación del Parque Nacional Sangay.

- Al exterior de la micro cuenca: Oportunidades y Amenazas

Se analiza las oportunidades, es decir, los aspectos positivos que están en el entorno de la micro cuenca y que permitan aprovechar los recursos para disminuir los riesgos. Se identifican las amenazas, que son las situaciones que ponen en riesgo a los recursos (capitales) de la comunidad.

3.5.1 Matriz FODA por Recursos

RECURSO FÍSICO		
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
INTERIOR	<ul style="list-style-type: none"> • Existe buena cobertura vegetal que impide deslizamientos. • Los afluentes de la micro cuenca conservan un importante caudal. • El suelo es rico en nutrientes • Posee paisajes aptos para fomentar el turismo 	<ul style="list-style-type: none"> • Gran parte de la micro cuenca posee un clima agreste con temperaturas muy bajas propias del páramo • Existen en la mayoría de la micro cuenca pendientes fuertes que impiden el acceso e investigación
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
EXTERIOR	<ul style="list-style-type: none"> • La zona de recarga hídrica está protegida ya que es parte del Parque Nacional Sangay • Es una zona de alta producción hídrica por ello de interés nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Malas prácticas agrícolas de comunidades aledañas • Los propietarios de los terrenos en la zona no son personas del sector sino que vienen de comunidades cercanas.

RECURSO BIÓTICO		
INTERIOR	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> • En las comunidades existe conciencia de conservación del medio ambiente. • La micro cuenca aún conserva un 86% de páramo endémico. • Aún se puede encontrar gran cantidad de animales silvestres en la micro cuenca 	<ul style="list-style-type: none"> • Aún existe mal manejo y uso de los recursos naturales • Tendencia a la destrucción de páramo endémico para ampliar la frontera agrícola • Muchos habitantes son incrédulos ante los ofrecimientos de ayuda para conservación de las micro cuencas • No existe una propuesta para el manejo sostenible de la micro cuenca
EXTERIOR	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con el apoyo del Ministerio del Ambiente • Interés de las instituciones educativas en inversión para la investigación y conservación de la micro cuenca. • Se cuenta con la iniciativa de poner en marcha en la zona el programa estatal Socio Páramo 	<ul style="list-style-type: none"> • Intereses externos para la explotación de recursos. • Introducción de especies no nativas que atentan contra los recursos

RECURSO SOCIO ECONÓMICO CULTURAL		
INTERIOR	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> • El área cuenta con potencial ecoturístico • La zona cuenta con un capital humano muy capaz y organizado • La zona cuenta con un importante vestigio de historia como lo es el CapaqÑam (Camino del Inca) 	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento desordenado de la población. • La población posee una tasa baja de escolaridad • La zona no cuenta con vías de acceso suficientes • La población es rasea a recibir colaboración, ayuda y nuevas ideas de instituciones del estado • Existe migración
EXTERIOR	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo del estado para el rescate y conservación de fiestas tradicionales • Existe demanda de los productos del lugar 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe interés de las instituciones de implementar medios de comunicación en la zona

3.6 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

3.6.1 Zonificación Ecológica Económica (ZEE)

La Zonificación Ecológica Económica (ZEE) comprende el análisis de la micro cuenca de manera integral, este es un paso definitivo en el diagnóstico del levantamiento de la línea base ambiental.

En la zonificación se evalúan los aspectos bióticos, abióticos, sociales, económicos y culturales para identificar las potencialidades y restricciones de uso que puedan tener las diferentes unidades ecológicas económicas (UEE) resultantes.

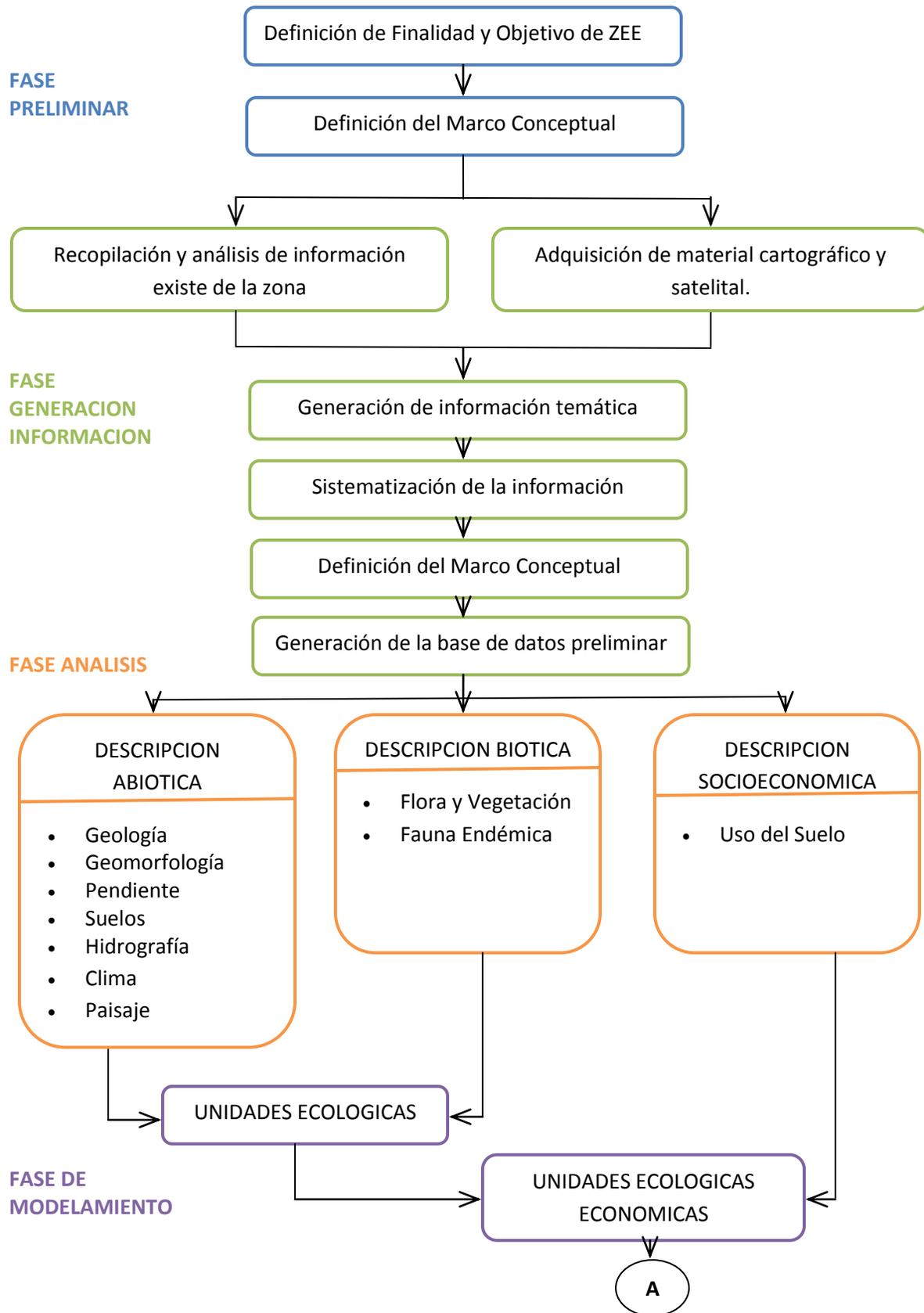
3.6.2 Finalidad de la ZEE

El propósito es establecer las Unidades Ecológicas Económicas (UEE) las cuales son definidas como espacios geográficos relativamente homogéneos que presenten las mismas características físicas, biológicas y socioeconómicas; con la finalidad de orientar la toma de decisiones sobre los mejores usos del territorio en la micro cuenca (Plan de Manejo), considerando que el área a donde está enfocado el estudio es rica en ecosistemas de paramos los mismos que son considerados como generadores del recurso hídrico.

3.6.3 Objetivo de la ZEE

- ✓ Contar con una herramienta flexible y accesible que servirá de base al diseño y formulación de políticas, planes, programas y proyectos orientados al desarrollo sostenible de la micro cuenca.

3.6.4 Metodología de la ZEE



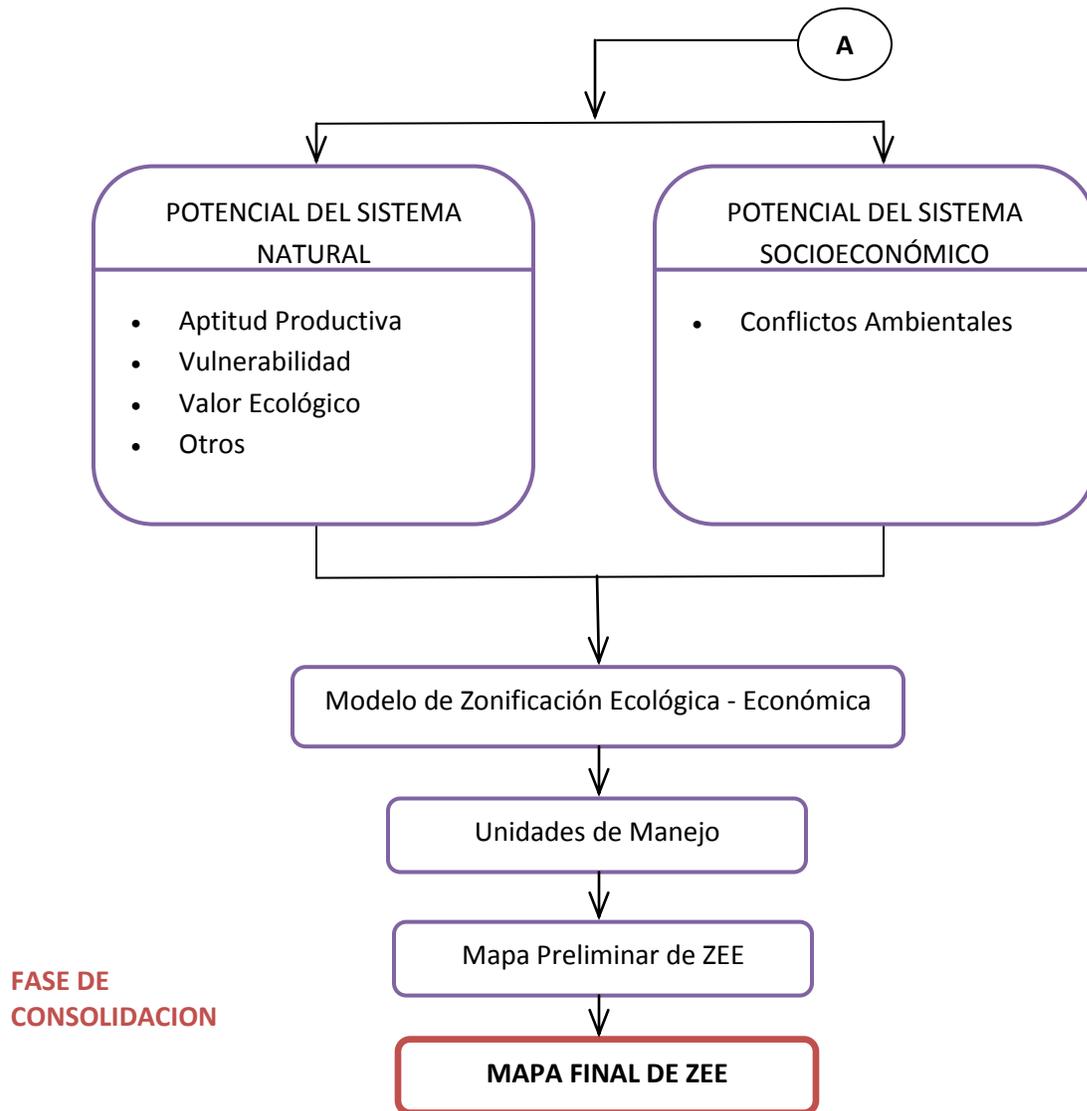


FIG. 3.17: Esquema Metodológico de la Zonificación Ecológica-Económica

3.6.4.1 Fase de Modelamiento

Se refiere a la manipulación interactiva de los mapas, a través de los diferentes sub modelos preparados y organizados de acuerdo a la finalidad y objetivo planteados. Según los sub modelos se preparan matrices en las cuales se indica el modo en que participan las variables y los atributos. Luego, se asigna las correspondientes calificaciones a cada atributo de cada sub modelo y mediante el SIG utilizado (ArcGIS 9.3), se obtienen como resultado los mapas.

a. Determinación de las Unidades Ecológicas Económicas

Las diferentes unidades deben ser evaluadas en función de diversos criterios:

- **Valor productivo:** El propósito de evaluar las UEE utilizando el criterio de valor productivo está orientado a identificar que zonas poseen mayor aptitud para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, forestales, piscícolas, mineras, o para el desarrollo del ecoturismo.
- **Valor bio ecológico:** Tiene como propósito identificar áreas con vocación para la conservación de la diversidad biológica y el mantenimiento de los principales procesos ecológicos que la sustentan.
- **Vulnerabilidad:** La evaluación con este criterio tiene como propósito identificar las áreas más vulnerables, con relación a procesos de erosión de suelos y deslizamientos.
- **Conflictos ambientales:** Para identificar las zonas con conflicto ambiental, se deberá utilizar el criterio de conflictos de uso, que trata de identificar las áreas que se están utilizando en discordancia con su vocación natural.

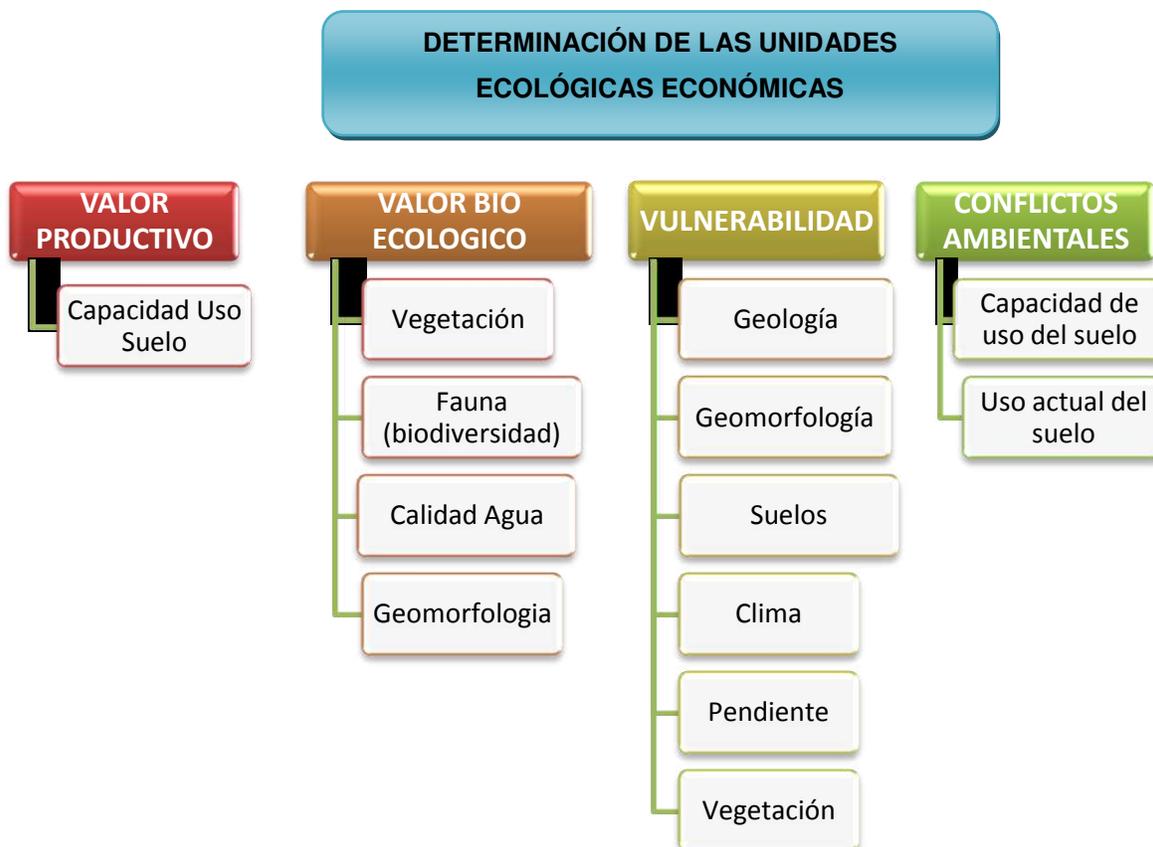


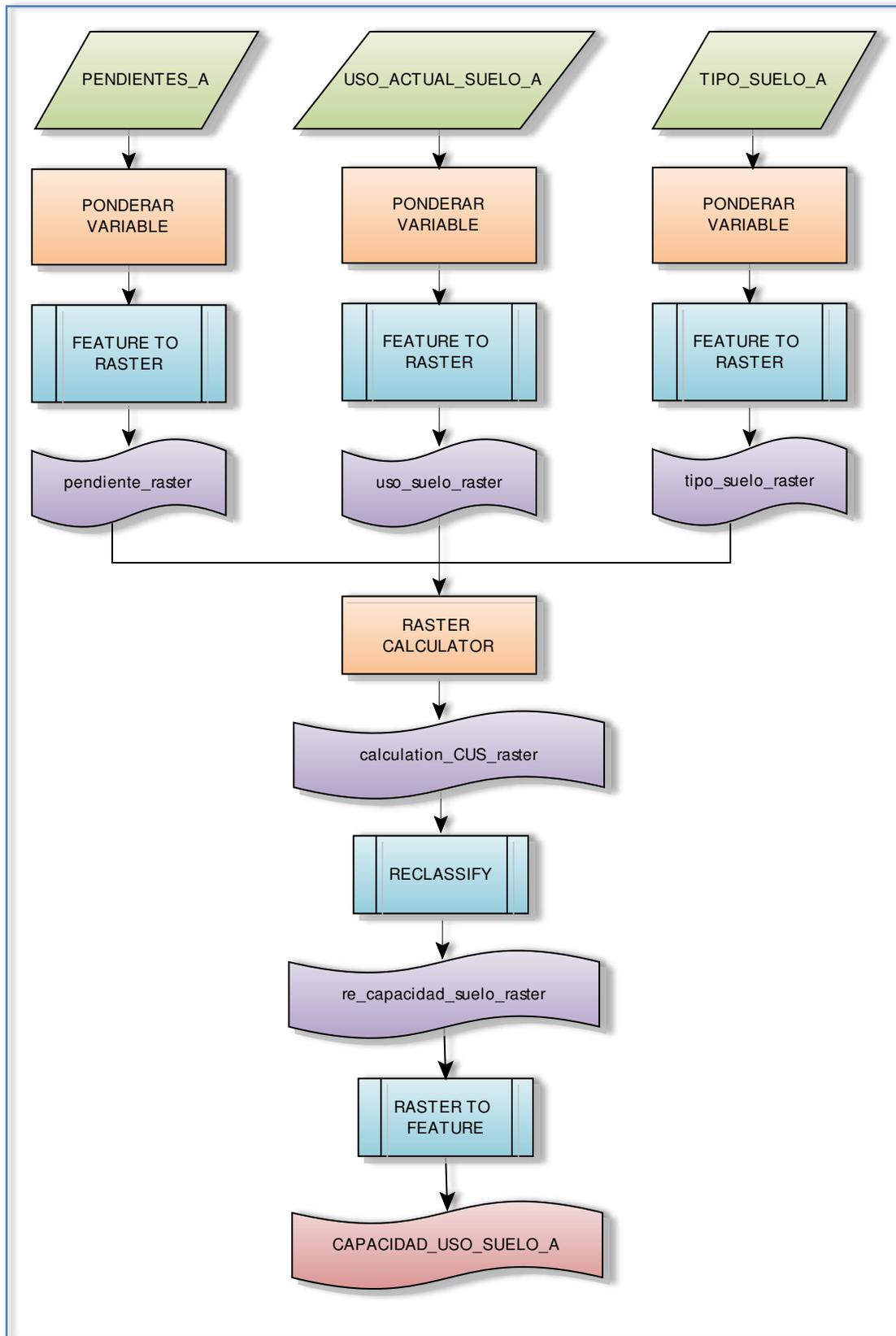
FIG. 3.18: Esquema de la Determinación de las UEE

A. VALOR PRODUCTIVO

Para determinar el valor productivo del sistema de la micro cuenca, se requiere el desarrollo del siguiente sub modelo:

A.1 Capacidad de Uso del Suelo

Para generar el mapa de capacidad de uso de suelo de la micro cuenca, serán incluidos factores abióticos como (pendientes, uso actual del suelo, y tipo de suelo), que sirven para definir la aptitud y actividad que se debe realizar en el territorio. (Ver FIG. 3.19)



3.19: Modelo Cartográfico para el desarrollo de Mapa de Capacidad de Uso del Suelo

Como se puede observar en la **FIG. 3.19** del modelo cartográfico de la capacidad de uso del suelo se necesita dar una ponderación a cada una de las variables que intervienen; esto se lo ha logrado mediante una matriz de pesos donde se evalúan a cada una de ellas.

Tabla 3.47: Matriz para Evaluar el Valor Productivo

VARIABLE	PESO	CATEGORÍA	PUNTOS	VALOR
PENDIENTES	4	0 - 30%	3	12
		30 - 60 %	4	16
		Mayor 60%	5	20
TIPO DE SUELO	3	INCEPTISOL	3	9
		INCEPTISOL + ENTISOL	5	15
USO ACTUAL DEL SUELO	2	Páramos	5	10
		Vegetación Arbustiva	4	8
		Pasto Natural	5	10
		Cultivos Ciclo Corto	1	2
		Nieve y Hielo	5	10
CLIMA*	1	Precipitación	0	...
		Temperatura	0	...

* La variable de clima no se ha tomado en cuenta para la para la ponderación de acuerdo a la capacidad del suelo, debido a que la variable clima es homogénea en todo la micro cuenca.

Con respecto al sistema de categorización, aplicado en la evaluación de la capacidad de uso de la tierra, se adoptó la clasificación basada en el Sistema Americano de la USDA-LCC (UnitedStatesDepartment of Agriculture - LandCapabilityClassification), la cual define el grado de limitaciones de uso utilizando como números romanos: Clase I, para indicar tierras con ligeras

limitaciones, aumentando progresivamente hasta llegar a la Clase VIII, que indica tierras con muy severas limitaciones. **Ver ANEXO B**

Tabla 3.48: Clases de Capacidad de Uso del Suelo de la Micro cuenca

CAPACIDAD DE USO	CLASE	PUNTAJE
Agrícola Y Ganadera	I - V	10 – 22,835
Cobertura Natural	VI - VII	22.845 – 22,8775
Protección y Conservación	VIII	22,8875 - 23

Mediante herramientas SIG, se determina el área de las zonas de acuerdo a la capacidad de uso del suelo. Ver **ANEXO A** (Mapa del Valor Productivo)

Tabla 3.49: Capacidad de Uso del Suelo de la micro cuenca del Río Saucay

UEE	CAPACIDAD DE USO	AREA (km ²)	AREA (%)
U01	Agrícola y Ganadera	31,232	34,368
U02	Cobertura Natural	45,567	49,996
U03	Protección y Conservación	14,342	15,736
	TOTAL	91,141	100

B. VALOR BIO ECOLOGICO

Esta evaluación se realizó sobre la base de la información de vegetación (flora), fauna, calidad de agua y geomorfología. Para la evaluación de cada UEE con criterio de Valor Bio Ecológico, se debe utilizar una matriz donde interviene cada una de las variables indicadas:

B.1 Variable Flora

El análisis de la vegetación se fundamenta en la presencia o existencia de variabilidad de hábitats; que equivale a la evaluación de la diversidad de especies que ofrece cada zona de vida.

B.2 Variable Fauna o Biodiversidad (endemismos)

Aquellas zonas donde se ha registrado valores significativos en términos de número de especies, o especies endémicas, raras o amenazadas de extinción son consideradas con el mayor calificativo.

B.3 Variable Geomorfología

Se evalúa las distintas unidades geomorfológicas si están o no relacionadas con el criterio de conservar los procesos ecológicos.

B.4 Variable Calidad del Agua

Esta evaluación se establece de acuerdo al análisis de los parámetros en las muestras de agua tomadas y se determina la calidad de agua que existe en la zona.

Tabla 3.50: Niveles y Grados para la Evaluación de las variables para determinar el Valor Bio Ecológico

NIVEL DE VALOR BIOECOLOGICO	GRADO DE VALOR BIOECOLOGICO		
MUY ALTO		3,0	
		2,9	
		2,8	
		2,7	
ALTO		2,6	
		2,5	
		2,4	
		2,3	
MEDIO		2,2	
		2,1	
		2,0	
		1,9	
		1,8	
BAJO		1,7	
		1,6	
		1,5	
		1,4	
MUY BAJO		1,3	
		1,2	
		1,1	
		1,0	

Tabla 3.51: Matriz para Evaluar el Valor Bio Ecológico*

VARIABLE	PESO	CATEGORÍA	GRADOS DE VALOR BIOECOLOGICO	VALOR
FLORA	5	Páramos	3,0	15
		Vegetación Arbustiva	2,8	14
		Pasto Natural	2,5	12,5
		Cultivos Ciclo Corto	1,8	9
GEOMORFOLOGIA	3	Relieve Colinado Pendiente (0-30%) Cimas Planas Flanco Convexo	2,2	6,6
		Relieve Montañoso Pendiente (30-60%) Cimas Subagudas Flancos Convexos	2,4	7,2
		Relieve Escarpado Pendiente (mayor a 60%) Cimas Agudas Flancos Rectilíneos	3,0	9
CALIDAD DE AGUA**	4	Aguas Moderadamente contaminadas	2,5	10
		Aguas Ligeramente contaminadas	2,5	10
		Aguas No contaminadas	3,0	12

* La variable FAUNA es muy importante para la evaluación del Valor Bio Ecológico, pero en este caso fue imposible analizarlo ya que no existe información geo referenciada.

** Se evaluó la calidad del agua con los índices de calidad del agua ICA.

Con respecto a la evaluación de la matriz se la calificó dentro de los niveles (MUY ALTO a MEDIO) ya que los ecosistemas existentes en la zona de estudio son de suma importancia bio ecológica.

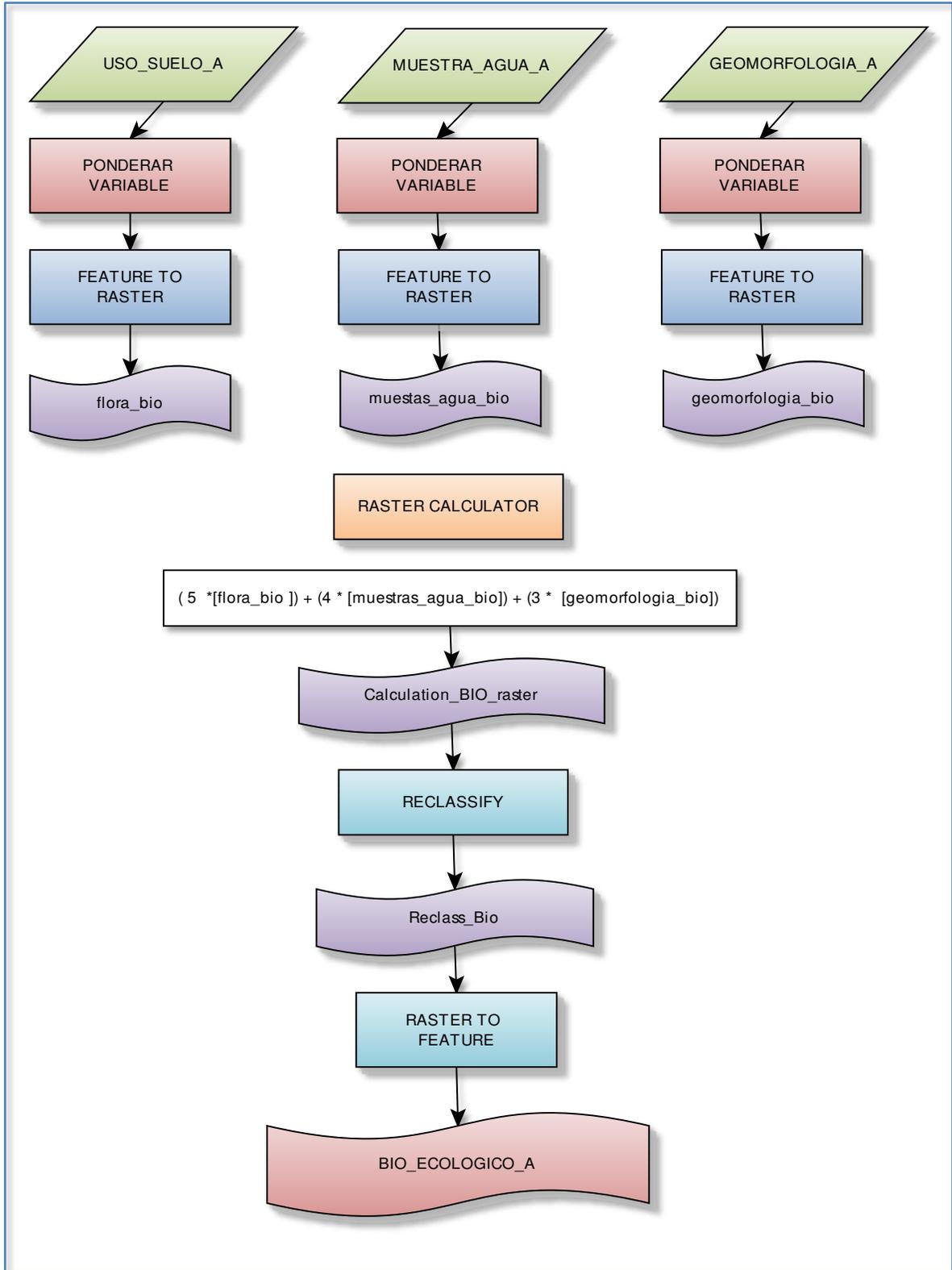


FIG 3.20: Modelo Cartográfico para el desarrollo de Mapa de Bio Ecológico

Como resultado de desarrollar el modelo cartográfico (Ver FIG 3.20) en el SIG; quedan definidas las unidades en la zona de la micro cuenca de acuerdo a los niveles Bio Ecológicos. Ver **ANEXO A** (Mapa Bio Ecológico)

Tabla 3.54: Niveles de Bio Ecología de la micro cuenca del Río Saucay

UEE	NIVEL DE VALOR BIOECOLOGICO	DESCRIPCION
U04	MUY ALTO	Esta zona presenta un gran valor bio ecológico por su flora y la calidad del agua es óptima. Zonas de Conservación y Protección
U05	ALTO	Zonas que mantienen aún su vegetación nativa con un grado mínimo de intervención. Zonas de Rehabilitación y Recuperación
U06	MEDIO	Zonas intervenidas por actividades productivas. Y se necesita definir sistemas de producción sostenibles.

C. VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad está relacionada directamente con la sensibilidad ambiental y riesgos naturales, donde su principal objetivo es determinar las áreas que presentan alto riesgos por estar expuestas a procesos geo dinámicos (deslizamientos, erosión, inundación, heladas) y otros procesos que afectan o hacen sensible al territorio.

En tal sentido, el grado de vulnerabilidad deberá ser definido sobre la base de su geología, geomorfología, suelos, clima, pendiente y vegetación. Para esta evaluación también se debe utilizar una escala valorativa constituida por 5 niveles de vulnerabilidad y 21 grados de vulnerabilidad que va de 1 a 3, desde zonas estables hasta zonas vulnerables, tal como se muestra en la **Tabla 3.**

Tabla 3.52: Niveles y Grados para la Evaluación de las variables para determinar Vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD		
VULNERABLE		3,0	
		2,9	
		2,8	
		2,7	
MODERADAMENTE VULNERABLE		2,6	
		2,5	
		2,4	
		2,3	
MEDIANAMENTE VULNERABLE		2,2	
		2,1	
		2,0	
		1,9	
		1,8	
MODERADAMENTE ESTABLE		1,7	
		1,6	
		1,5	
		1,4	
ESTABLE		1,3	
		1,2	
		1,1	
		1,0	

Tabla 3.53: Matriz para Evaluar Vulnerabilidad

VARIABLE	PESO	CATEGORÍA	GRADO DE VULNERABILIDAD
GEOLOGÍA	2	Limolitas, lavas, arenas volcánicas y cuarzo	1,8
		Aglomerados, lava, dacita	2,0
		Depósitos de tilitas	1,3
GEOMORFOLOGIA	2,5	Relieve Colinado	2,2
		Relieve Montañoso	2,6
		Relieve Escarpado	3,0
PENDIENTES	3,5	0 - 30%	2,0
		30 - 60 %	2,5
		Mayor 60%	3,0
TIPO DE SUELO	1,5	INCEPTISOL	2,2
		INCEPTISOL + ENTISOL	1,8
COBERTURA VEGETAL	3	100% Páramo	2,0
		70% Páramo con 30% Cultivos Ciclo Corto	2,6
		100% Vegetación Arbustiva	2,0
		100% Cultivos Ciclo Corto	3,0
		70% Cultivos Ciclo Corto con 30% Pasto Natural	2,7
		100% Nieve y Hielo	2,0
CLIMA	1	Precipitación	2,0

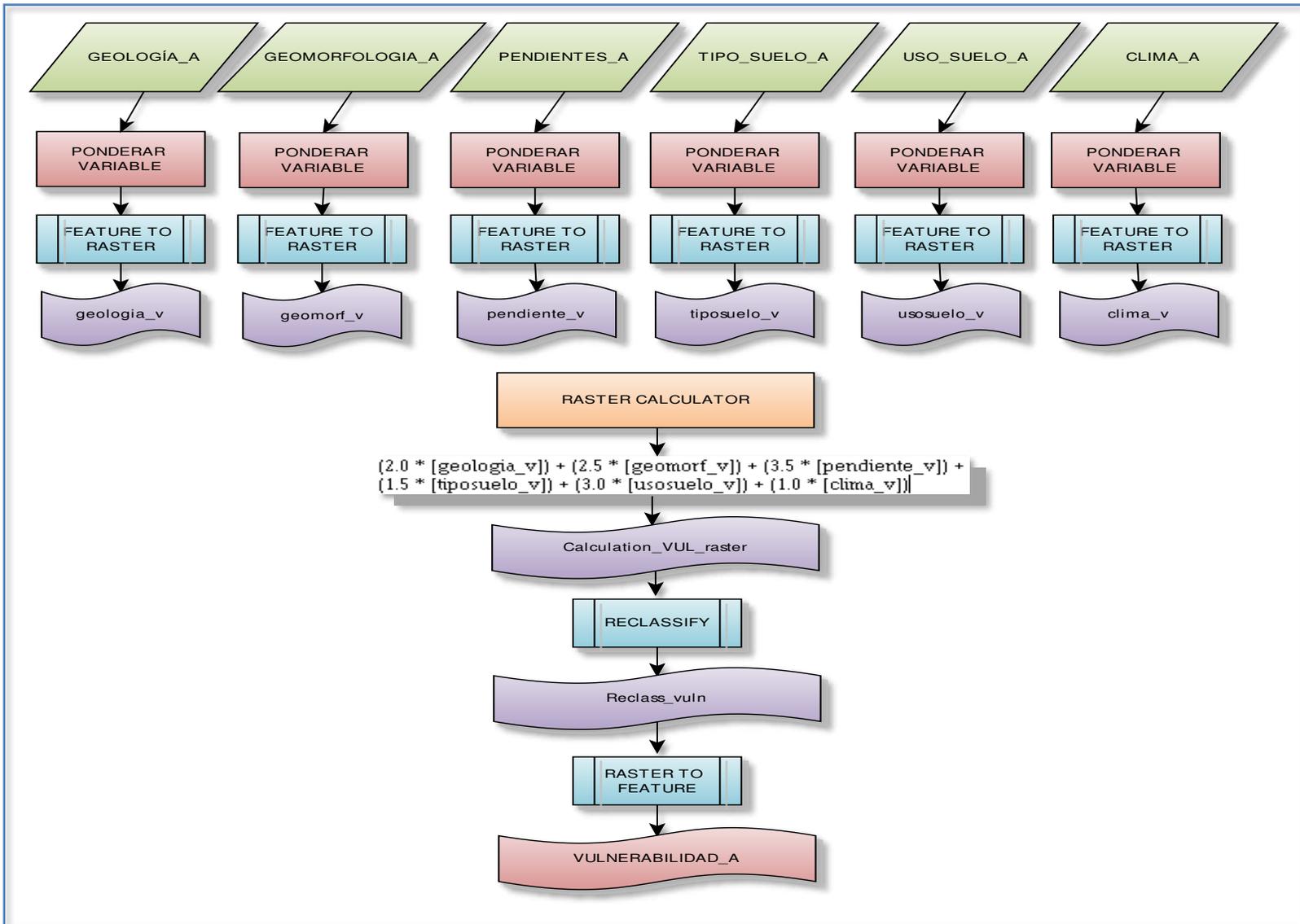


FIG 3.21: Modelo Cartográfico para el desarrollo de Mapa de Vulnerabilidad

Como resultado de desarrollar el modelo cartográfico (Ver FIG 3.21) en un SIG en este caso ArcGIS 9.3; quedan definidas las unidades en la zona de la micro cuenca de acuerdo a la vulnerabilidad. Ver **ANEXO A** (Mapa de Vulnerabilidad)

Tabla 3.54: Niveles de Vulnerabilidad de la micro cuenca del Río Saucay

UEE	NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION
U07	VULNERABLE	Debido a que estas zonas presentan pendientes pronunciadas y áreas descubiertas de vegetación, son altamente vulnerables a la erosión y deslizamientos.
U08	MODERADAMENTE VULNERABLE	Zonas colinadas de pendiente moderadas con suelos fijos representan una amenaza moderada a la erosión y deslizamientos en suelos descubiertos y sobre utilizados.
U09	MEDIANAMENTE VULNERABLE	Áreas sin amenazas mayores, cubiertas por vegetación, suelos estables y de pendientes bajas.
...	MODERADAMENTE ESTABLE	No se puede evaluar en estos niveles de vulnerabilidad ya que el área de estudio presenta una morfología montañosa con pendientes pronunciadas.
...	ESTABLE	

D. CONFLICTOS AMBIENTALES

Para identificar las zonas con conflicto ambiental, se debe cruzar las variables capacidad de uso del suelo con uso actual del suelo.

La evaluación se realizó mediante una matriz en la que se analiza el uso actual del suelo con la capacidad de uso del suelo donde se determina si las zonas son bien utilizadas, subutilizadas, sobreutilizadas, o mal utilizadas.

Tabla 3.55: Clasificación del Conflicto Ambiental

CALIFICACION	COD
USO ADECUADO	BIEN
SUB UTILIZADO	SUB
SOBRE UTILIZADO	SOBRE
MAL UTILIZADO	MAL

Tabla 3.56: Matriz para Evaluar Conflictos Ambientales

USO POTENCIAL USO ACTUAL	Agricultura y Ganadería	Cobertura Natural	Protección y Conservación
100% Páramo	MAL	BIEN	BIEN
70% Páramo con 30% Cultivos Ciclo Corto	SOBRE	BIEN	BIEN
100% Vegetación Arbustiva	MAL	BIEN	BIEN
100% Cultivos Ciclo Corto	SOBRE	SUB	BIEN
70% Cultivos Ciclo Corto con 30% Pasto Natural	SOBRE	SUB	BIEN
100% Nieve y Hielo	MAL	BIEN	BIEN

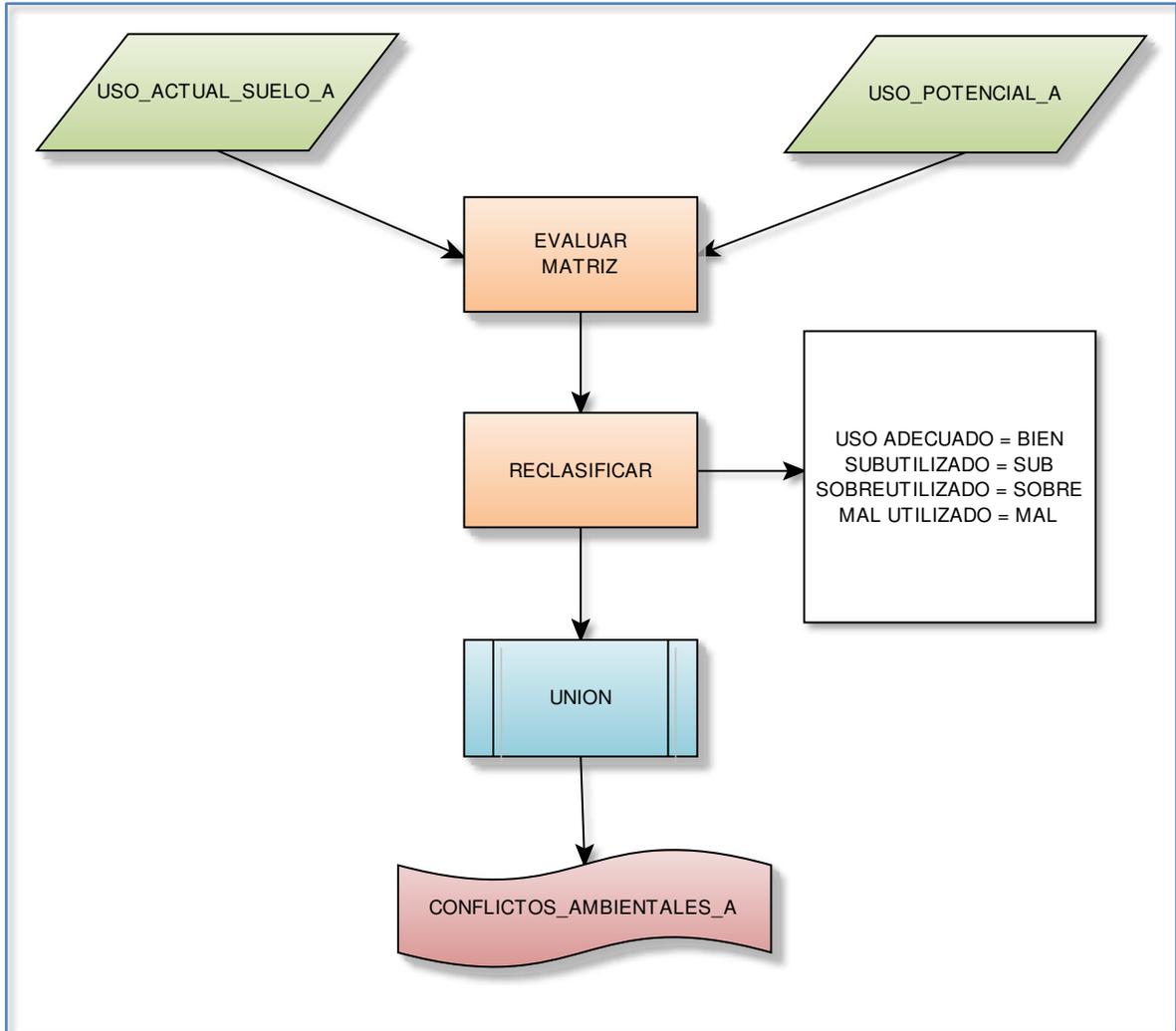


FIG: 3.22: Modelo Cartográfico para el desarrollo de Mapa de Conflictos Ambientales

De acuerdo al cálculo de áreas de los conflictos de uso dentro de la micro cuenca la mayor parte de área se encuentra con un uso adecuado del territorio, como muestra la siguiente tabla: **Ver ANEXO A (Mapa de Conflictos de Uso del Suelo)**

Tabla 3.57: Conflictos de Uso del Suelo en la micro cuenca del Río Saucay

UEE	CONFLICTOS DE USO	AREA (km ²)	AREA (%)
U10	USO ADECUADO	62,291	68,36
U11	SOBRE UTILIZADA	28,826	31,64
		91,117	100

3.6.4.2 Fase de Consolidación

Determinación de las Zonas Ecológicas- Económicas

La superposición de los resultados de los sub modelos realizados en la Fase de Modelamiento anteriormente señalados, permite definir las zonas ecológicas económicas, expresados en un mapa de ZEE.

Cada zona debe expresar las diversas alternativas de uso sostenible que posee un territorio. El tipo de la categoría corresponderá a la aptitud de uso predominante de dicha UEE.

Las categorías de uso a utilizar en el proceso de ZEE serán las siguientes:

Tabla 3.58: Unidades temáticas del mapa de ZEE

ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA		
ZONA DE PRODUCCION	DESCRIPCION	Incluye a las áreas que podrán ser dedicadas a actividades productivas, teniendo como premisa el buen uso y manejo del suelo. El manejo de esta zona se hará bajo criterios de sostenibilidad, de manera que el desarrollo de la misma no cause ningún deterioro en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas ni de los recursos naturales presentes.
	USO PRINCIPAL	Corresponde a todas las actividades productivas que propendan por el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales, manteniendo la capacidad productiva de los suelos.
	USOS COMPATIBLES	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de infraestructura que permita mejorar la captación, suministro y distribución de agua. • Investigaciones básicas orientadas al desarrollo de alternativas productivas que tengan rentabilidad económica y viabilidad ecológica y al mejoramiento de los sistemas actuales. • Desarrollo de prácticas de manejo y conservación de suelos.
	USOS PROHIBIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Vertimiento de aguas residuales a las corrientes hídricas. • Uso excesivo de agroquímicos que puedan causar afectación de las aguas y suelo. • Introducción de especies de fauna y flora exóticas que puedan ocasionar grave riesgo a los recursos bióticos existentes en la micro cuenca.
	USOS CONDICIONADOS	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de carreteras y obras de infraestructura mayores como represas. • Construcción de urbanizaciones campestres.

ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA

ZONAS CRITICAS	DESCRIPCION	<p>Corresponde a aquellas áreas que a pesar de haber sido alteradas por actividades antrópicas, tienen especial importancia ecológica bien sea por su ubicación en sectores donde presentan nacimientos de agua, por su localización en inmediaciones de relictos de bosques o páramos. Los criterios para delimitar estas zonas son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Áreas sin cobertura vegetal original.• Zonas de paramo que se encuentre deteriorados o desprovistos de la vegetación original.• Zonas deterioradas que representen amenaza potencial por la ocurrencia de procesos erosivos.
	USO PRINCIPAL	<p>Corresponde al diseño e implementación de todo tipo de actividades que conduzcan efectivamente a la recuperación de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas afectados.</p>
	USOS COMPATIBLES	<ul style="list-style-type: none">• Recuperación de áreas mediante labores de manejo de suelos.• Reforestación debe utilizarse exclusivamente especies nativas.• Investigaciones sobre tecnologías de restauración.• Monitoreo Ambiental
	USOS PROHIBIDOS	<ul style="list-style-type: none">• Destrucción de vegetación nativa.• Relleno de los humedales.• Producción agrícola y ganadera.• Quemaz
	USOS CONDICIONADOS	<ul style="list-style-type: none">• Construcción de represas, carreteras y otras obras de infraestructura que puedan causar alteraciones mayores al medio natural o dificultar su recuperación.



ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA

ZONAS ESPECIALES	DESCRIPCION	Dentro de esta zona se incluyen todos aquellos sectores considerados de importancia ambiental por la presencia de elementos naturales esenciales para la prestación de bienes y servicios ambientales fundamentales para el desarrollo local y regional, así como las áreas que presentan un bajo grado de alteración antrópica o que muestran una especial fragilidad ecológica.
	USO PRINCIPAL	Debe estar orientado a la conservación y la protección de los recursos naturales y por lo tanto el desarrollo de los demás actividades debe estar sujeto al cumplimiento de este propósito.
	USOS COMPATIBLES	<ul style="list-style-type: none">• Reforestación con miras de enriquecimiento del bosque alto andino y páramo, protección del suelo y la micro cuenca hidrográfica.• Obras para el manejo y la regulación del recurso hídrico.• Desarrollo de todo tipo de acciones para control de incendios.
	USOS PROHIBIDOS	<ul style="list-style-type: none">• Producción agrícola y ganadera.• Asentamientos humanos.• Deforestación, quemas y eliminación de la vegetación del páramo.
	USOS CONDICIONADOS	Uso de recursos naturales con fines investigativos por parte de instituciones científicas o universitarias, o personas naturales.

Tabla 3.59: Matriz para Identificar las Zonas de Uso para cada UEE, sobre la base de los resultados de la Fase de Modelamiento

UNIDAD ECOLOGICA ECONOMICA (UEE)	ZONA PRODUCTIVA	ZONA CRITICAS	ZONAS ESPECIALES
U01	X		
U02		X	
U03			X
U04			X
U05		X	
U06	X		
U07			X
U08			X
U09	X		
U10		X	
U11		X	

Para alcanzar los resultados, se procedió calificar cada UEE en cada Zona de Manejo para finalmente obtener el **MAPA DE ZONIFICACIÓN ECOLOGICA ECONOMICA** (Ver ANEXO A)

Tabla 4.29: Unidades temáticas del mapa de ZEE

ZEE	AREA (Km2)
ZONAS PRODUCTIVAS Agrícola y Ganadera	10,843
ZONAS CRITICAS Recuperación y Rehabilitación	32,629
ZONAS ESPECIALES Protección y Conservación	46,681
TOTAL	91,13

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN SIG PARA LA ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA

La ZEE viene a constituir una propuesta lograda a partir de la evaluación de los diferentes valores de uso del territorio (modelos) y que a través de la participación y concertación se decide cuáles son las diferentes alternativas de uso, así como, los usos compatibles; de tal manera que se promueve el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, sobre la base de las potencialidades y limitaciones del territorio⁵⁷.

Es por esto la importancia de la organización de una base de datos alfanumérica y gráfica, que desempeña un elemento importante para el análisis y estructuración de un SIG para la Zonificación Ecológica Económica, donde se almacene datos de tipo numérico y nominal.

4.1 CATÁLOGO DE OBJETOS

Debido al uso de información geoespacial, ya que este tipo de información ofrece más funcionalidades para realizar distintos estudios, pero a su vez requiere de una buena gestión que permita su optimización.

⁵⁷ **GUIA TECNICA DE MODELAMIENTO SIG PARA LA ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA**,
Elaborado por la Dirección General de Ordenamiento Territorial del Ministerio del Ambiente del Perú, Julio 2010.

Es por ello que surgen la necesidad de realizar un catálogo de objetos geográficos de la micro cuenca; el cual permita a los usuarios como a los productores hablar en un lenguaje común respecto al contenido de los conjuntos de datos y por consiguiente tener una mayor comprensión de su alcance.

Este catálogo de objetos fue elaborado en base a los estándares del CLIRSEN⁵⁸, pero con las modificaciones correspondientes para nuestro propósito; para efectuar la Zonificación Ecológica Económica de la micro cuenca.

Cabe mencionar que toda la información del sistema está definida con proyección U.T.M (Universal Transversa de Mercator) Zona 17 Sur y sistema de referencia WGS 84.

4.1.1 Componentes del Catálogo de Objetos

A. CATEGORÍA

Ordena en forma general los elementos que van a ser modelados en cada MAPA TEMATICO.

B. SUBCATEGORÍA

Son los subconjuntos de la categoría que tienen características similares y se pueden agrupar.

- **Feature Dataset:** es el nombre de la carpeta que contiene la subcategoría.

C. OBJETO

Unidad fundamental de la información geográfica y se refiere a la forma en que es abstraída la realidad teniendo en cuenta la escala en la que se requiere la información de la superficie terrestre.

⁵⁸ *CATALOGO DE OBJETOS TEMATICO PRELIMINAR*, (Documento Propuesta), Versión 1.0, Edición Julio 2009.

- **Feature Class:** La nomenclatura para cada objeto y se basa en la utilización de tres letras al final que identifica el tipo de cobertura:
 - La letra _P para coberturas tipo punto
 - La letra _L para coberturas tipo línea y
 - La letra _A para coberturas tipo polígono

D. ATRIBUTOS

Representan aquellas propiedades más relevantes que tiene cada objeto.

E. DOMINIOS

Especifica un rango de valores numéricos o calificativos, válidos para cada atributo.

A continuación se puntualiza rápidamente cómo queda la clasificación sugerida de acuerdo a las categorías y subcategorías que contiene nuestro Catálogo de Objetos para la micro cuenca del Río Saucay, en el **(ANEXO C)**, se puede apreciar detalladamente el CATALOGO DE OBJETOS TEMATICO DE LA MICRO CUENCA DEL RIO SAUCAY. (Ver Tabla 4.1)

Tabla 4. 1: Clasificación del Catálogo de Objetos según las Categorías

ID	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	OBJETOS
A01	MAPA BASE	REPRESENTACION DEL RELIEVE	CURVAS_NIVEL_L PUNTOS_ACOTADOS_P
		CUERPOS DE AGUA	RIOS_L LAGO_LAGUNA_A
		TRANSPOTACION CARRETERAS	SENDERO_L
		MISCELANEOS	POBLADO_P DELIMITACION_MICROCUENCA_A
A02	MAPA DE PENDIENTES		PENDIENTES_A
A03	MAPA GEOLOGICO		GEOLOGÍA_A FALLAS_GEOLOGICAS_L
A04	MAPA GEOMORFOLOGICO		GEOMORFOLOGIA_A HORNS_A CIRCO_GLACIAR_L
A05	MAPA DE TIPO DE SUELOS		TIPO_SUELO_A
A06	MAPA DE USO SUELO Y COBERTURA VEGETAL		USO_SUELO_A
A07	MAPA DE CALIDAD AGUA		MUESTRAS_AGUA_P
A08	MAPA DE FLORA		FLORA_A
A09	MAPA DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO		CAPACIDAD_USO_SUELO_A

ID	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	OBJETOS
A10	MAPA BIO ECOLOGICO		BIO_ECOLOGICO_A
A11	MAPA DE VULNERABILIDAD		VULNERABILIDAD_A
A12	MAPA DE CONFLICTOS AMBIENTALES		CONFLICTOS_AMBIENTALES_A
A13	MAPA DE ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA		UNIDADES_ZEE_A

4.2 BASE DE DATOS ESPACIAL E IMPLEMENTACION DE GEODATABASE

La Geodatabase, es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica como datos vectoriales, raster, CAD, topología y tablas.

Para la creación de una Geodatabase se requiere tener una estructuración de la información, la misma que sea entendible y de fácil manejo para el usuario, donde se pueda visualizar los datos del área de estudio y pueda identificar, las variables de estudio.

La geodatabase es una colección de datasets de diversos tipos que se utiliza en ArcGIS y se administra en una carpeta de archivos o una base de datos relacional. Es la fuente de datos nativa para ArcGIS y se utiliza para la edición y automatización de datos en ArcGIS.

Las coberturas temáticas fueron almacenadas en geodatabase debido a que tienen las siguientes ventajas:

- Tiene única localización de los datos almacenados
 - La validación espacial y de atributos
 - Tiene soluciones escalables de almacenamiento
 - Posee características personalizadas.
 - Manejo de redes geométricas

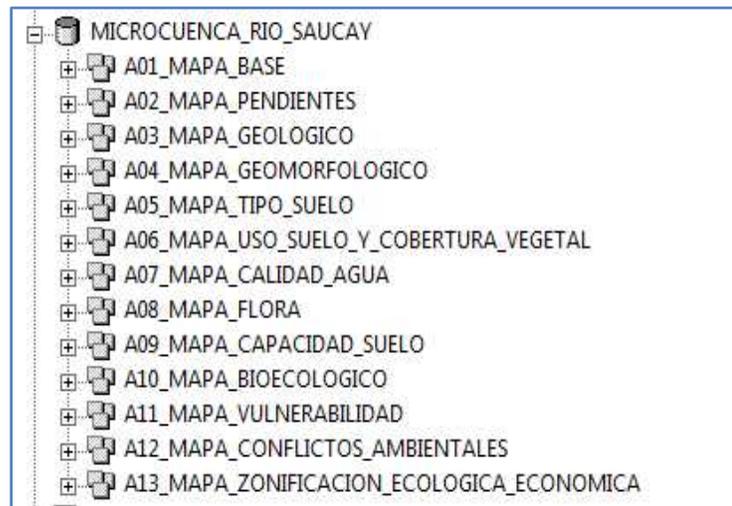


FIG. 4.1:Geodatabase de la Cartografía de los Mapas Temáticos de la Micro cuenca Río Saucay

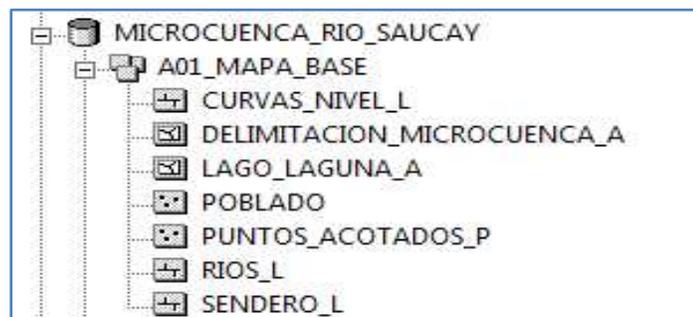


FIG. 4.1:Geodatabase Interna de la Cartografía del Mapa Base de la Micro cuenca Río Saucay

CAPÍTULO V

PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DE LA MICRO CUENCA DEL RÍO SAUCAY

5.1 MOMENTO EXPLICATIVO

La tabla 5.1 contiene la descripción de de los factores analizados anteriormente en el capítulo 3 para cada uno de los cuales hemos analizado sus indicadores más comunes y el estado en el que estos se encuentran de acuerdo a la siguiente simbología.

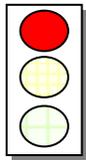
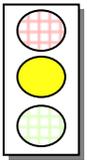
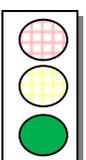
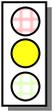
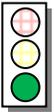
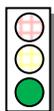
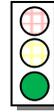
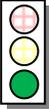
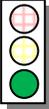
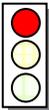
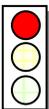
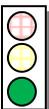
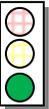
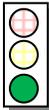
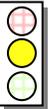
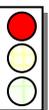
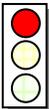
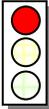
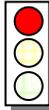
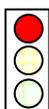
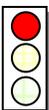
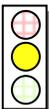
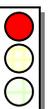
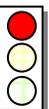
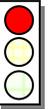
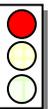
	El Indicador presenta malas condiciones		El indicador presenta condiciones constantes		El indicador presenta buenas condiciones
--	---	--	--	--	--

Tabla 5.1: Descripción de cada factor analizado con su respectivo indicador y el estado en el que este se encuentra

FACTOR	VARIABLES	INDICADORES	CRITERIO
ABIÓTICO	Geología	No aplica	Elemento intrínseco
	Geomorfología	Meteorización de las rocas	
	Hidrología	Caudal	
	Suelo	Proporción de superficie protegida	
		Nivel de fertilidad del suelo	

FACTOR	VARIABLES	INDICADORES	CRITERIO
ABIÓTICO	Paisaje	Fragilidad paisajística	
		Naturalidad paisajística	
	Clima	Temperatura	
		Precipitación	
	Calidad de Agua	Macro invertebrados	
		Oxígeno Disuelto	
	Sedimentos	Contaminación por Metales	No existen parámetros de comparación
BIÓTICO	Flora	Endemismo	
	Fauna	Endemismo	
SOCIO-ECONÓMICO CULTURAL	Demografía	Tasa de crecimiento demográfico	
		Tasa de migración	
	Salud	Centros de salud	

FACTOR	VARIABLES	INDICADORES	CRITERIO
SOCIO-ECONÓMICO-CULTURAL	Salud	Oferta de salud	
	Vivienda	Necesidades Básicas Insatisfechas	
	Servicios Básicos	Hogares con acceso alcantarillado	
		Hogares con acceso a agua potable	
		Hogares con acceso a luz eléctrica	
	Educación	Analfabetismo	
		Escolaridad	
	Producción	Producción Agrícola	
		Producción Ganadera	
	Comunicación	Vías de acceso	
		Medios de transporte	

5.1.1 Definición de Conflictos

- La zona de la micro cuenca posee pendientes muy fuertes en todo su territorio lo que la hacen propensa a deslizamientos.
- La micro cuenca del río Saucay está dentro de las cercanías del volcán Sangay, lo que hace que, aunque en menor escala, sea una zona de riesgo volcánico.
- Debido al sobrepastoreo y avance de la frontera agrícola, que causan una pérdida de vegetación, la micro cuenca es una zona muy propensa a la erosión y posterior desertificación.
- Por ser una zona de límite provincial, la micro cuenca conjuntamente con todos sus recursos afrontan un latente peligro de conflicto de intereses limítrofes en este caso a nivel provincial.
- La marginación de la región, con poca comunicación externa.

5.1.2 Definición de Capacidades

- Se trata de un territorio con vestigios culturales muy importantes, como es el caso del CapaqÑam, que de ser estudiados y socializados podrían servir como atractivos turísticos y educativos para todo el país.
- Es un territorio con gran capacidad hidrológica, que puede ser aprovechada entre otras cosas para la generación eléctrica en micro proyectos que contribuyan con el abastecimiento eléctrico del propio sector, reduciendo costos y ampliando la accesibilidad a este servicio en la zona.
- La zona cuenta con un gran potencial humano que ha sido relegado a través del tiempo, en gran parte por tratarse de personas que viven en territorios alejados pero que necesitan de formación académica que les pueda llevar a progreso de sus pueblos.

- El territorio de la micro cuenca del río Saucay, cuenta con una diversidad biológica que sigue en buenas condiciones y que si sigue siendo conservada traerá múltiples beneficios a los pobladores, tanto ambientales como sociales y económicos.
- La micro cuenca de río Saucay, es un territorio apto para el aprovechamiento agrícola, siempre y cuando este seade manera sostenible.

5.2 MOMENTO NORMATIVO

5.2.1 Formulación de la misión

La misión de la micro cuenca del río Saucay es la de generar recursos hídricos para mantener el equilibrio y caudal ecológico de las cuencas hidrográficas bajas de la zona y satisfacer las necesidades de abastecimiento del recurso agua a los pobladores del sector.

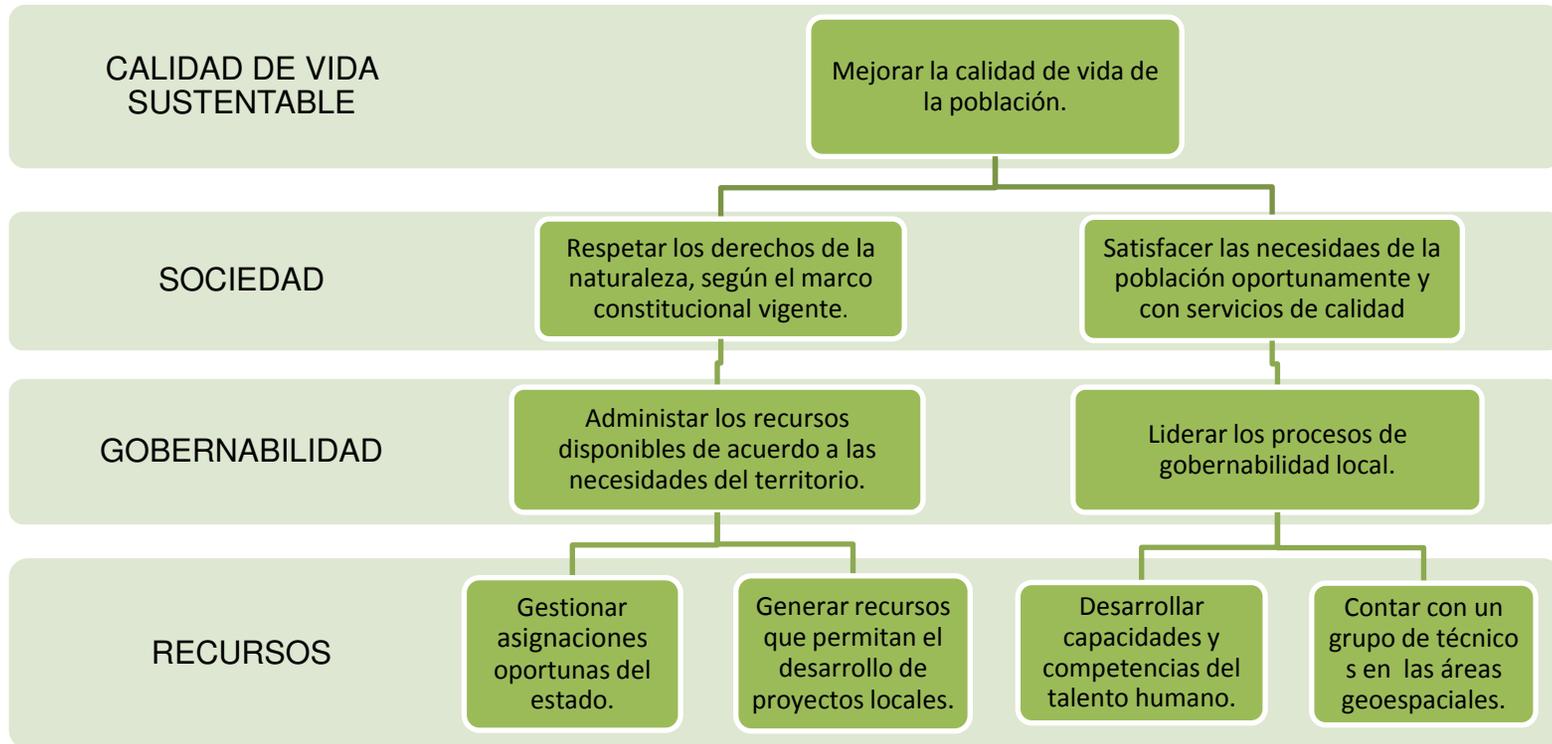
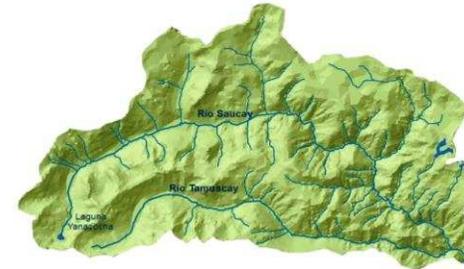
5.2.2Formulación de la visión

El territorio de la micro cuenca del río Saucay se proyecta hacia un desarrollo sustentable, aprovechando sus potencialidades físicas, culturales y ambientales.

5.2.3 Mapa Estratégico de la micro cuenca del río Saucay

VISIÓN DE FUTURO

La micro cuenca del río Saucay desarrollada sustentablemente a través de sus potencialidades físicas, culturales y ambientales.



5.2.4 Formulación de Políticas y Líneas de Acción Estratégicas

Las siguientes políticas y estrategias se extrajeron del Plan de Desarrollo 2007 que forma parte del Plan Nacional del Buen Vivir creado por la SENPLADES.

Tabla 5.2: Definición de políticas y líneas de acción estratégicas

POLÍTICAS	ESTRATEGIAS
<p>1. Manejar integralmente los recursos hídricos con enfoque de cuenca hidrográfica, a través del desarrollo de políticas públicas integrales de manejo del recurso agua y el desarrollo de un marco legal e institucional coherente y participativo.</p>	<p>Desarrollo de una política integral del recurso agua, con criterios de racionalidad social y equidad entre poblaciones y regiones, y entre campo y ciudad.</p>
	<p>Desarrollo de un marco legal e institucional coherente y participativo.</p>
<p>2. Incentivar el desarrollo local participativo y promover un desarrollo territorial equilibrado e integrado.</p>	<p>Apoyo a la ejecución de los planes de desarrollo local, garantizando que la inversión pública esté en función de las necesidades y disparidades territoriales.</p>
	<p>Fortalecimiento de la autonomía de los gobiernos locales y de las organizaciones sociales.</p>
<p>3. Impulsar procesos de innovación institucional para la gobernanza participativa.</p>	<p>Promoción a la institucionalización de veedurías ciudadanas con financiamiento público.</p>
	<p>Promoción de mecanismos de cogestión y control participativos a nivel de los territorios: Consejos Gestores de Salud / Educación / Agua / Ambiente / Servicios Públicos.</p>
<p>4. Capacitar de manera continua a la fuerza de trabajo para lograr incrementos constantes de la productividad laboral.</p>	<p>Desarrollo de mecanismos de información y coordinación para aproximar la oferta de profesionales proveniente de las universidades del país a la demanda del sector .</p>

5.3 MOMENTO ESTRATÉGICO

5.3.1 Formulación de estrategias

Las estrategias que se han definido en la tabla 5.3 del presente estudio, han sido trazadas como un camino desde los objetivos estratégicos hacia la visión propuesta para la micro cuenca del río Saucay.

Tabla 5.3: Definición de estrategias para cada componente y sub componente estudiado

COMPONENTE	SUB COMPONENTE	ESTRATEGIAS
ABIÓTICO	Geología	Fortalecimiento de la investigación geológica del centro oriente del país, mediante el presente estudio y que sea un punto de partida y una buena fuente de consulta para futuras investigaciones.
	Geomorfología	Desarrollo de la investigación de la geomorfología del centro oriente del país, mediante el presente estudio y que sea un punto de partida y una buena fuente de consulta para futuras investigaciones.
	Hidrología	Apoyo a la política estatal de protección del recurso agua y conservación del ecosistema proveedor de agua en las zonas altas de los páramos del sur este de la prov. de Chimborazo.
	Clima	Fortalecimiento a la red de monitoreo climático que posee el INAMHI, mediante la localización de nuevas estaciones en la zona sur este de la prov. de Chimborazo, que reflejen la realidad climatológica de la zona.
	Tipos y Usos del Suelo	Fortalecimiento de las regulaciones para el uso y conservación del suelo.
	Calidad de Aguas	Socialización de programas encaminados al buen uso y conservación del agua y sus fuentes.
	Paisaje	Fomento a la conservación y aprovechamiento del recurso paisajístico de la zona del sur este de la prov. de Chimborazo.
	Sedimentos	Impulso de una normativa para el control de la contaminación con metales de los sedimentos en cursos fluviales de la prov. de Chimborazo.

COMPONENTE	SUB COMPONENTE	ESTRATEGIAS
BIÓTICO	Flora	Fortalecimiento a la investigación para la publicación de inventario de flora del sur este de la provincia de Chimborazo.
	Fauna	Fortalecimiento a la investigación para la publicación de inventario de fauna del sur este de la provincia de Chimborazo.
SOCIO ECONOMICO CULTURAL	División Político - Administrativo	Fomento a la participación de organizaciones sociales e involucramiento de mujeres indígenas en los cargos públicos.
	Demografía	Fomento a programas de educación sexual y reproductiva.
	Salud	Apoyo a programas comunitarios de prevención, promoción y rehabilitación, promovidos por entidades de salud pública.
	Vivienda y Servicios Básicos	Establecimiento de estándares de calidad en la gestión y provisión de servicios públicos y sociales.
	Educación	Fomento a las campañas de capacitación continua de docentes.
	Producción	Apoyo a la creación de asociaciones de artesanos y microempresarios.
	Comunicación y Transporte	Fomento a la creación de empresas de transporte público y consecución de recursos para mejoramiento de redes viales.

5.3.2 Definición de indicadores.

Los indicadores de cada componente de la línea base ambiental fueron definidos en la tabla 5.1 del Momento Explicativo, y a continuación para cada uno de los mencionados indicadores se definen metas que son compuestas de cantidades y períodos de consecución.

Tabla 5.4. Definición de indicadores y metas

COMPONENTE	SUB COMPONENTE	INDICADORES	METAS
ABIÓTICO	Geología	No aplica	
	Geomorfología	Meteorización de las rocas	Reducir el nivel de meteorización de las rocas en un 30% la micro cuenca reduciendo su exposición a factores externos en un periodo de un año.
	Hidrología	Caudal	Conservar el caudal de los ríos en un 100% del actual durante el periodo de diez años.
	Suelo	Proporción de superficie protegida	Conservar el área de la micro cuenca dentro del Parque Nacional Sangay en un 100% con relación a la actualidad durante un periodo de diez años.
		Nivel de fertilidad del suelo	Aprovechar en un 30% más la fertilidad del suelo en un periodo de un año.
	Paisaje	Fragilidad	Conservar el 100% de fragilidad paisajística de la micro cuenca en un periodo de 10 años.
		Naturalidad	Conservar el 100% de fragilidad paisajística de la micro cuenca en un periodo de 10 años.
	Clima	Precipitación	Conservar el 100% de precipitación natural de la micro cuenca.
		Temperatura	Conservar el 100% de temperatura natural de la micro cuenca.
	Calidad de Agua	Macro invertebrados	Mantener el 80% de macro invertebrados en aguas de la micro cuenca en un periodo de un año.
	Sedimentos	Oxígeno Disuelto	Conservar el 100% de oxígeno disuelto en las aguas de la micro cuenca por un periodo de tiempo de un año

COMPONENTE	SUB COMPONENTE	INDICADORES	METAS
BIÓTICO	Flora	Endemismo	Lograr la sobrevivencia de un 30% adicional de especies endémicas en un periodo de tiempo de tres años.
	Fauna	Endemismo	Lograr la sobrevivencia de un 30% adicional de especies endémicas en un periodo de tiempo de tres años.
SOCIO ECONÓMICO CULTURAL	Demografía	Tasa de crecimiento demográfico	Reducir en un 5% la tasa de crecimiento demográfico en un periodo de diez años.
		Tasa de migración	Reducir en un 30% la tasa de migración en un periodo de diez años.
	Salud	Centros de Salud	Aumentar en un 30% los centros de salud aledaños a la micro cuenca en un periodo de tres años.
		Oferta de Salud	Aumentar en un 50% la oferta de salud pública en un periodo de tres años.
	Vivienda	NBI	Compensar en un 30% las necesidades básicas insatisfechas en un período de tiempo de tres años.
		Hogares con acceso alcantarillado	Aumentar en un 30% los hogares con alcantarillado en un plazo de dos años.

5.4 MOMENTO OPERATIVO

5.4.1 Formulación del Plan de Manejo de la micro cuenca del río Saucay

Con el fundamento en los resultados de la Zonificación Ecológica Económica, se ha definido para cada zona identificada un programa con sus respectivos proyectos que buscan solucionar, prevenir o mitigar un problema específico o potenciar una situación de especial relevancia en la micro cuenca. Ver FIG. 5.1



FIG 5.1: PLANES DE MANEJO

A continuación se detallan los programas con sus respectivos proyectos:

5.4.1.1 PROGRAMA DE ADECUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Objetivos:

- Brindar asistencia técnica para el mejoramiento, reubicación y adecuación de las actividades productivas que generen impacto en la micro cuenca del río Saucay.
- Promover el desarrollo de alternativas productivas sostenibles diferentes a las tradicionales.

Justificación:

Como es común en la sierra ecuatoriana, las cuencas de sus ríos, debido a su gran valor productivo, son usadas para la agricultura y ganadería, las cuales en gran parte se desarrollan de forma desorganizada y en lugares que no son aptos para este tipo de uso. La micro cuenca del río Saucay no es la excepción, en ésta, la frontera agrícola avanza hacia cotas cada vez más altas, cambiando el paisaje característico del páramo que la conforma, lo cual nos muestra la importancia de delimitar zonas que sean aptas para este propósito.

Otro gran problema de las actividades productivas que se dan en la micro cuenca, se debe a la falta de sistemas sostenibles de producción por lo cual estas se desarrollan de manera descontrolada y en forma intensiva, con el uso de agroquímicos que contaminan el suelo y los afluentes gracias a las escorrentías, y por falta de tratamiento de desechos de la ganadería que de igual manera produce un impacto a los recursos. Dado que las actividades productivas antes mencionadas son de las cuales depende la propia subsistencia de las comunidades locales, es de vital importancia que estas se desarrollen de manera técnica y de forma amigable con el medio ambiente.

Por las razones antes mencionadas podemos establecer como finalidad del programa de adecuación e implementación de actividades productivas, incentivar el correcto uso del suelo, al desarrollar las actividades como la agricultura y ganadería en la zona que se ha definido como adecuada para este propósito gracias al presente estudio y zonificación.

Proyectos:

NOMBRE PROYECTO:	IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN
LOCALIZACIÓN:	Sectores ubicados en la ZEE como " Zona de producción agrícola y pecuaria"
TIEMPO:	Largo Plazo (10 años)

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

La escasa población asentada en la micro cuenca de río Saucay ha desarrollado tradicionalmente actividades basadas en el cultivo de haba y papa y la crianza de ganado lechero, y en las zonas altas, ganado rústico de lidia. En la zona predominan los latifundios, con propietarios ausentistas, que generalmente contrata personal que desarrollen las actividades productivas.

Desafortunadamente estas labores agropecuarias se desarrollan sin el adecuado manejo del suelo y agua, y en zonas que deberían estar destinadas exclusivamente al uso forestal y de cobertura natural.

El presente proyecto está encaminado a la orientación de las actividades hacia un desarrollo sostenible que permita que al mismo tiempo de mantener las actividades, ya que estas son las que sostienen las economías locales, se pueda desarrollarlas de manera que no causen impacto en su entorno, esto se lo puede hacer suministrando a los pobladores locales la información necesaria para la reconversión de los sistemas tradicionales agrícolas y pecuarios.



FOTO 5.1.: GANADO RÚSTICO DE LIDIA CRIADO EN EL PÁRAMO EN ZONA DE CONSERVACIÓN

NOMBRE PROYECTO:	DELIMITACIÓN DE ZONAS PRODUCTIVAS
LOCALIZACIÓN:	Sectores ubicados en la ZEE como " Zona de producción Agrícola y Pecuaria"
TIEMPO:	Largo Plazo (10 años)
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	
<p>La micro cuenca del río Saucay principalmente en su zona baja, presenta a las riveras de los ríos que la conforman, zonas que son usadas para la agricultura y crianza de animales, y estas zonas cada vez se van expandiendo hacia cotas más altas llegando a usar áreas que tradicionalmente han sido páramos y vegetación natural.</p> <p>El presente proyecto está encaminado a designar zonas aptas para cada uso y principalmente donde se pueden llevar a cabo actividades productivas y que no se cree una expansión de la frontera agrícola y se puede conservar el páramo del sector, sin afectar a la calidad de vida de la zona y los ingresos que dichas actividades producen.</p> <p>En cada uno de los predios se planea realizar estudios sobre la mejor manera de uso del suelo, los sistemas y técnicas usadas y las limitaciones de los mismos, todo esto con un trabajo mancomunado junto con los propietarios de los terrenos para llegar a acuerdos sobre la mejor manera de distribuir el territorio.</p>	
	
	<p>FOTO 5. 2.: PREDIO CON CULTIVO DE HABA Y AL FONDO GANADO PASTANDO A LA RIVERA EL RÍO SAUCAY</p>

OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una planificación predial rural encaminada al uso sostenible del territorio Identificar las zonas aptas para el desarrollo de actividades productivas.
RESULTADOS ESPERADOS:	<ul style="list-style-type: none"> Propietarios consientes de la necesidad de dedicar zonas a la conservación de los recursos naturales.
ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA:	AÑO
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1. Contactos preliminares con los propietarios y habitantes para socializar el proyecto, explicar su alcance y concertar un cronograma de actividades.	X
2. Levantamiento de información acerca de los límites de los predios y tipo de actividades productivas que se realizan.	X X
3. Definición de requerimientos técnicos y financieros para la realización de la planificación predial.	X X
4. Establecer acuerdos con los propietarios de los terrenos para una redistribución equitativa y en zonas aptas para cada actividad.	X X X X X X X X X

5.4.1.2 PROGRAMA DE RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN DE ZONAS CON CONFLICTOS AMBIENTALES

Objetivos:

- Conocer las zonas con necesidades de recuperación y rehabilitación dentro de la micro cuenca del río Saucay.
- Realización de actividades encaminadas a la recuperación y rehabilitación de las zonas con conflictos y deterioros ambientales.

Justificación:

La micro cuenca del río Saucay cuenta con ecosistemas de páramos muy vulnerables debido a la amenaza de las actividades antropogénicas que se realizan en las cuencas bajas y que en busca de una mayor productividad, se acercan a las zonas altas y de ecosistemas sensibles, que deberían contar con mayor protección debido a que toda la zona se encuentra dentro del Parque Nacional Sangay.

La recuperación y rehabilitación es un proceso de asistencia que está encaminado al restablecimiento de las condiciones naturales de un determinado ecosistema que ya ha sido intervenido o en las zonas que poseen conflictos ambientales y que por ello se ha deteriorado su calidad.

Las principales amenazas que han sufrido los ecosistemas naturales de la zona son la expansión de la frontera agrícola que se ha valido de la quema descontrolada de los pajonales para obtener más tierras de cultivo.

Proyecto:

Ver siguiente página.

NOMBRE PROYECTO:	RESTAURACIÓN DE HUMEDALES
LOCALIZACIÓN:	Sectores ubicados en la ZEE como "Zona de Recuperación y Rehabilitación"
TIEMPO:	Mediano Plazo (5 años)

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Los humedales que se encuentran en la cuenca alta del río Saucay, desempeñan una función importante dentro del sistema ecológico de la zona, ya que controlan las inundaciones, regulan los flujos hídricos superficiales, recargan los acuíferos, retienen sedimentos y sin olvidar la función de hábitat para múltiples especies de fauna y flora silvestre.

Generalmente los páramos y humedales son vistos por los habitantes como un obstáculo en su afán de incrementar sus territorios productivos, en el caso de la micro cuenca del río Saucay de la misma manera, se atenta contra estos ecosistemas provocando incendios que evaporan el agua acumulada en el suelo produciendo procesos de desecación y acabando con la cobertura nativa, dejando el suelo desnudo y listo para la labranza del terreno.



FOTO 5.3: PÁRAMO QUEMADO EN LA ZONA ALTA DE LA MICRO CUENCA DEL RÍO SAUCAY



FOTO 5.4. LAGUNA YANACOCCHA RODEADA POR ECOSISTEMA DE PÁRAMO EN LA ZONA ALTA DE LA MICRO CUENCA DEL RÍO SAUCAY

Por las razones antes descritas se ve la necesidad de proteger los humedales de la zona y restaurar los que han sido dañados por diversas actividades antrópicas y poder así recuperar sus funciones ecológicas, dentro de estas las más importante de regulador del ciclo hidrológico.

Las acciones necesarias para el desarrollo del presente proyecto, son en primer lugar la localización exacta de los humedales de la zona, con la ayuda de la población local, de la misma manera es necesario realizar un inventario de dichos humedales en base al “Manual de Inventarios de Humedales” de la convención RAMSAR con el fin de establecer las acciones de restauración y la metodología a emplear. Por último está la implementación de las acciones que se definan en el proceso, encaminadas a la restauración de los humedales.

OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y caracterizar los humedales que existan en la micro cuenca del río Saucay. • Contribuir a la protección y restauración de los humedales. • Contribuir al equilibrio del sistema hídrico de la zona.
RESULTADOS ESPERADOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario y georeferenciación de los humedales existentes en la zona • Jerarquización en base a la importancia y tamaño de los humedales • Diez hectáreas de humedales restaurados.

ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA:	AÑO				
	1	2	3	4	5
1. Contactos preliminares con los propietarios y habitantes para socializar el proyecto, explicar su alcance y concertar un cronograma de actividades.	X				
2. Ubicación y georeferenciación de los humedales		X			
3. Identificar el estado y realizar la caracterización de los humedales		X			
4. Determinación de las actividades necesarias para la restauración de los humedales deteriorados		X			
5. Concertación con los propietarios para la realización del proyecto	X	X	X		
6. Implementación de las actividades definidas				X	X

5.4.1.3 PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES

Objetivos:

- Recuperar en sitios estratégicos la vegetación nativa original de la micro cuenca.
- Proteger y recuperar los cuerpos de agua existentes.
- Implementar obras que contribuyan a la recuperación de la función productiva del suelo en áreas degradadas.

Justificación:

Amplias zonas de páramo y bosque alto andino ubicadas en el territorio de la micro cuenca del Río Saucay han sido considerablemente intervenidas por el desarrollo de actividades productivas, esta situación atenta contra las especies de flora y fauna presentes, la permanencia y mantenimiento de los cuerpos de agua, la fertilidad de los suelos y la estabilidad de los ciclos naturales de estos ecosistemas.

La cobertura vegetal característica de estos paisajes de montaña es cada vez más pobre en diversidad debido a la enorme presión ejercida por el cambio de uso del suelo; por la sustitución de los páramos por zonas de pasto y cultivos de ciclo corto (maíz, cebada, papas, habas, mellocos, ocas), dando lugar a procesos erosivos que aumentan la sedimentación, amenazas que poco a poco se van incrementando debido a las características del suelo, pluviosidad y fuertes pendientes.

Frente a estas circunstancias de deterioro del medio natural el presente programa está orientado al desarrollo de acciones de manejo que contribuyan a mitigar o

detener dicho deterioro, y de recuperar algunas comunidades bióticas que han sido degradadas.

En este sentido se proponen proyectos con actividades de saneamiento básico en los cuerpos de agua que se ven más afectados, recuperación de los suelos que han perdido su funcionalidad mediante obras de conservación y restauración ecológica orientada a recuperar progresivamente las condiciones originales de los ecosistemas.

Proyectos:

NOMBRE PROYECTO:	CONSERVACION DE SUELOS
LOCALIZACIÓN:	Sectores ubicados en la ZEE como "Zonas Especiales"
TIEMPO:	Corto Plazo (2 años)
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	<p>Las zonas especiales "Protección y Conservación" delimitadas en la ZEE del área de estudio de la microcuenca muestran la presencia de procesos erosivos de tipo laminar debido al pastoreo de ganado y cultivos. Sin embargo, debido a las características de las formaciones geológicas existentes, propiedades físicas del suelo y fuertes pendientes es probable que esta amenaza aumente si continúa el uso actual del suelo.</p>

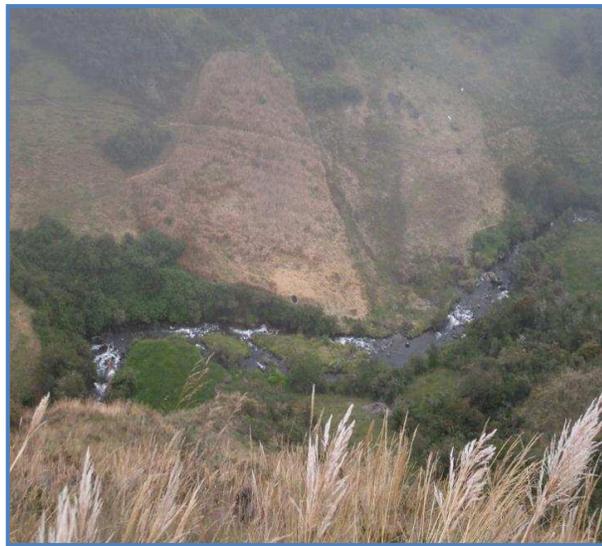


FOTO 5.5: EROSION GENERADA POR PROPIEDADES DEL SUELO, PENDIENTES FUERTES Y DESCUBIERTAS

En consecuencia, este proyecto está dirigido a detener el avance de los procesos erosivos de mayor criticidad a través de prácticas de conservación de suelos incluyendo el cubrimiento de estas zonas con vegetación natural que coopere a su recuperación.

Su desarrollo se realizará especialmente a lo largo de las riberas del río Saucay y Tamusay que muestran en la actualidad este fenómeno.

Debido a la existencia de procesos erosivos diferentes en cuanto a su extensión, magnitud y avance, se requerirá realizar en cada caso una evaluación detallada del tipo de tratamiento de control o recuperación a emplear y los requerimientos técnicos y financieros necesarios para su desarrollo.

Para la implementación de este proyecto es necesario en primer término contar con la colaboración de los propietarios de los predios donde se requiera adelantar obras de conservación del suelo, y efectuar en cada caso las negociaciones y acuerdos respectivos.

OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Propender por la recuperación de sectores afectados por procesos erosivos y deslizamientos. • Controlar la expansión de las áreas afectadas por erosión. • Implementar obras de conservación de suelos en sectores prioritarios. 	
RESULTADOS ESPERADOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad de los procesos erosivos que actualmente se presentan en las zonas objeto de trabajo. • Recuperación de zonas degradadas al interior del área. • Reducción de los sedimentos en las corrientes hídricas provenientes de estos fenómenos. 	
ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA:	AÑO	
	1	2
1. Delimitación de los sitios donde ocurre procesos erosivos y evaluación de cada situación en términos de su extensión, causa de ocurrencia, magnitud, uso del suelo, etc.	X	
2. Definición de los tratamientos a implantar.	X	
3. Establecimiento de los costos y requerimientos de materiales y mano de obra necesarios para la implementación de los tratamientos de conservación de suelos.	X	
4. Concertación con los propietarios para el desarrollo de las actividades definidas.	X	
5. Implementación de Tratamientos.		X

NOMBRE PROYECTO:	COMPENSACION POR SERVICIOS AMBIENTALES
LOCALIZACIÓN:	Zona alta de la Microcuenca del Rio Saucay
TIEMPO:	Largo Plazo (10 años)

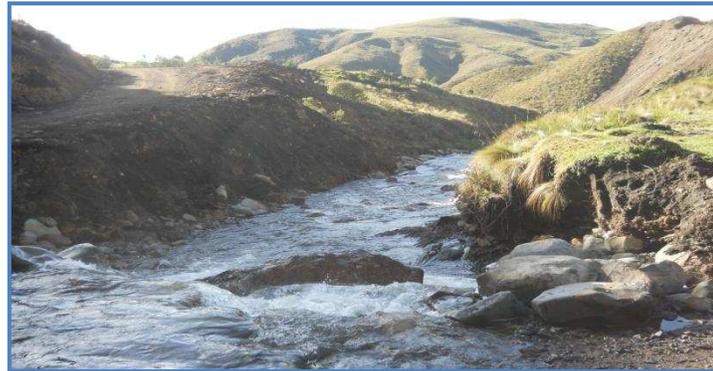
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Dentro del área de estudio se encuentra en su totalidad zonas de paramo y bosque alto andino que cumplen una función ecológica muy importante en la prestación de servicios ambientales. La mayoría de la población del país depende de manera indirecta de estos ecosistemas; estos servicios incluyen la regulación del agua que baja de manera continua y limpia hacia los lugares más bajos donde sirve para riego, agua potable y generación de energía eléctrica en este caso la microcuenca del rio Saucay forma parte de la Cuenca Alta del Sistema Hidroeléctrico Paute.



FOTO 5.6.: PAISAJE DE PARAMO UBICADO EN LA ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA

FOTO 5.7: RIO SAUCAY EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA.



Por ello se hace necesario identificar estrategias y mecanismos de acción que permitan cumplir con estos propósitos, mucho más si se toma en cuenta que dichos espacios son de propiedad privada y sobre ellos existen presiones permanentes de expansión de espacios para establecer potreros y zonas de cultivo.

Bajo estas circunstancias, este proyecto está encaminado a diseñar e implementar una estrategia de compensación de pago por servicios ambientales a los propietarios privados que se ubican al interior del área, con el propósito que mantengan la cobertura protectora actualmente existente y no eliminen la vegetación para establecer actividades productivas.



FOTO 5.8: CULTIVOS DE CEBADA UBICADA EN EL RIO TAMUSCAY

Para este fin puede considerarse la reinversión de recursos provenientes de tasas por uso del agua y generación de energía eléctrica. Igualmente puede evaluarse la posibilidad de recurrir a instituciones internacionales que financien proyectos de pago de servicios ambientales, principalmente encaminados a la conservación de sitios estratégicos para el mantenimiento de especies amenazadas. Pero el objetivo principal de este proyecto es consolidar un sistema de compensación por servicios ambientales soportado por quienes hacen uso directo de dichos servicios por ejemplo por la Hidroeléctrica Paute.

OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir al mantenimiento y recuperación de la cobertura vegetal natural de las zonas afectadas. • Implementar un mecanismo de pago por servicios ambientales a favor de los propietarios. • Sensibilizar a los propietarios sobre la necesidad de mantener la cobertura vegetal de la zona.
RESULTADOS ESPERADOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto de pago por servicios ambientales en funcionamiento. • Propietarios de predios recibiendo compensación por la conservación de paramos o el bosque alto andino.

NOMBRE PROYECTO:	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA
LOCALIZACIÓN:	Laguna de Yanacocha, Rio Saucay, Rio Tamuscay y Unión Rio Saucay y Tamuscay
TIEMPO:	Mediano Plazo (4 años)

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Estudios de calidad del agua realizados para algunas de las corrientes presentes en el área evidencian la buena calidad que en ellas existen.

Sin embargo, para poder evaluar con precisión el impacto de las actividades productivas existentes en la zona, se requiere monitorear y evaluar en forma periódica la calidad del agua de las corrientes hídricas, con el fin de establecer cambios en su composición física o química, y a su vez para que esta información sirva de soporte para el diseño de nuevos proyectos de manejo.

Para adelantar esta investigación se propone la evaluación periódica de la calidad del agua de las diferentes corrientes, a través de muestras para la realización de análisis fisicoquímicos.



FOTO 5.9: LAGUNA DE YANACOCHA



FOTO 5.10: RIO SAUCAY

OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer en detalle la calidad del agua de las corrientes hídricas del area de estudio. • Establecer las posibles relaciones entre la calidad del recurso hídrico y las actividades productivas desarrolladas en la microcuenca. • Disponer de una línea base que sirva para evaluar el impacto de las actividades realizadas en aplicación del plan de manejo. 			
RESULTADOS ESPERADOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento sobre la calidad del agua en las corrientes ubicadas en la zona de estudio. • Determinación de las relaciones existentes entre el uso y cobertura del suelo y la calidad del agua. • Herramientas disponibles para evaluar y adecuar las acciones de manejo. 			
ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA:	AÑO			
	1	2	3	4
1. Definición con coordenadas de las corriente donde se realizaran el monitoreo y de los puntos de toma de información.	X			
2. Recopilación de la información histórica disponible sobre la calidad del agua de las corrientes seleccionadas.	X			
3. Toma periódica de muestras para análisis fisicoquímicos.	X	X	X	X
4. Sistematización y análisis de la información obtenida	X	X	X	X
5. Realización de comparaciones de la calidad del agua frente al uso y cobertura y con relación a las actividades de manejo.	X	X	X	X

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- ✓ El análisis de los parámetros morfométricos nos llevan a concluir que se ha dado una correcta denominación, al definir como una micro cuenca hidrográfica el área de estudio bañada por los tributarios del río Saucay.
- ✓ La micro cuenca del río Saucay pertenece a la cuenca del río Paute, la cual conforma el sistema hidrográfico Namangoza-Santiago-Marañon-Amazonas, el cual drena su caudal hacia el océano Atlántico.
- ✓ El presente estudio nos ha permitido distinguir en la micro cuenca del río Saucay dos zonas de vida claramente definidas, las cuales son el Páramo pluvial sub alpino en la parte alta de la micro cuenca y el Bosque pluvial montano en la parte baja, cada una con características propias de este tipo de zonas de vida, incluido factores como el tipo de suelo, clima y geología-geomorfología.
- ✓ El análisis de índices de calidad del agua, nos permitieron evaluar dicho recurso desde el punto de vista de uso para la conservación de la flora y fauna natural y para el uso en riego agrícola, vista desde estos dos aspectos la calidad del agua de los afluentes de la micro cuenca del río Saucay es muy buena.

- ✓ Uno de los aspectos mejor conservados y menos explotados de la micro cuenca del río Saucay, es su paisaje, por lo cual se hace hincapié en la necesidad de fomentar la conservación de todos recursos naturales que lo componen.
- ✓ El análisis a la contaminación por metales en los sedimentos de los afluentes de la micro cuenca, ha sido un aporte valioso para fomentar este tipo de investigación y tener un aspecto extra en el análisis de otros recursos como lo son el agua y el suelo, que están íntimamente ligados con los sedimentos y pueden poseer niveles de contaminación similares.
- ✓ La falta de infraestructura básica hace deficiente el acceso de la población de la zona en estudio, a servicios básicos, de educación y salud, como lo demuestra el análisis socio económico realizado en esta investigación.
- ✓ El diagnóstico de flora y fauna careció de georeferenciación de las especies y los transectos de muestreo biológico dentro de la zona de estudio, por lo que se realizó solamente en un análisis regional a cerca de presencia de especies, especies en peligro y endemismo.
- ✓ La ausencia de estaciones meteorológicas en la zona de estudio, no nos ha permitido hacer un análisis del clima que refleje con mayor precisión y fidelidad los factores como temperatura y precipitación de la micro cuenca del río Saucay, por lo que dicho análisis se realizó de modo regional y en base a las visitas de campo a la zona, que nos permitieron observar estos fenómenos.

- ✓ La Zonificación Ecológica Económica ha sido importante para determinar las unidades geográficas homogéneas existentes en la zona y en base a eso elaborar un apropiado plan de manejo para cada una de ellas. Las zonas definidas en base al presente estudio son “Zona Productivas”, aptas para la agricultura y ganadería, “Zonas Críticas”, que deben ser recuperadas o rehabilitadas y “Zonas Especiales”, que deben ser protegidas y conservadas, todo esto a través de programas y proyectos propuestos como herramienta de gestión de cada zona.

6.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario el impulso y fortalecimiento de estudios sobre los niveles de contaminación de sedimentos en los cuerpos de agua de todo el país, mediante la implementación de leyes que brinden pautas sobre agentes contaminantes y niveles máximos permisibles.
- ✓ Es de vital importancia para el sector la ampliación progresiva de servicios que atiendan a la garantía de derechos tales como salud y educación. Así como la dotación y mejoramiento de servicios básicos tales como agua potable, alcantarillado y los respectivos servicios de manejo de residuos.
- ✓ Resulta necesario implementar más estaciones meteorológicas en la zona de estudio o sus alrededores, con la finalidad de que reciban información de todos parámetros meteorológicos, de tal manera que los estudios de clima sean completos y reales.

- ✓ Se recomienda que el levantamiento de datos en campo se realice con un equipo multidisciplinario, para que la información recopilada sea la requerida según las necesidades que presente el estudio.

- ✓ Se recomienda la aplicación de las metodologías propuestas en el presente estudio para diagnósticos posteriores de otras cuencas hidrográficas, que permitan la validación de los procesos aplicados a la presente.

- ✓ Es importante que la propuesta para el Plan de Manejo de la micro cuenca del río Saucay que se detalla en el presente estudio, se aplique usando las herramientas y procesos recomendados, con la finalidad de asegurar un desarrollo sostenible al territorio y sus recursos.

SIGLAS

ASPT	Average Score per Taxon
BMWP	Biological Monitoring Working Party Score System
CLIRSEN	Centro de Levantamiento Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
CNRH	Consejo Nacional de Recursos Hídricos
DINAGE	Dirección Nacional de Geología
DTM	Modelo Digital del Terreno
ERAS	Estadísticas de Recursos y Actividades de Salud
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GPS	Global PositionalSystem
ICA	Índice de Calidad del Agua
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
NBI	Necesidades Básicas Insatisfechas
PEA	Población Económicamente Activa
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SIISE	Sistema Integrado de Indicadores Socio Económicos
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria
UNACH	Universidad Nacional de Chimborazo

VES

Visual EncounterfSurvey

ZEE

Zonificación Ecológica Económica

GLOSARIO

- **Curva hipsométrica:** Es la representación gráfica del relieve medio de la cuenca. Se obtiene colocando en las ordenadas los valores correspondientes a las diferentes alturas de la cuenca referidos a la máxima de la misma y, en las abscisas, los valores de área que se encuentran por encima de las alturas correspondientes, referidos al área total de la cuenca.
- **Buffer:** Representa un límite o zona de influencia, donde se analizan los elementos dentro o fuera de este. Se usa para identificar áreas alrededor de elementos geográficos como puntos, líneas o polígonos.
- **Endemismo:** Es un término utilizado en biología para indicar que la distribución de un grupo de organismos emparentados, está limitado a un ámbito geográfico reducido.
- **Geoforma:** Es un cuerpo tridimensional, tiene forma, tamaño, volumen y topografía, elementos que generan un relieve.
- **Interpolación:** Es inferir en el comportamiento o resultado de ciertas operaciones o procedimientos, partiendo de datos conocidos y construir funciones o esquemas que representen datos dentro de un intervalo en los que conocemos los valores de los extremos.

- **Macroinvertebrados:** Es el conjunto de individuos con un tamaño superior a 3 mm que viven durante todas o alguna de sus fases del ciclo vital en medios acuáticos.
- **Micro cuenca hidrográfica:** Es la unidad mínima de planificación dentro de una cuenca hidrográfica, Está formada por un pequeño río o riachuelo tributario de una sub cuenca.
- **Morfometría:** Descripción y comparación numérica de las formas.
- **Población Económicamente Activa:** Es un término acuñado por la ciencia económica para describir, dentro de cierto universo de población delimitado, de personas que son capaces de trabajar y lo hacen. Se refiere a la fracción perteneciente a la Población activa (también llamada Población en edad económicamente activa o PEEA), que actualmente tiene trabajo.
- **Transecto:** Es una técnica de muestreo botánico en la cual se elige una línea de máximo un metro de ancho a lo largo de la cual se colectan las muestras que topan o cruzan esa línea.

BIBLIOGRAFÍA

- A Navarro S.A “*Nitrato Sódico Potásico Natural, Información Técnica*”. Almería junio 2005.
- ACOSTA, M. “*Divisiones Fito geográficas y Formaciones Geobotánicas del Ecuador*”, Publicaciones de la Casa De La Cultura Ecuatoriana, Quito 1968.
- BURGWAL, Gerrit, CUÉLLAR, Juan Carlos, “*Planificación Estratégica y Operativa*”, Pág. 199
- GUTIERREZ, Marco. “*Potasio y Calcio Aplicado en el Suelo y su Influencia en la Productividad y Calidad en Hortalizas*”
- IGM/ EcoCiencia/ CESLA/ EcoPar/ MAG SIGAGRO/ CDC- JATUN SACHA. “*La Vegetación De Los Andes Del Ecuador. Memoria explicativa de los mapas de vegetación potencial y remanente de los Andes del Ecuador a escala 1:250 000*”. Quito, 2004
- Ing, Agr. ANDINA, Dorkas. “*Química del Suelo-Calcio y Magnesio, Cátedra de Edafología*”
- MARTIN, Pedro, “*La toma de decisiones en la intervención social*”.
- QUISPE, Alicia. “*Zonificación ecológica económica para el Ordenamiento Territorial Gobierno regional Cajamarca*” Perú 2010
- SARMIENTO Fausto O, VERA Fernando. “*Diccionario de Ecología, paisajes, conservación y desarrollo sustentable*”
- VARGAS, Mario, “*Ecología y Biodiversidad del Ecuador*”, 2002
- VIVEROS, Antonio, “*Liderazgo Comunicación Efectiva y Resolución de conflictos*”
- WORLD VISIÓN, “*Manual de Manejo de Cuencas, Modulo 1: Conceptos básicos*”, 2004.