



**ESTUDIO PARTICIPATIVO DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS
RELACIONADAS CON LA ESCORRENTÍA Y SU CAPACIDAD DE
ALMACENAMIENTO NATURAL DE AGUA EN LA MICROCUENCA ALTA DEL
RÍO BLANCO**

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

DARWIN NORBERTO TAPIA REINOSO

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

RIOBAMBA-ECUADOR

2009

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: El trabajo de investigación titulada **“ESTUDIO PARTICIPATIVO DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS RELACIONADAS CON LA ESCORRENTÍA Y SU CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO NATURAL DE AGUA EN LA MICROCUENCA ALTA DEL RÍO BLANCO”**, de responsabilidad de la Sr. Egresado **Darwin Norberto Tapia Reinoso**, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

Tribunal de Tesis:

Ing. Juan León
DIRECTOR

Ing. Eduardo Cevallos
MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENERÍA AGRONÓMICA
RIOBAMBA, JULIO DEL 2009

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación es el reflejo de mi esfuerzo y sacrificio el cual dedico a mi esposa y a mis hijos, quienes han sido la inspiración para superarme.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, mi hermano y familiares por su apoyo incondicional en toda mi carrera estudiantil.

Agradezco a mis amigos por la amistad que me han brindado, los cuales hicieron más fácil el camino para alcanzar esta meta.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE GRAFICOS	iv
LISTA DE ANEXOS	v
LISTA DE FOTOS	vi

No. Tema	Página
I. <u>TITULO</u>	1
II. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
A. JUSTIFICACIÓN	3
B. OBJETIVOS	4
III. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	5
A. CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS Y ECOSISTEMAS	5
1. <u>Diagnóstico Participativo</u>	5
2. <u>Actividades Antrópicas</u>	5
3. <u>Necesidades Humanas Básicas</u>	7
4. <u>Lógica Campesina</u>	8
5. <u>Aprovechamiento de Recursos Naturales</u>	9
6. <u>Ecosistemas</u>	10
B. BALANCE HÍDRICO Y PERDIDA DE SUELO EN CUENCAS HIDRORÁFICAS	17
1. <u>Ciclo Hidrológico</u>	17
2. <u>Cuencas Hidrográficas</u>	23

3. <u>Erosión</u>	25
4. <u>Características Fisiográficas del Suelo</u>	30
C. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO NATURAL DEL AGUA.....	33
1. <u>Almacenamiento Natural del Agua</u>	33
2. <u>Determinación de Humedad del Suelo</u>	36
IV. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	38
A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	38
B. MATERIALES.....	40
C. METODOLOGÍA.....	41
V. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	45
A. INVENTARIACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS Y ECOSISTEMAS PRESENTES EN LA ZONA.....	45
1. <u>Diagnostico local</u>	45
2. <u>Inventariación y caracterización de las actividades antrópicas predominantes en la zona</u>	51
3. <u>Determinación de los ecosistemas existentes en la zona</u>	54
4. <u>Mapas temáticos de la zona de estudio</u>	61
B. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN Y PÉRDIDA DE SUELO DE LOS ECOSISTEMAS.....	62
1. <u>Análisis de la precipitación en los diferentes ecosistemas</u>	62
2. <u>Análisis de la pérdida de suelo en los diferentes ecosistemas</u>	73
C. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN LOS DIFERENTES ECOSISTEMAS.....	75
1. <u>Determinación de la capacidad de almacenamiento de agua en los ecosistemas</u>	75

VI. <u>CONCLUSIONES</u>	79
VII. <u>RECOMENDACIONES</u>	81
VIII. <u>RESUMEN</u>	82
IX. <u>SUMMARY</u>	83
X. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	84
XI. <u>ANEXOS</u>	88

LISTA DE CUADROS

No.	Descripción	Página
1.	Influencia de la altitud.....	31
2.	Características de la forma de la ladera.....	32
3.	Características de las principales exposiciones.....	33
4.	Límites de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”.....	39
5.	Población por sexo.....	46
6.	Principales enfermedades en los pobladores.....	47
7.	Servicios básicos.....	48
8.	Infraestructura social.....	48
9.	Flora característica.....	55
10.	Flora característica.....	56
11.	Nomenclatura de ecosistemas.....	62
12.	Pruebas de escurrimiento en los diferentes ecosistemas.....	73

LISTA DE FIGURAS

No.	Descripción	Página
1.	Modelo de afectación de la fauna silvestre por los componentes del ecosistema natural y las actividades antrópicas.....	7
2.	Localización de la microcuenca.....	38

LISTA DE TABLAS

No.	Descripción	Página
1.	Distribución de superficie de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”.....	53
2.	Precipitación del mes de Agosto por pluviómetro.....	63
3.	Precipitación del mes Septiembre por pluviómetro.....	64
4.	Precipitación del mes Octubre por pluviómetro.....	66
5.	Precipitación del mes de Noviembre por pluviómetro.....	67
6.	Precipitación en la plantación de pinos por meses.....	69
7.	Precipitación en el páramo de pajonal por meses.....	70
8.	Precipitación en el bosque natural por meses.....	71
9.	Precipitación en las actividades antrópicas por meses.....	72
10.	Porcentaje de humedad por ecosistema del primer muestreo.....	75
11.	Porcentaje de humedad por ecosistema del segundo muestreo.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

No.	Descripción	Página
1.	Distribución de superficie de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”	54
2.	Precipitación del mes de Agosto por pluviómetro.....	63
3.	Precipitación del mes Septiembre por pluviómetro.....	65
4.	Precipitación del mes Octubre por pluviómetro.....	66
5.	Precipitación del mes de Noviembre por pluviómetro.....	68
6.	Precipitación en la plantación de pinos por meses.....	69
7.	Precipitación en el páramo de pajonal por meses.....	70
8.	Precipitación en el bosque natural por meses.....	71
9.	Precipitación en las actividades antrópicas por meses.....	72
10.	Porcentaje de humedad por ecosistema del primer muestreo.....	76
11.	Porcentaje de humedad por ecosistema del segundo muestreo.....	77

LISTA DE ANEXOS

No.	Descripción	Página
1.	Ciclo Hidrológico.....	88
2.	Fotos de los talleres grupales y observaciones de campo.....	89
3.	Fotos de la construcción y ubicación de los pluviómetros caseros.....	90
4.	Calculo de la precipitación con la metodología recomendada por técnicos de Fundación Natura.....	91
5.	Calculo de la precipitación relacionando el área del embudo del pluviómetro casero y el pluviómetro técnico.....	93
6.	Calculo del factor de corrección de los pluviómetros caseros.....	95
7.	Fotos de las pruebas de escurrimiento en la fase de campo.....	96
8.	Fotos de las pruebas de escurrimiento en la fase de laboratorio.....	97
9.	Fotos de la determinación de la capacidad de almacenamiento natural de agua en la fase de campo.....	98
10.	Fotos de la determinación de la capacidad de almacenamiento natural de agua en la fase de laboratorio.....	99
11.	Mapas temáticos.....	100

LISTA DE FOTOS

No.	Descripción	Página
1.	Talleres grupales.....	89
2.	Mapas parlantes.....	89
3.	Capacitaciones.....	8
	9	
4.	Recorridos de campo.....	89
5.	Construcción de pluviómetros caseros (botellas plásticas).....	90
6.	Construcción de pluviómetros caseros (soporte de madera).....	90
7.	Ubicación de pluviómetros.....	90
8.	Pluviómetro en el bosque natural.....	90
9.	Pluviómetro en las actividades antrópicas.....	90
10.	Pluviómetro en la plantación de pinos.....	90
11.	Pluviómetro en el páramo de pajonal.....	90
12.	Bandeja de escurrimiento.....	96
13.	Prueba de escurrimiento en el páramo de pajonal.....	96
14.	Prueba de escurrimiento en pastos.....	96
15.	Recolección de muestras en pastos.....	96
16.	Prueba de escurrimiento en papas.....	96
17.	Recolección de muestras en papas.....	96
18.	Filtrado de las muestras.....	97
19.	Pesado de las muestras filtradas y secadas.....	97
20.	Recolección de muestras de suelo.....	98
21.	Obtención de muestras con barreno.....	98

22. Etiquetado de las muestras.....	98
23. Pesado de las muestras.....	99
24. Secado de las muestras en la estufa.....	99
25. Muestras de suelo secadas por 24 horas a 105° C.....	99

I. ESTUDIO PARTICIPATIVO DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS RELACIONADAS CON LA ESCORRENTÍA Y SU CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO NATURAL DE AGUA EN LA MICROCUENCA ALTA DEL RÍO BLANCO.

II. INTRODUCCIÓN

La crisis económica y social de las comunidades rurales, va de la mano con la crisis ambiental y el uso intensivo de los recursos naturales, poniendo en serio peligro el futuro de las nuevas generaciones y el equilibrio de los ecosistemas en los paisajes andinos. Para responder a un modelo global de desarrollo los campesinos de las zonas altas realizan una producción intensiva, buscando garantizar la seguridad alimentaria de sus familias y ligado a un crecimiento económico a costa de una sobreexplotación de los recursos naturales, principalmente con actividades agropecuarias inapropiadas e insostenibles, en zonas de páramos y vertientes.

Con el avance de la frontera agrícola, se destruye y elimina progresivamente la ceja andina y los pajonales, disminuyendo los bienes y servicios que estos ecosistemas frágiles brindan; la agricultura de altura en tierras no aptas o no acorde a su potencialidad natural es limitado. La deforestación, tiene que ver con la acelerada eliminación de la cobertura vegetal arbórea, para suplantarla con cultivos de ciclo corto o pastizales. El uso de tecnologías inapropiadas, como: surcos a favor de la pendiente, cultivos mal localizados, entre otros; y quemas de paramos, al practicar esta actividad la escorrentía aumenta, alterando la composición química del suelo por pérdida de nutrientes y afectando a la estabilidad de los agregados y por ende crece la pobreza - migración.

Si bien es cierto que la población rural andina depende de la disponibilidad de los recursos naturales como fuente principal para su subsistencia y al considerar que estos son limitados pero provistos de una abundante oferta de fertilidad y no siendo debidamente valorados y utilizados desde un punto de vista cultural, ecológico, científico, productivo y paisajístico, se utilizan intensivamente, con el fin de generar y desarrollar actividades económicas; generando gradualmente problemas económicos, sociales y ambientales como: disminución del potencial

productivo de las tierras, degradación de suelos, erosión, desertificación, disminución de caudales, alteración de ciclos hidrológicos, contaminación, entre otros.

Esto sin duda pone en peligro la seguridad alimentaria, puesto que su dinámica y funcionamiento de los ecosistemas en las Cuencas Hidrográficas (la cadena trófica puede ser fácilmente alterada o modificada sin que a primera vista se aprecie un daño sobre las comunidades), especialmente en ecosistemas frágiles como el bosque de montaña, páramos y vertientes, que ponen en riesgo no solo el bienestar y la calidad de vida de las comunidades rurales asentadas en las cuencas altas, sino también, la disponibilidad de agua para las poblaciones asentadas en la cuenca media y baja.

La conservación de las fuentes de agua, requieren a más de una voluntad política, social y económicas, sumarse a la activa y decidida participación de los actores locales, en la implementación de acciones para la conservación, promoción y generación de actividades productivas sustentables, que mejoren la calidad de vida de los pobladores de las zonas de altura, mediante la adopción de iniciativas viables y sostenibles en educación, incentivos económicos, para el desarrollo de tecnologías apropiadas que coadyuven con la disminución de los impactos negativos, causados por la destrucción de los recursos naturales.

El estudio del uso actual de las unidades de Producción Agropecuarias relacionado a la cubierta vegetal del suelo, facilita el conocimiento de las estrategias de producción para su sobrevivencia. La forma más eficiente de controlar la erosión es con el mantenimiento de una densa cobertura vegetal; superando a las prácticas de manejo conservacionistas del suelo, que no solo cumplan el papel de apoyo a la infiltración del agua y reducir el escurrimiento superficial, sino también garantizar el sustento de las familias campesinas. La cobertura vegetal previene que el agua lluvia golpee directamente al suelo, manteniendo la porosidad del mismo por medio de la disponibilidad de materia orgánica como: humus y turba, que sirve de barrera natural contra el movimiento del agua superficial y mantiene las partículas del suelo agrupadas con una alta capacidad de retención. Este es un argumento válido en la elaboración de los planes de restauración ecológica sustentable.

De la calidad de sus Recursos Naturales como medio de subsistencia, depende en buena medida las condiciones de vida de sus habitantes y la posibilidad de llevar a cabo un desarrollo armónico y sostenible que garantice la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la sobrevivencia de las generaciones futuras.

A. JUSTIFICACIÓN

El estudio participativo de las actividades antrópicas relacionadas con la escorrentía y su capacidad de almacenamiento natural de agua en la microcuenca alta del Río Blanco, responde a las necesidades planteadas en la Mesa Provincial del Foro de Recursos Hídricos, enmarcadas en la conservación de la Cuenca Hidrográfica del Río Pastaza. La misma que cuenta con el apoyo de FUNDACIÓN NATURA y GLOWS para su realización. Al desarrollar esta investigación se proporcionará la información necesaria para conocer la situación de la calidad ambiental, que no puede desligarse de factores económicos y sociales de la microcuenca como: salud, educación y actividades productivas.

El estudio se propone realizar por medio de un diagnóstico participativo, mismo que facilitará una mejor comprensión, de su interrelación basada en una lógica campesina de producción y sobrevivencia.

Con el esfuerzo conjunto de los actores sociales, económicos, políticos y ambientales vinculados al Foro Provincial de los Recursos Hídricos, se busca definir lineamientos estratégicos y prácticos, basados en la actual problemática existente, con el objeto de buscar alternativas de solución que logren un desarrollo sustentable en la microcuenca alta del Río Blanco.

B. OBJETIVOS

1. General

Realizar el estudio participativo de las actividades antrópicas, relacionadas con la escorrentía y su capacidad de almacenamiento natural de agua, en la microcuenca alta del Río Blanco.

2. Específicos

- a. Inventariar y caracterizar las actividades antrópicas predominantes y determinar los ecosistemas presentes en la zona.
- b. Analizar la precipitación y pérdida de suelo en los diferentes ecosistemas y Unidades de Producción Agropecuarias.
- c. Determinar la capacidad de almacenamiento de agua proveniente de las precipitaciones, en diferentes condiciones de aprovechamiento de los recursos naturales.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS Y ECOSISTEMAS

1. Diagnóstico Participativo

Geilfus y Gesellschaft (1997), exponen que “la participación no es un estado fijo: es un proceso mediante el cual la gente puede ganar más o menos grados de participación en el proceso de desarrollo. Por esto, presentamos lo que llamamos la "escalera de la participación", la cual indica como es posible pasar gradualmente, de una pasividad casi completa (ser beneficiario) al control de su propio proceso (ser actor del auto-desarrollo). En esta escalera, vemos que lo que determina realmente la participación de la gente, es el grado de decisión que tienen en el proceso. Esto es válido tanto en las relaciones entre los miembros de la comunidad y la institución de desarrollo, como dentro de las organizaciones comunitarias”.

En el PROGRAMA DE EDUCADORES, módulo 1 (2000), nos dice que “El diagnóstico es una fase de acercamiento a los distintos actores del territorio en la cual puedes detectar sus percepciones sobre una situación determinada (Disminución de la cobertura vegetal, aumento en el nivel de residuos sólidos). Igualmente puedes compartir los deseos individuales y colectivos relacionados con la situación a diagnosticar”.

2. Actividades Antrópicas

Según Moreno P. (2006) en las cuencas, la transformación de los recursos naturales genera una serie de externalidades que pueden ser positivas o negativas, en términos de cambio de la cantidad y calidad de los recursos naturales (vertimientos, emisiones, residuos sólidos, sedimentos, etc.) y en la calidad de vida de la población asociada (acceso a los factores productivos, es decir equidad en el manejo y acceso a recursos, beneficios y costos: sociales, económicos y ecológicos).

Para Moreno A. y Renner, I (2007) en la región de los Andes la transformación de los recursos naturales está acelerando la degradación de la tierra que se manifiesta a través de procesos como erosión, salinización, compactación y desertificación de los suelos y anegamiento, eutroficación y colmado de cuerpos lagunares y canales de riego.

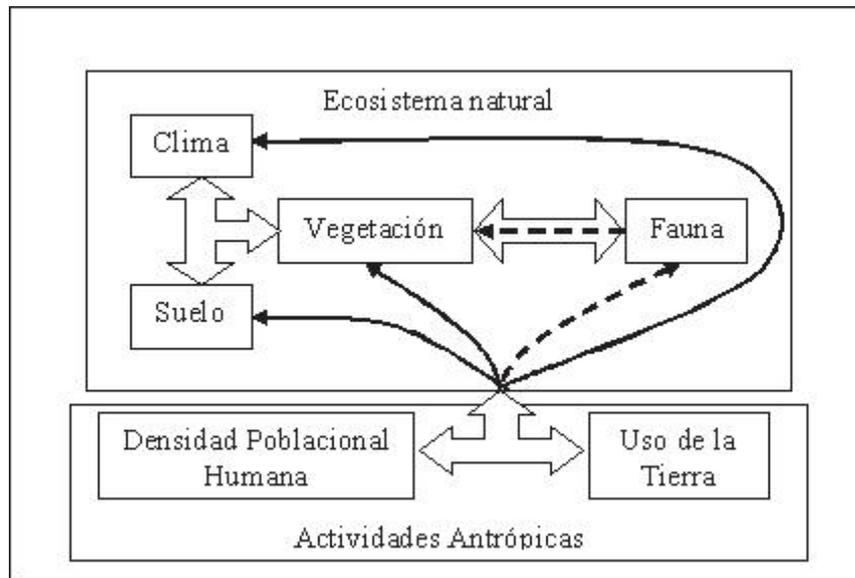
Las causas de la degradación de la tierra son de tipo natural y antrópicas. Dentro de las segundas se identifican principalmente las prácticas agrícolas insostenibles, la resistencia cultural y sociológica de agricultores y técnicos para implementar nuevas propuestas tecnológicas de menor impacto sobre los ecosistemas; la debilidad de las políticas públicas frente al manejo de la tierra, la debilidad de las instituciones relacionadas con el manejo de la tierra; la tenencia y distribución de la tierra y las condiciones estructurales de la pobreza.

Con referencia a las prácticas agrícolas insostenibles, se destacan la sobrepreparación del suelo, dejándolo sin cobertura vegetal y expuesto al arrastre por el agua de escorrentía, el incremento de la mineralización de la materia orgánica, la reducción de la infiltración del agua, el sobrepastoreo y la deforestación que contribuyen de manera directa y acelerada en la transformación de los ecosistemas, y por tanto a la pérdida de bienes y servicios estratégicos para el desarrollo sostenible.

La aplicación de malas prácticas tiene fuertes consecuencias sobre la calidad de vida de la población, los niveles de pobreza y la economía de la región, circunstancias que obligan paulatinamente a la migración de la población a nuevos territorios rurales o urbanos.

Salomón y Soria (2003), exponen que resulta importante destacar el rol de los actores locales en la implementación de las acciones de rehabilitación, conservación, aprovechamiento y manejo de cuencas; ya que el eje del manejo de una cuenca está constituido por las actividades y actitudes que implementen estos agentes para alcanzar un desarrollo productivo bajo una perspectiva socioambiental.

Figura 1. Modelo de afectación de la fauna silvestre por los componentes del ecosistema natural y las actividades antrópicas



Fuente: Revista Forest. 2003

3. Necesidades Humanas Básicas

Choren (2008), expone que se ha creído tradicionalmente, que las necesidades humanas tienden a ser infinitas; que están constantemente cambiando; que varían de una cultura a otra, y que son diferentes en cada período histórico. Pero tales suposiciones son incorrectas, puesto que son producto de un error conceptual, que consiste en confundir las necesidades con los satisfactores de esas necesidades. Las necesidades humanas fundamentales son finitas, pocas y clasificables. Además las necesidades humanas fundamentales son las mismas en todas las culturas y en todos los períodos históricos. Lo que cambia, a través del tiempo y de las culturas, son la manera o los medios utilizados para la satisfacción de las necesidades.

Las necesidades fundamentales son: subsistencia (salud, alimentación, etc.), protección (sistemas de seguridad y prevención, vivienda, etc.), afecto (familia, amistades, privacidad, etc.) entendimiento (educación, comunicación, etc.), participación (derechos, responsabilidades, trabajo, etc.), ocio (juegos, espectáculos) creación (habilidades, destrezas), identidad (grupos de referencia, sexualidad, valores), libertad (igualdad de derechos).

Concebir las necesidades tan sólo como carencia implica restringir su espectro a lo puramente fisiológico, que es precisamente el ámbito en que una necesidad asume con mayor fuerza y claridad la sensación de “falta de algo”. Sin embargo, en la medida en que las necesidades comprometen, motivan y movilizan a las personas, son también potencialidad y, más aún, pueden llegar a ser recursos. La necesidad de participar es potencial de participación, tal como la necesidad de afecto es potencial de afecto.

Integrar la realización armónica de las necesidades humanas en el proceso de desarrollo, significa la oportunidad de que las personas puedan vivir ese desarrollo desde sus comienzos; dando origen así a un desarrollo sano, autodependiente y participativo, capaz de crear los fundamentos para un orden en el que se pueda conciliar el crecimiento económico, la solidaridad social, el crecimiento de las personas y la protección del ambiente.

Las necesidades humanas básicas referidas, deben constituirse en derechos inalienables del ser humano, ya que su posesión y práctica hacen a la dignidad del individuo y las comunidades. La satisfacción de estas necesidades implica un marco ambiental sano. La degradación del ambiente, provocada por los procesos de contaminación y “explotación” irracional de los recursos, atenta gravemente contra ellas. Actualmente y a nivel mundial, los modelos de desarrollo económico y tecnológico han provocado que millones de seres humanos no hayan tenido posibilidad de acceder a la satisfacción de estas necesidades básicas.

4. Lógica Campesina

Según Acosta (2008), dice acerca de los campesinos que “estas entidades se orientan en lo inmediato a procurarse, a través de la explotación directa de la tierra, los satisfactores necesarios para su sustento; en lo mediano aspiran a reproducir su proceso productivo, a regenerar ese proceso de trabajo que se da bajo vínculos de producción específicos y que se sostiene en determinadas condiciones materiales, generalmente precarias. Aspiran a través de la producción, a lograr su reproducción como pequeños productores.”

5. Aprovechamiento de Recursos Naturales

Moreno, A y Renner, I (2007) exponen “El uso del suelo está íntimamente ligado al manejo de los recursos hídricos. El concepto de “intervención en el régimen hídrico” designa a las medidas de índole constructiva que afectan a las aguas pluviales en lo que concierne a su cantidad y distribución espacial y temporal. Tales intervenciones están relacionadas prácticamente con todas las actividades económicas. Pertenecen a este rubro las siguientes:

- riego y drenaje,
- extracción e introducción de agua de/en cuerpos de agua superficiales y subterráneos,
- modificación del flujo en cursos de agua superficiales por medidas para la protección de márgenes,
- rectificación de cauce, etc.,
- creación de cuerpos de agua superficiales como embalses, reservas ictícolas, canales, acueductos, etc.

Según las condiciones ecológicas y el uso local del suelo, la modificación del régimen hídrico por las medidas antes mencionadas puede dar por resultado determinados impactos en:

- la calidad del suelo y disponibilidad de áreas aptas para la explotación agropecuaria y forestal (profundidad a la que se encuentra la capa freática, degradación del suelo,
- la situación climática (temperatura, humedad y vientos),
- la calidad de las aguas subterráneas y superficiales (dilución, degradación y acumulación de sustancias contaminantes),
- las condiciones de vida para el mundo vegetal y animal, terrestre y acuático y con ello también para los agentes patógenos.”

a. Unidades de Producción Agropecuaria

Según el III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO (2008), “Una Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) es una extensión de tierra dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, la cual reúne las siguientes características:

- Es una unidad económica, en el sentido de que desarrolla una actividad económica agropecuaria bajo una dirección o gerencia única, independientemente de su forma de

tenencia y de su ubicación geográfica; compartiendo los mismos medios de producción en toda su extensión.

- Cumple una de las condiciones siguientes:
 - Tiene una superficie igual o mayor a 500 m².
 - Tiene una superficie menor a 500 m², pero produjo algún producto agropecuario que fue vendido durante el año censal.

En la práctica una UPA es toda finca, hacienda, quinta, granja, fundo o predio dedicados total o parcialmente a la producción agropecuaria. En general una UPA está conformada por uno o varios terrenos dedicados a la producción agropecuaria, los cuales están bajo una gerencia única y comparten los mismos medios de producción como: mano de obra, maquinaria, etc. La gerencia de los terrenos puede ser ejercida por una persona, un hogar, una empresa, una cooperativa o cualquier otra forma de dirección.”

6. Ecosistemas

En el documento IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LOS ECOSISTEMAS (2008), dicen “Los ecosistemas están formados por los seres vivos (plantas, animales y microorganismos), el suelo, el agua y el aire. Las diferentes relaciones que tienen los seres vivos entre sí, con el suelo, el agua y el aire es lo que define los ecosistemas.

Los ecosistemas naturales crean y evitan la erosión de los suelos. Los suelos son mucho más que roca desgastada; son en sí mismos, complejos ecosistemas con su flora y fauna. Los componentes vivientes de estos ecosistemas son cruciales para su fertilidad y para hacer prosperar cosechas y bosques.

Los conjuntos de seres vivos, como las plantas y los animales, que se relacionan unos con otros, así como el ambiente en el que viven, todo esto se llama ecosistema. Un ecosistema es, por ejemplo, un bosque. Si vives cerca de donde hay un bosque, seguramente habrás visto que la mayoría de los pájaros hacen sus nidos en las copas de los árboles. Los pájaros se comen a los

gusanos, a las mariposas y a los grillos, o los chapulines que viven en el bosque. Y estos insectos, a su vez, se alimentan de las hojas de las plantas.

a. Bosque siempreverde montano alto

De la Torre, L; Navarrete, H, et al. (2008), exponen que esta formación incluye la Ceja Andina, vegetación de transición entre el bosque montano alto y el páramo (por ejemplo los bosques de *Polylepis* en los alrededores de la laguna de Papallacta, o la vegetación alrededor de El Corazón), extendiéndose desde 3000 a 4000 m de altitud. En el norte y centro de la cordillera Oriental se extiende dentro de una franja más angosta que en las estribaciones occidentales (2900–3600 m), y al sur de la misma, va desde 2800 hasta 3100 m. Este bosque es similar en fisonomía al bosque de neblina, a diferencia del suelo que aquí está cubierto por una densa capa de musgo y los árboles que tienden a crecer irregularmente con troncos ramificados desde la base. Algunas de las especies útiles que encontramos en esta formación son: *Hypericum laricifolium*, *Vallea stipularis*, *Buddleja incana*, *Siphocampylus giganteus*, *Buddleja pichinchensis*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Hesperomeles ferruginea*, *Cinchona officinalis*, *Brachyotum ledifolium* y *Hedyosmum luteynii*.

b. Páramo

El páramo es una formación exclusiva de la Sierra, típicamente herbácea. Aquí las plantas presentan adaptaciones en sus formas de vida (forman densos haces o penachos, almohadillas, desarrollan hojas muy pequeñas, coriáceas y pubescentes, etc.) para sobrevivir a las duras condiciones climáticas. Dependiendo del régimen hídrico o de las formas de vida predominantes, se puede realizar una clasificación más fina de esta formación (páramo herbáceo, arbustivo, de almohadilla, de frailejones o páramo seco).

En Ecuador, los páramos crecen a continuación de la Ceja Andina arbustiva, en áreas donde el bosque andino ha sido reemplazado por cultivos y plantaciones de especies exóticas y en áreas

donde las gramíneas han dominado el paisaje luego de las quemadas y el pastoreo. En algunas localidades también se denomina pajonal, debido a la dominancia de hierbas en penacho de los géneros *Calamagrostis* y *Festuca* (ocasionalmente *Stipa* en los páramos del sur), y entremezclados con los penachos, existen diversas especies de herbáceas y pequeños arbustos.

En la cordillera Occidental ocupa casi toda las áreas entre los 3400–3500 y 4000 m de altitud, se puede encontrar en los Ilinizas y en el Pichincha, también en las provincias de Carchi e Imbabura. Al sur de la misma, estos pajonales se extienden a lo largo de una franja más estrecha, que va desde 2800–2900 m hasta 3000 m (raramente alcanza 4000 m). En el norte y centro de la cordillera Oriental, los páramos son similares a los de la cordillera Occidental, pero son por lo general más húmedos. Se encuentran en la mayoría de localidades desde 3400–3500 a 4000 m, por ejemplo en los Llanganates y el páramo de la Virgen. Grandes áreas en estos páramos están cubiertas por densas asociaciones de musgos con arbustos y hierbas en lugares pantanosos y son conocidas localmente como tembladeras.

El páramo seco, también llamado páramo desértico, empieza generalmente desde 4200 m hasta el límite de las nieves perpetuas. Aquí la vegetación alterna con parches de arena desnuda, está formada por pocas hierbas y pequeños arbustos de tipo xerofítico, además de algunos musgos y líquenes. En ciertas montañas como el Chimborazo, el páramo desértico empieza a niveles más bajos (3800 m). Algunas especies de plantas útiles que se pueden encontrar en este tipo de páramo son: *Chuquiraga jussieui*, *Stipa ichu*, *Ephedra americana*, *Hypochaeris sonchoides*, *Azorella pedunculata* y *Calceolaria ericoides*.

c. Las plantaciones de pinos

Según el artículo BOSQUE DE CONIFERAS (2008), las plantaciones de coníferas contemplan tres tipos básicos de crecimiento en sus árboles: los pinos con tronco grueso y recto, con una copa tan abundante como corresponde a la especie que pertenezca. Algunas especies son muy frondosas mientras que otras son esbeltas y en forma de pirámide. La forma y modo de crecimiento de los árboles determina en gran medida, el tipo de fauna que crece en el bosque.

La estratificación vertical no está muy desarrollada por la gran densidad foliar. Los bosques de

pinos y abetos sombrean profusamente el suelo, por lo que sólo se desarrollan musgos, helechos y algunas otras hierbas pequeñas. La capa de hojarasca es profunda y poco descompuesta y permanece por mucho tiempo en vez de mezclarse con la capa mineral del suelo.

La luz penetra débilmente en los bosques de pinos. Los pinos con copas abiertas permiten que la luz penetre un poco más y por ello hay un mayor desarrollo del sotobosque herbáceo o arbustivo.

La fauna del bosque de coníferas tiene gran diversidad dependiendo del tipo de vegetación que lo conforma. Los ácaros dominan la capa de hojarasca; los insectos son muy abundantes aunque no muy diversos y con frecuencia, se comportan como plagas que producen efectos devastadores como es el caso de la mosca sierra (*Neodiprion* sp) que ataca el *Pinus echinata* o el escarabajo *Dendroctonus frontalis* que afecta a varias especies de pinos.

Una plantación de árboles de este tipo no constituye un bosque. Los árboles que ahí se cultivan son de rápido crecimiento y no llegan a conformar la estructura compleja y rica de un bosque natural. Las comunidades de vegetales que acompañan al bosque natural así como la fauna característica de ellos no llegan a asentarse en ese tipo de bosque.

1) Las plantaciones no son bosques

Ovando, N (2008), expone que lo único que tienen en común, los bosques nativos con las plantaciones, es la presencia de árboles. Un bosque es un sistema complejo, que se autoregenera y que incluye suelo, agua, microclima, energía y una amplia variedad de plantas y animales en mutua relación.

Una plantación comercial, por el contrario, es un área cultivada, cuyas especies y estructura han sido drásticamente simplificadas para producir sólo unos pocos productos, ya sea madera, leña, resina, aceite o frutas. A diferencia de los bosques, en una plantación los árboles tienden a pertenecer a una reducida variedad de especies y la fauna no la habita, convirtiéndola en silenciosa.

Sin embargo pareciera que en la mayoría de nuestros países se hace oídos sordos a los reclamos de la gente y se continúan promoviendo políticas que están agravando la situación ambiental y social y que incrementarían las áreas de “desiertos verdes”. Las que se anuncian como “soluciones” para el cambio climático, no sólo no solucionarían el problema sino que serán causa de mayores padecimientos en las comunidades. Los mal llamados “sumideros de carbono” y los agrocombustibles son ejemplos de estas falsas soluciones que ya se están implementando en nuestros países. A ello se suma el peligro de los planes para la liberación de árboles transgénicos, que en nuestra región ya están siendo genéticamente manipulados en laboratorios en Chile y Brasil.

Investigaciones durante varios años de los impactos de las plantaciones sobre el agua, se encontró que el establecimiento extensivo de árboles podría comprometer el reabastecimiento de las aguas freáticas (capas subterráneas de agua) a escala de paisaje, con lo que su uso sería transitorio y se produciría una mengua generalizada de las aguas freáticas.

Actualmente la industria de la celulosa se está mudando a los países del Mercosur, y tiene planes de aumentar drásticamente su capacidad de producción en más de 25 millones de toneladas, o más, en los próximos cinco años. Esto significa que se necesitarán extensas superficies de plantaciones de crecimiento rápido para alimentar sus fábricas de celulosa. Los pueblos deben oponerse a la expansión de monocultivos forestales a gran escala a nivel de toda la región, para lograr una vida más armoniosa con el medio natural

d. Agroecosistemas

En el artículo AGROECOSISTEMA (2008), dice que el agroecosistema o ecosistema agrícola puede caracterizarse como un ecosistema que es sometido por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos. Estas modificaciones introducidas por el hombre, afectan prácticamente todos los procesos estudiados por la ecología, y abarcan desde el comportamiento de los individuos tanto de la flora como la fauna, y la dinámica de las poblaciones hasta la composición de las comunidades y los flujos de materia y energía.

Como es un proceso generador de cambios intensos, la generación de agroecosistemas es el fenómeno más ampliamente extendido, si comparamos el resto de las acciones humanas que modifican el ambiente, el agroecosistemas es el que afecta a la mayor superficie del globo terráqueo. Según estimaciones, más de la mitad de la superficie de la corteza terrestre ha sido destinada a la práctica de la agricultura (12%), la ganadería (25%) o la plantación de bosques artificiales (15%).

Según LA BIODIVERSIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS (2008), los ecosistemas agrícolas, o agroecosistemas, son aquellos "ecosistemas que se utilizan para la agricultura" en formas parecidas, con componentes similares e interacciones y funciones semejantes. Los agroecosistemas comprenden policultivos, monocultivos y sistemas mixtos, comprendidos los sistemas agropecuarios, agroforestales, agrosilvopastoriles, la acuicultura y las praderas, pastizales y tierras en barbecho. Están en todo el mundo, desde los humedales y las tierras bajas hasta las tierras áridas y las montañas, y su interacción con las actividades humanas - comprendidas las actividades socioeconómicas y la diversidad sociocultural- es determinante.

1) Importancia Económica de los Ecosistemas

En el documento IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LOS ECOSISTEMAS (2008), dicen que los ecosistemas son importantes económicamente hablando, debido a todos los recursos que nos brindan, los cuales deben ser aprovechados de una manera racional. Por ejemplo podemos hacer una clasificación del valor económico que tiene un ecosistema como por ejemplo: los humedales.

Generalmente, el valor de cualquier bien o servicio se mide en función de lo que los usuarios del recurso o la sociedad en general están dispuestos a pagar, por ellos menos lo que cuesta suministrarlos. Cuando se trata de un recurso ambiental existente y los productos y servicios se obtienen sin costo alguno, entonces lo que describe el valor del recurso que origina la mercancía de que se trate, dependerá de la disposición de la gente a pagar por él, aun cuando en realidad no se realice pago alguno. Muchos recursos ambientales son complejos y cumplen múltiples funciones y no siempre es evidente de qué manera la miríada de bienes y servicios generados por

estos recursos afectan el bienestar de los seres humanos. La evaluación económica constituye una herramienta que ayuda a adoptar las difíciles decisiones que ello supone.

La pérdida de recursos ambientales es un problema económico, porque desaparecen valores importantes, a veces, quizás, en forma irreversible, cuando estos recursos se degradan o se pierden. Cada una de las alternativas u opciones elegidas para el recurso ambiental -dejarlo en su estado natural, permitir que se degrade o convertirlo para darle otro uso- tiene consecuencias en función de los valores ganados o perdidos. Sólo se puede decidir qué uso se le dará a un recurso ambiental determinado o, en última instancia, si la velocidad con que se pierde es «excesiva», si se analizan y evalúan correctamente las pérdidas y las ganancias. Para ello es preciso considerar con sumo cuidado los valores ganados y perdidos correspondientes a cada uno de los usos que se haga del recurso.

B. BALANCE HÍDRICO Y PERDIDA DE SUELO EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

1. Ciclo hidrológico

En el documento CICLO HIDROLÓGICO (2008), se expone que, el ciclo hidrológico o ciclo del agua es el proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrosfera. Se trata de un ciclo biogeoquímico en el que hay una intervención mínima de reacciones químicas, y el agua solamente se traslada de unos lugares a otros o cambia de estado físico.

El agua de la hidrósfera procede de la desgasificación del manto, donde tiene una presencia significativa, por los procesos del vulcanismo. Una parte del agua puede reincorporarse al manto con los sedimentos oceánicos de los que forma parte cuando éstos acompañan a la litosfera en subducción.

La mayor parte de la masa del agua se encuentra en forma líquida, sobre todo en los océanos y mares y en menor medida en forma de agua subterránea o de agua superficial (en ríos y arroyos). El segundo compartimento por su importancia es el del agua acumulada como hielo sobre todo en los casquetes glaciares antártico y groenlandés, con una participación pequeña de los glaciares

de montaña, sobre todo de las latitudes altas y medias, y de la banquisa. Por último, una fracción menor está presente en la atmósfera como vapor o, en estado gaseoso, como nubes. Esta fracción atmosférica es sin embargo muy importante para el intercambio entre compartimentos y para la circulación horizontal del agua, de manera que se asegura un suministro permanente a las regiones de la superficie continental alejadas de los depósitos principales (**Ver Anexo N° 1**)

a. **Ámbito del ciclo del agua**

El ciclo del agua tiene lugar en la tierra, tiene una interacción constante con el ecosistema debido a que los seres vivos dependen del agua para sobrevivir y ellos coayudan al funcionamiento ciclo del agua y el depende de una atmósfera no contaminada y de un cierto grado de pureza del agua porque con el agua contaminada se dificulta la evaporación y entorpece el ciclo.

b. **Procesos del agua**

Los principales procesos implicados en el ciclo del Agua son:

1) **Evaporación**

El agua se evapora en la superficie oceánica, sobre el terreno y también por los organismos, en el fenómeno de la transpiración. Dado que no podemos distinguir claramente entre la cantidad de agua que se evapora y la cantidad que es transpirada por los organismos, se suele utilizar el término evapotranspiración. Los seres vivos, especialmente las plantas, contribuyen con un 10% al agua que se incorpora a la atmósfera. En el mismo capítulo podemos situar la sublimación, cuantitativamente muy poco importante, que ocurre en la superficie helada de los glaciares o la banquisa.

2) **Condensación**

El agua en forma de vapor sube y se condensa formando las nubes.

3) **Precipitación**

Es cuando el agua se convierte en hielo para después caer en forma de granizo, si esto se junta con el vapor, cuando cae forma un arco iris. La atmósfera pierde agua por condensación (lluvia y rocío) o sublimación inversa (nieve y escarcha) que pasan según el caso al terreno, a la superficie del mar o a la banquisa. En el caso de la lluvia, la nieve y el granizo (cuando las gotas de agua de la lluvia se congelan en el aire) la gravedad determina la caída; mientras que en el rocío y la escarcha el cambio de estado se produce directamente sobre las superficies que cubren.

En el documento PRECIPITACIÓN (Meteorología) (2005), definen “La precipitación es el término con el cual se denominan las formas de agua en estado líquido o sólido que caen directamente sobre la superficie terrestre o de otro planeta. Esto incluye la lluvia, llovizna, llovizna helada, lluvia helada, granizo, hielo granulado, nieve, granizo menudo y bolillas de nieve. La fuente principal de las precipitaciones son las nubes, pero no se llegan a producir hasta que las diminutas partículas que las constituyen se acrecientan y consiguen un tamaño suficientemente grande como para vencer la fuerza ascendente de las corrientes atmosféricas. La cantidad, frecuencia y distribución espacial y temporal de las precipitaciones es muy variable, razón por la cual ha sido objeto de intensos estudios por parte del hombre, en la determinación de los climas y el aprovechamiento de los recursos hídricos que ofrece la naturaleza.

La intensidad de las precipitaciones varía de un lugar a otro aunque no se encuentren a mucha distancia. A lo largo de un año también hay variaciones. Existen zonas en las que en un sólo día cae más lluvia que en otros a lo largo de todo el año.

Las causas que influyen en la distribución de precipitaciones en el planeta son la proximidad al mar, que aumenta la humedad del aire, y las corrientes ascendentes de aire, como las que obligan a realizar las cordilleras, sobre las cuales las precipitaciones son más numerosas e intensas en la ladera enfrentada a los vientos más frecuentes, o barlovento.”

4) Infiltración

En el documento CICLO HIDROLÓGICO (2008), se expone que la infiltración ocurre cuando el agua que alcanza el suelo penetra a través de sus poros y pasa a ser subterránea. La proporción de agua que se infiltra y la que circula en superficie (escorrentía) depende de la permeabilidad

del sustrato, de la pendiente (que la estorba) y de la cobertura vegetal. Parte del agua infiltrada vuelve a la atmósfera por evaporación o, más aún, por la transpiración de las plantas, que la extraen con raíces más o menos extensas y profundas. Otra parte se incorpora a los acuíferos, niveles que contienen agua estancada o circulante. Parte del agua subterránea alcanza la superficie allí donde los acuíferos, por las circunstancias topográficas, interceptan la superficie del terreno.

5) Escorrentía

Este término se refiere a los diversos medios por los que el agua líquida se desliza cuesta abajo por la superficie del terreno. En los climas no excepcionalmente secos, incluidos la mayoría de los llamados desérticos, la escorrentía es el principal agente geológico de erosión y transporte.

En el documento ESCORRENTÍA (2007), dice “Conviene distinguir entre escorrentía superficial y escorrentía en sentido amplio. La escorrentía superficial es la parte de la precipitación que se escapa de la infiltración y de la evapotranspiración y que, consecuentemente, circula por la superficie (arroyamiento en superficie).

Escorrentía en sentido amplio es la circulación de agua producida en un cauce superficial.

La distinción es importante porque la escorrentía consta de varios componentes, tiene distintas aportaciones. El caudal de una red de drenaje en un momento dado procede de:

- Arroyamiento en superficie (escorrentía superficial)
- Precipitación sobre el propio cauce (a veces es más importante que la primera)
- Flujo hipodérmico. Es una parte de la precipitación que no circula en superficie pero tampoco se infiltra en el suelo, sino que circula pendiente abajo en el suelo a ligera profundidad.
- Aportaciones del flujo subterráneo. También es a veces la más importante (río efluente)

La escorrentía superficial se refiere, en general, al agua que circula por la superficie terrestre y se concentra en los ríos. En detalle, parte importante de la escorrentía generada por un evento

lluvioso, sobre todo en áreas forestales, es realmente de flujo subsuperficial o hipodérmico, es decir, agua que no circula en régimen de lámina libre sino que inicialmente se infiltra, escapa de la evapotranspiración y en vez de constituir infiltración eficaz circula horizontalmente por la parte superior de la zona no saturada hasta volver a la superficie. El reparto entre la escorrentía superficial y la subsuperficial está determinado por la tasa de infiltración que depende, básicamente, de factores climatológicos, geológicos e hidrológicos.

Probablemente, el factor más decisivo sea la intensidad y la duración de la lluvia, pero también la conductividad hidráulica del suelo, textura y condiciones del suelo, topografía, red de drenaje y vegetación. En general, el flujo subsuperficial domina en todos casos excepto en aguaceros de fuerte intensidad. Cuando estos flujos alcanzan algún canal de la red de drenaje natural y se une al flujo de base, originado por la descarga de aguas subterráneas, el conjunto circula por dicha red de acuerdo con las leyes de la hidráulica de cauces naturales.

De alguna manera, la escorrentía superficial tiene carácter residual de los restantes procesos hidrológicos, esencialmente estocásticos, sujetos a una gran cantidad de variables no controladas, por lo que, realmente, la escorrentía superficial carece de una ley fundamental que rijan su comportamiento, por lo que para su análisis y evaluación es necesario recurrir, en la mayor parte de los casos, a la teoría de sistemas y a la estadística.

Los datos de partida se obtienen en las denominadas estaciones de aforos, o puntos de control, en donde se realizan mediciones de caudales, por muy diversas técnicas, que se denominan aforos o medidas hidrométricas.”

6) Circulación subterránea

En el documento CICLO HIDROLÓGICO (2008), dice que la circulación subterránea se produce a favor de la gravedad, como la escorrentía superficial, de la que se puede considerar una versión. Se presenta en dos modalidades:

Primero, la que se da en la zona vadosa, especialmente en rocas karstificadas, como son a menudo las calizas, la cual es una circulación siempre cuesta abajo.

Segundo, la que ocurre en los acuíferos en forma de agua intersticial que llena los poros de una roca permeable, de la cual puede incluso remontar por fenómenos en los que intervienen la presión y la capilaridad.

c. Energía del Agua

El ciclo del agua disipa una gran cantidad de energía, la cual procede de la que aporta la insolación. La evaporación es debida al calentamiento solar y animada por la circulación atmosférica, que renueva las masas de aire y que es a su vez debida a diferencias de temperatura igualmente dependientes de la insolación. Los cambios de estado del agua requieren o disipan mucha energía, por el elevado valor que toman el calor latente de fusión y el calor latente de vaporización. Así, esos cambios de estado contribuyen al calentamiento o enfriamiento de las masas de aire, y al transporte neto de calor desde las latitudes tropicales o templadas hacia las frías y polares, gracias al cual es más suave en conjunto el clima planetario.

d. Balance del agua

Si despreciamos las pérdidas y las ganancias debidas al vulcanismo y a la subducción, el balance total es cero. Pero si nos fijamos en los océanos, se comprueba que este balance es negativo; se evapora más de lo que precipita en ellos. Y en los continentes hay un superávit; precipita más de lo que se evapora. Estos déficit y superávit se compensan con las escorrentías, superficial y subterránea, que vierten agua del continente al mar.

e. Efectos químicos del agua

El agua al desplazarse a través del ciclo hidrológico, transporta sólidos y gases en disolución. El carbono, el nitrógeno y el azufre, elementos todos ellos importantes para los organismos vivientes, son volátiles y solubles, y por lo tanto, pueden desplazarse por la atmósfera y realizar ciclos completos, semejantes al ciclo del agua.

La lluvia que cae sobre la superficie del terreno contiene ciertos gases y sólidos en solución. El agua que pasa a través de la zona insaturada de humedad del suelo recoge dióxido de carbono del aire del suelo y de ese modo aumenta de acidez. Esta agua ácida, al llegar en contacto con partículas de suelo o roca madre, disuelve algunas sales minerales. Si el suelo tiene un buen drenaje, el flujo de salida del agua freática final puede contener una cantidad importante de sólidos totales disueltos, que irán finalmente al mar.

Si el agua del suelo se mueve en sentido ascendente, por efecto de la capilaridad, y se está evaporando en la superficie, las sales disueltas pueden ascender también en el suelo y concentrarse en la superficie, donde es frecuente ver en estos casos un estrato blancuzco producido por la acumulación de sales.

2. Cuencas Hidrográficas

En el documento CUENCAS HIDROGRAFICAS (2008), se entiende por cuenca hidrográfica la porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural. Una cuenca hidrográfica se define por la sección del río al cual se hace referencia y es delimitada por la línea de cumbre, también llamada «divisor de aguas» hidrológicos y, más recientemente, a partir de los años 1970, para la planificación racional del uso de los recursos naturales.

a. Características de una Cuenca Hidrográfica

Las principales características de una cuenca son:

La curva cota–superficie: esta característica da una indicación del potencial hidroeléctrico de la cuenca.

El coeficiente de forma: da indicaciones preliminares de la onda de avenida que es capaz de generar.

El coeficiente de ramificación: también da indicaciones preliminares respecto al tipo de onda de avenida.

b. Partes de una Cuenca Hidrográfica

Las partes de una cuenca son:

1) Cuenca alta

Es la parte de la cuenca en la cual predomina el fenómeno de la socavación. Es decir que hay aportación de material terreo hacia las partes bajas de la cuenca, visiblemente se ven trazas de erosión.

2) Cuenca media

Es la parte de la cuenca en la cual mediamente hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

3) Cuenca baja

Es la parte de la cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección.

c. Microcuenca Hidrográfica

La microcuenca es definido por Wambeke (2004), como “una pequeña cuenca de primer o segundo orden, en donde vive un cierto número de familias (Comunidad) utilizando y manejando los recursos del área, principalmente el suelo, agua, vegetación, incluyendo cultivos y vegetación nativa, y fauna, incluyendo animales domésticos y silvestres. Desde el punto de vista operativo, la micro cuenca posee un área que puede ser planificada por un técnico contando con recursos

locales y/o un número de familias que pueda ser tratado como un núcleo social que comparte algunos intereses comunes (agua, camino, organización, etc.)”.

En la micro cuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (relacionados a los bienes y servicios producidos en su área), sociales (relacionados a los patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores). Por ello, las acciones a desarrollarse en la microcuenca deben considerar todas estas interacciones.

3. Erosión

En el documento LA EROSIÓN (2009), define a la misma como un proceso natural por el cual las corrientes de agua o el viento arrastran parte del suelo de unos puntos a otros. Es un proceso muy útil porque permite se desplacen materiales de unos suelos a otros que recuperan fertilidad con estos aportes. La erosión es un problema cuando se acelera, con lo cual los materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que reciben los aportes no son aprovechados o se pierden, o cuando por causas ajenas al propio medio aparece en puntos que no deberían de erosionarse.

La erosión es uno de los problemas ambientales que más preocupa a los científicos, gobernantes y ciudadanos. Sus consecuencias son catastróficas y buena prueba de ello es el crecimiento de los desiertos. La erosión una vez ha alcanzado el punto culminante de su evolución es prácticamente irreversible a escala humana, conseguir que un desierto vuelva a ser suelo fértil es una tarea de siglos o milenios. En cambio conseguir que los suelos fértiles se vuelvan eriales cuesta muy poco, basta una lluvia no excesivamente fuerte sobre una ladera desprovista de vegetación para que el proceso de la erosión se inicie.

La erosión es especialmente preocupante porque afecta a uno de los elementos básicos para la vida, la fertilidad de los suelos. El suelo es el lugar sobre el que se desarrollan la mayor parte de las actividades humanas y es el lugar sobre el que se asientan las plantas que son la base de nuestra alimentación. Los daños que la erosión produce en el suelo son también peligrosos

porque disminuyen su capacidad para retener agua y recargar los acuíferos de los que nos abastecemos. Además, la presencia de suelos erosionados aumenta el riesgo de las riadas e inundaciones que tantos daños causan en nuestra región.

a. Causas de la erosión

La erosión puede tener varios orígenes y normalmente cuando nos encontramos frente a un proceso erosivo es por la combinación de varias de estas causas no por una sola de ellas. Aunque estos procesos pueden ser naturales, casi siempre encontramos la mano del hombre en su desencadenamiento. Nunca ha sido tan verdad como hoy en día la frase de que “Los bosques precedieron a la civilización, los desiertos la siguieron”.

1) La deforestación

Un suelo desprovisto de vegetación no está cohesionado. Las raíces de las plantas sujetan el suelo que se encuentra a su alrededor. Cuando un suelo pierde la mayor parte de sus plantas por un incendio, por una tala abusiva, por el sobrepastoreo, por una obra pública poco cuidadosa etc., corre el riesgo de que las tasas de erosión aumenten.

2) Los malos usos agrarios

Unas prácticas agrarias incorrectas pueden causar que la erosión se acelere y sea un problema grave. En el punto anterior ya hemos comentado que el sobrepastoreo de una zona puede ser peligroso, pero hay otras prácticas que también pueden serlo como el arar siguiendo las pendientes de las montañas con lo cual además de dejar el suelo suelto lo dejamos en el sentido que es más fácil que el agua lo arrastre.

3) Las sequías

El descenso de las precipitaciones provoca que los suelos se queden sueltos por la muerte de parte de las plantas que los sustentan y la disminución de la humedad. Muchas de nuestras sequías son más el resultado de una sobre explotación de nuestros recursos hídricos que el resultado de falta de precipitaciones. Por lo tanto el derroche de agua es una causa directa del aumento de la erosión.

4) Otras Actividades humanas

En algunos de los apartados anteriores ya hemos comentado algunas de estas actividades como las obras públicas poco respetuosas con el medio, pero otras acciones como las actividades mineras poco cuidadosas o las modificaciones en los cauces de los ríos (deforestación, desvíos, cortes de meandros, ocupación de parte del lecho por edificios, etc....) o en su caudal (presas, vertidos, etc....) pueden causar que la erosión aumente al quedar los suelos de los cauces fluviales y sus cercanías desprovistos de parte de la vegetación y humedad que los cohesionan.

5) El cambio climático y la erosión

El posible aumento de las temperaturas que estamos padeciendo y el posible cambio climático aumentarían las tasas de erosión, por un lado parece ser que nos encontraremos con un clima con periodos de sequía más largos, pero por otro las precipitaciones parece ser que no tienden a disminuir sino a concentrarse en periodos cada vez más cortos de tiempo. Si esta tendencia sigue la erosión puede aumentar por las lluvias torrenciales sobre suelos sueltos a causa de las sequías.

b. Efectos indeseables de la erosión

Los efectos que provoca la erosión son:

1) La pérdida de fertilidad de los suelos

En las capas superficiales de los suelos se concentran gran parte de los nutrientes y humedad que las plantas necesitan para subsistir. La pérdida de estas capas por la erosión puede causar que un suelo se vuelva estéril.

2) La pérdida de recursos hídricos

La presencia de las plantas y las primeras capas del suelo son imprescindibles para que el agua de las precipitaciones se infiltre y recargue los acuíferos. Por tanto, un aumento de la erosión significa siempre una disminución en la recarga de los acuíferos y un riesgo para todos aquellos que se abastezcan de dichos acuíferos. Por otro lado la modificación que esto supone para los ciclos hidrológico y climático puede suponer graves alteraciones de estos en el futuro.

3) El aumento del riesgo de inundaciones catastróficas

Como ya hemos comentado en el apartado anterior la erosión disminuye la capacidad de un suelo para retener agua. La erosión propicia que durante las lluvias torrenciales que son tan comunes en nuestro territorio sea mayor la escorrentía superficial y que las avenidas de agua sean mayores. El resultado es que las inundaciones son cada vez más catastróficas.

4) La Colmatación

La erosión provoca que aumente la carga sólida que arrastran los ríos, es decir los limos, arenas, piedras. Esto provoca una serie de graves problemas. El primero de ellos es la colmatación de los lagos y lagunas. Es decir los materiales arrastrados por las corrientes de agua se depositan en estos humedales que acaban convertidos en barrizales inútiles para el consumo humano o animal y que alteran los ecosistemas de dichas áreas, porque reciben más aportes de los que pueden soportar manteniendo su equilibrio natural. Muchas veces esta carga sólida se acumula en las presas de los pantanos que pueden quedar inútiles en pocos años. Otro problema añadido del aumento de la carga sólida de los ríos, es que se enturbien las aguas costeras de las zonas donde desembocan. Estas aguas dejan de ser útiles para la pesca de bajura, ya que los peces huyen al cambiar las condiciones de su ecosistema y también pierden el atractivo turístico que puedan tener. La distribución de estos sedimentos por las corrientes litorales causa que algunos puertos sufran problemas de colmatación similares a los de los pantanos.

5) Daños en infraestructuras y actividades económicas

El aumento de la carga sólida de las corrientes de agua aumenta el desgaste que ejercen sobre las construcciones humanas a las que afectan. El pilar de un puente se ve más dañado si el agua que le desgasta arrastra limos, piedras y arenas. También las cosechas se ven dañadas por el aumento de esta carga. Durante una inundación las tierras de cultivo o de vegetación natural pueden llegar a verse completamente cubiertas de sedimento lo cual daña a las plantas, transformando lo que podía ser un aporte natural de nutrientes en una capa de lodo y piedras que asfixia a la vegetación.

c. ¿Qué podemos hacer para evitar los riesgos de la erosión?

1) Evitar la deforestación

Especialmente en las cuencas de los ríos. Para evitar la deforestación debemos de luchar contra los incendios, el sobrepastoreo, las talas abusivas y la destrucción de vegetación (especialmente cuando implique la destrucción de las raíces y tocones de las plantas). Unas áreas especialmente importantes son las de vegetación de ribera, ya que la mayor parte del material erosionado proviene de los márgenes de los cursos de agua.

2) Evitar la sobreexplotación de los acuíferos

Un consumo razonable y ecológico del agua ayuda a que el suelo pueda conservar gran parte de su humedad natural y aumente su cohesión.

3) Introducir prácticas respetuosas

Arar siguiendo las curvas de nivel, permitir la presencia de cubiertas vegetales en las parcelas para que disminuyan el impacto de las gotas de lluvia, no abandonar los campos dejándolos desnudos, conservar las paredes de los bancales y reforzar los ribazos en peligro con muros o vegetación, planificar las obras públicas sin que supongan grandes trastornos para la vegetación

y suelos, no alterar los cursos y caudales de los ríos ya que siguen una evolución propia y natural. Reducir los vertidos que puedan dañar a la vegetación de las riberas.

4) Eliminar o reducir actividades que puedan alterar el sistema climático o el ciclo hidrológico

No emitir sustancias que puedan alterar el clima para evitar el aumento de las sequías y las lluvias torrenciales. No realizar obras o acciones que puedan suponer grandes cambios en el ciclo hidrológico natural.

4. Características Fisiográficas del Suelo

En el documento AUTOECOLOGÍA II (2008), expresa, la fisiografía es la descripción del relieve terrestre. Los factores fisiográficos influyen localmente sobre los climáticos y edáficos.

a. Orografía

Expresa la configuración general del relieve.

- Modifica la circulación general de la atmósfera -> variaciones climáticas locales (a igual latitud y altitud).
- Proximidad al mar -> acceso de masas de aire húmedo
- Orientación de las cordilleras respecto a los vientos -> Efecto fon
- Valles perpendiculares a la dirección de los vientos -> inversión térmica.

Muy importante para elegir la estación meteorológica.

b. Altitud

Para una misma latitud, conforme aumenta la altitud:

Cuadro 1. Influencia de la altitud

Aumenta	Disminuye
----------------	------------------

la radiaciones (V y UV)	la presión atmosférica
la precipitación	la temperatura (-0,65 °C/100 m)
	el déficit hídrico

Fuente: Autoecología II (2008)

c. Pendiente

Es la inclinación del terreno (ángulo que forma con la horizontal). Se mide con el clinómetro.

Muy importante en los factores edáficos:

- posibilidad de evolución (profundidad, diferenciación del perfil)
- capacidad de retención de agua.
- sensibilidad frente a la erosión (más escorrentía).

En los factores climáticos:

- cantidad de radiación recibida (temperatura, déficit hídrico)
- velocidad de propagación de incendios

En pendientes fuertes hay:

- menos disponibilidad hídrica -> vegetación más xerofítica
- mayor escorrentía y erosión -> vegetación más frugal
- menos competencia por la luz -> Vegetación más heliófila

d. Forma de la Ladera

Cuadro 2. Características de la forma de la ladera

Cóncava	Recta	Convexa
frecuentes en la parte inferior de la ladera		
predomina la deposición sobre la erosión		
suelo más profundo		lo contrario

más humedad		
vegetación menos xerófila y más espesa		

Fuente: Autoecología II (2008)

e. Exposición

Es la orientación de la recta perpendicular a la ladera (hacia afuera), se mide con brújula o el sol y se expresa en rumbos (ángulo respecto al norte).

Se distinguen dos exposiciones principales:

Cuadro 3. Características de las principales exposiciones

Umbría	Solana
alrededor del NE	alrededor del SW
menor número de horas de sol	
radiación recibida a las primeras horas	
menor temperatura	
menor evaporación y déficit hídrico	lo contrario
en estaciones secas (mediterránea)	
favorece a la vegetación y el desarrollo del suelo	
especies microtermófilas	
más higrófilas	
más esciadófilas	

Fuente: Autoecología II (2008)

C. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO NATURAL DEL AGUA

1. Almacenamiento Natural del Agua

Según Zaballos (2008), el páramo es caracterizado por tener un clima frío y húmedo. Sus suelos volcánicos (Andisoles) tienen una capacidad de retención de agua muy alta que amortigua la escorrentía, produciendo un patrón de caudales de las cuencas bastante uniforme, por lo que sirven como proveedores de agua para las depresiones andinas densamente pobladas.

La mayoría de los suelos, bajo vegetación natural y sin alterar, pueden absorber lluvias débiles y moderadas sin que se produzcan encharcamientos o escorrentías apreciables. Cuando aumenta la intensidad o rapidez de caída del agua - que se mide en milímetros (o litros por metro cuadrado) por hora - llega un momento en el que se comienza a formar una lámina de agua en la superficie del suelo. Esta intensidad límite de la lluvia o del riego se denomina capacidad máxima de infiltración del suelo.

La capacidad de infiltración o de absorción depende de la porosidad del suelo, fundamentalmente de los poros más grandes o macroporosidad, así como de la existencia de grietas o cavidades producidas por las lombrices u otros animales y por las raíces de las plantas. Durante las tormentas, cuando el suelo está sin cubrir por la vegetación, las gotas de agua rompen y deshacen rápidamente los grumos y pequeños terrones de la superficie (agregados del suelo), produciéndose un incremento de las partículas finas que van tapando los poros y las pequeñas grietas. Se forma una fina capa superficial compactada y más impermeable que ralentiza mucho la infiltración. Tal estructura de degradación es denominada costra o sellado, según su espesor. Aunque posteriormente disminuya la intensidad de la lluvia ya ha comenzado los encharcamientos y la escorrentía. Por eso es tan importante, para la rápida infiltración del agua y para evitar la escorrentía, la existencia de una capa de hojarasca o de vegetación que disminuya la fuerza del impacto de las gotas al caer al suelo.

a. Infiltración del agua de lluvia en el suelo

En el documento de la FAO titulada OPTIMIZACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO PARA PRODUCCIÓN VEGETAL (2008), expresa que en muchas áreas en las que falta agua, es indispensable maximizar la infiltración del agua de lluvia en el suelo para satisfacer el objetivo de la seguridad alimentaria e hídrica. El buen manejo de la tierra debería favorecer la infiltración en contraposición con la escorrentía. Las excepciones se encuentran donde la captura

del agua de lluvia es necesaria para la producción de cultivos y donde la alta infiltración acarrea riesgos de deslizamientos de tierra y otras formas de movimientos masivos.

La cantidad de agua de lluvia que se infiltra será gobernada por la intensidad de la lluvia en relación con la tasa de infiltración del suelo. Una excesiva labranza y la pérdida de materia orgánica del suelo a menudo conducen a una reducción de la tasa de infiltración debido a la pérdida de la porosidad superficial. Cuando la intensidad de la lluvia es mayor que la tasa de infiltración tendrá lugar la escorrentía con el consecuente desperdicio de agua que podría ser usada para la producción de cultivos y para recargar el agua subterránea. La tasa a la cual se infiltra el agua de lluvia en el suelo está influenciada por su abundancia, la estabilidad y tamaño de los poros en la superficie del suelo, su contenido de agua y la continuidad de los poros de transmisión hacia la zona radical. En muchos suelos el número de poros superficiales se reduce rápidamente por el impacto de las gotas de lluvia las cuales rompen los agregados de suelo en partículas más pequeñas que obstruyen los poros superficiales y forman un sellado de la superficie con escasos poros. La acción destructiva de las gotas de lluvia se evita con la protección de una cobertura del suelo por medio del follaje de los cultivos, de residuos vivos o muertos e incluso con malezas en o sobre la superficie del suelo.

Casi toda el agua que los cultivos absorben del suelo pasa a través del tallo hacia las hojas donde se evapora y llega a la atmósfera en el proceso de transpiración. Este proceso utiliza casi toda el agua absorbida por las raíces de las plantas (cerca del 99 por ciento, el restante uno por ciento es usado directamente en procesos celulares). La transpiración es esencialmente el mismo proceso de la evaporación. La evaporación ocurre cuando un recipiente con agua se deja al sol; el agua líquida desaparece a medida que es convertida en vapor de agua y cuanto más alta es la temperatura, más seco es el aire y mayor es la velocidad del viento, mayor será la tasa de evaporación. La evaporación ocurre siempre que el agua está expuesta a la atmósfera, por ejemplo, en lagos, ríos o pantanos y de las gotas de lluvia que se acumulan sobre las hojas de las plantas después de una tormenta.

b. Deterioro del abastecimiento de agua

El deterioro del abastecimiento de agua se refiere a la disminución de la cantidad de agua subterránea y superficial así como también a la pérdida de calidad del agua. La mala calidad del

agua puede ser el resultado no sólo de un uso inadecuado del suelo y malas prácticas de manejo que dan lugar al transporte de materiales por escorrentía superficial, sino también a la contaminación urbana e industrial debido a procesos inadecuados de control y malos sistemas sanitarios.

El incremento de la escorrentía a expensas de la infiltración de agua de lluvia es la mayor causa de la disminución de las aguas subterráneas ya que hay menos agua disponible para percolar a través del suelo hasta el agua subterránea; o sea, hay menos recarga. El incremento de la escorrentía es a menudo el resultado de cambios en el uso de la tierra que reducen la cobertura protectora y disminuyen la porosidad superficial, como por ejemplo, cuando la formación forestal es convertida para cultivos anuales inadecuadamente manejados. Tales cambios en el uso de la tierra a menudo surgen cuando un aumento de población fuerza a esta a cultivar o pastorear tierras que están escasamente adecuadas para el nuevo uso que se les quiere dar.

Los cambios en el uso de la tierra que incrementan la cantidad de agua usada en la transpiración, como por ejemplo los programas de reforestación, podrán disminuir la frecuencia y la cantidad de la recarga de agua subterránea, asumiendo que no hay cambios en la cantidad de agua de lluvia perdida por escorrentía u otros procesos. Del mismo modo, la deforestación seguida por el cultivo de especies anuales muy probablemente disminuirá la transpiración y aumentará el abastecimiento de agua subterránea, siempre que como resultado no haya escorrentía adicional.

2. Determinación de Humedad del Suelo

Según Castro, R; Rocha, R, et al (2008), en condiciones normales el espacio poroso que presentan los suelos en parte está ocupado por agua con sustancias disueltas (sales y gases) y en parte por una mezcla de diversos gases (entre ellos vapor de agua) que se conoce como “aire del suelo”. El agua, como tal también se encuentra formando parte de la estructura cristalina de algunos minerales de la fase sólida del suelo, pero tan fuertemente retenida que se requieren temperaturas muy altas para liberarla. Para la mayoría de los fines prácticos, se entiende por agua del suelo la que puede ser extraída por desecación a una temperatura que varía entre 105 y 110°C.

En el documento DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN SUELOS (2008), dice que los resultados finales de muchos análisis dependen de su expresión a base de peso seco de suelo (ej. medidas de número, biomasa, etc.). Esto es de importancia debido a que en el suelo el contenido de humedad puede variar ampliamente en función de tiempo mientras que el peso seco es constante a través del tiempo. En análisis microbianos, el contenido de humedad es usualmente reportado como el porcentaje de humedad relativa, el cual es igual a la masa de agua por unidad de masa de suelo seco al horno. Este se define como:

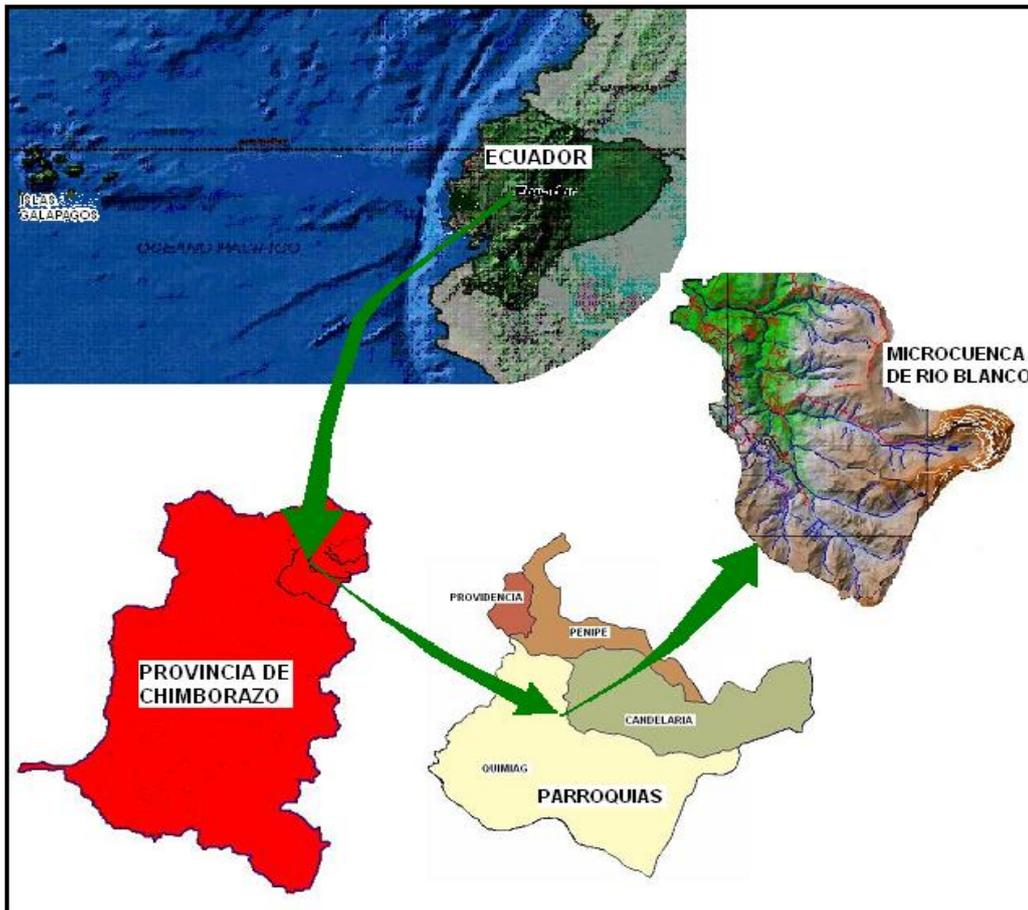
$$\% H = ((m-d)/m) \times 100$$

Donde **m** es la masa de suelo húmedo antes del secado y **d** es la masa de suelo luego de secado al horno. La disponibilidad de agua a los microorganismos es una función de cuan fuertemente enlazada está el agua a partículas de suelo. Por lo tanto, es preferible expresar la humedad de suelo en términos del potencial de agua (este parámetro no se medirá en este ejercicio). El contenido de humedad también puede influenciar la disponibilidad de oxígeno en suelo debido a que O₂ es poco soluble en agua.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización



La presente investigación se realizó en la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”, ubicada en microcuenca alta del Río Blanco, Parroquia Quimiag, Cantón

Riobamba, Provincia de Chimborazo.

Figura 2. Localización de la microcuenca

Fuente: Consorcio interinstitucional para el manejo integrado de la microcuenca del Río Blanco (2005).

2. Ubicación geográfica

Cuadro 4. Límites de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”

PUNTO CARDINAL	LÍMITES
Norte	Cantón Penipe
Sur	Cantón Chambo
Este	Parque Nacional Sangay
Oeste	Asociación Chiniloma

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

3. Características climáticas¹

- a. Temperatura de la zona: 10° - 15° C.
- b. Precipitación anual: 1100 mm.
- c. Humedad relativa: 75-80 %

En el área existe diversidad de zonas climáticas, esto debido a la variación de altitud y la influencia de los vientos que provienen desde la Amazonía. En el páramo se registra un clima ecuatorial frío de alta montaña, por esto, la presencia de heladas en los meses de enero y diciembre.

Según el atlas de IGM en la zona se ubica un clima Mesotérmico Semi-húmedo/seco, el cual es uno de los más frecuentes de la Región Interandina.

¹ Consorcio interinstitucional para el manejo integrado de la microcuenca del Río Blanco (2005).

4. Clasificación ecológica

Según Sierra, R (2001), esta área presenta las siguientes zonas de vida.

- a. Páramo seco
- b. Páramo herbáceo
- c. Bosque siempre verde montano alto
- d. Nieve Perpetua

5. Características del suelo²

En la mayor parte de superficie de la microcuenca alta del Río Blanco, el tipo de suelo es Negro Andino de Topografía inclinada con pendientes mayores a 55%.

B. MATERIALES

1. Materiales

Libreta de campo, esferos, lápices grafito, lápices de colores, marcadores, Cds, hojas de papel bond, papel periódico, cinta adhesiva, botas de caucho, impermeable, mapas temáticos, papel filtro, regadera y barreno.

2. Equipos de Laboratorio

Balanza analítica, estufa, probeta y capsulas de porcelana.

3. Equipos

Computadora, impresora, cámara digital, GPS (Global Positional System), flexómetro, altímetro, clinómetro, bandejas de escurrimiento, pluviómetros caseros y flash memory.

² Consorcio interinstitucional para el manejo integrado de la microcuenca del Río Blanco (2005).

C. METODOLOGÍA

1. Inventariar y caracterizar las actividades antrópicas predominantes y determinar los ecosistemas presentes en la zona.

Previo a la realización de la investigación se tomó contacto con representantes de organismos vinculados a la zona de intervención y a líderes de la misma, lo que facilitó el acceso a la zona y permitió que todas las actividades planificadas sean participativas.

Debido a que en la parte alta de la microcuenca del Río Blanco se encuentra asentada la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”, la misma que posee gran parte de tierras y en las que se encuentran los principales afluentes de la parte alta de esta microcuenca, el trabajo se realizó con los 37 integrantes de la asociación, con quienes se planificó talleres mensuales, así como las salidas al campo.

Los talleres grupales así como las observaciones en el campo nos permitieron inventariar y caracterizar las actividades antrópicas predominantes y los ecosistemas existentes en la zona alta de la microcuenca del Río Blanco (**Ver Anexo N° 2**).

Con la información generada en los talleres se realizaron mapas temáticos que permitieron evidenciar el área de estudio, vinculados con el uso y acceso a los Recursos Naturales existentes en la zona.

Las observaciones en el campo con los actores locales permitió conocer la lógica campesina para efectuar acciones productivas en la zona que les ha permitido y permitirá su sobrevivencia, para lo cual se realizó un diagnóstico local.

2. Analizar la precipitación y pérdida de suelo en los diferentes ecosistemas y Unidades de Producción Agropecuarias.

Con los mapas temáticos obtenidos, de la zona de intervención, se determinaron los puntos estratégicos para ubicar los pluviómetros caseros, que consistían en botellas plásticas de 5 litros con embudos cuyo diámetro era de 11 y 11.7 centímetros, sujetos a soportes de madera; a una altura de 1.50 metros, medidos desde el suelo.

Se construyó 15 pluviómetros, que sirvieron como instrumentos para medir la precipitación horizontal y vertical, los mismos que fueron ubicados 4 en el páramo de pajonal, 4 en el bosque natural, 4 en la plantación de pinos y 3 en las actividades antrópicas (pastos, cultivo de escarda y barbecho) (**Ver Anexo N° 3**).

La medición del agua recolectada en los pluviómetros fue cada 15 días, la misma que era medida en una probeta en mililitros y posteriormente se transformo a milímetros de precipitación tomando como base la metodología recomendada por técnicos de Fundación Natura (**Ver Anexo N° 4**), se utilizo las siguientes formulas derivadas de la relación con el pluviómetro técnico (**Ver Anexo N° 5**):

$$\text{Relación Pluv. Técnico (ml)} = \frac{\text{Valor medido con la probeta (ml)} \times \text{Área del embudo pluv.técnico (cm}^2\text{)}}{\text{Área del embudo pluv.casero (cm}^2\text{)}}$$

$$\text{Precipitación (mm)} = \frac{\text{Relación Pluv. Técnico (ml)} \times 1 \text{ (mm)}}{20 \text{ (ml)}}$$

Para mayor veracidad de los resultados obtenidos anteriormente, se determinó el factor de corrección de los pluviómetros caseros utilizados en este estudio, para lo cual ubique uno de los mismos en la estación meteorológica de la ESPOCH cercano al pluviómetro técnico que esta posee y compare las mediciones de cada uno de ellos, obteniendo la diferencia entre los mismos, este valor corresponde al factor de error o corrección que poseen los pluviómetros caseros

utilizados en mi estudio, el cual fue aplicado a los resultados de la precipitación obtenidos anteriormente (**Ver Anexo N° 6**).

En los diferentes ecosistemas y unidades de producción se realizó el análisis de pérdida de suelo relacionado con las lluvias intensas; para el análisis de este fenómeno se realizaron pruebas de escurrimiento y pérdida de suelo utilizando bandejas de escurrimiento.

Utilizando los valores mayores, menores y medios de las precipitaciones antes determinadas en los ecosistemas y unidades de producción, se simuló una lluvia intensa con una regadera sobre las bandejas de escurrimiento, lo que permitió observar y recolectar el escurrimiento superficial y pérdida de suelo gracias a la forma de las bandejas. Las muestras fueron recolectadas en botellas e identificadas para trasladarlas al laboratorio (**Ver Anexo N° 7**).

Para determinar la cantidad de agua a utilizar en la simulación de la lluvia intensa, se procedió a transformar los valores de las precipitaciones sabiendo que 1 milímetro de precipitación equivale a 1 litro por metro cuadrado y basándome en el supuesto que la lluvia intensa sería la que caería en un periodo de 24 horas.

En el laboratorio las muestras fueron filtradas y se dejó secar en la estufa por 24 horas a una temperatura de 105° C y posteriormente fueron pesadas, obteniendo la cantidad de pérdida de suelo por el escurrimiento superficial (**Ver Anexo N°8**).

Las lecturas de la pérdida de suelo fueron registradas en una matriz de campo, con dichos resultados se realizó el análisis comparativo entre la cubierta vegetal de cada ecosistema con la magnitud de la pérdida de suelo.

3. Determinar la capacidad de almacenamiento de agua proveniente de las precipitaciones, en diferentes condiciones de aprovechamiento de los recursos naturales.

La capacidad de almacenamiento natural de agua fue determinada tomando muestras de suelo representativas y al azar de los diferentes ecosistemas, utilizando un barreno, a una profundidad

de 0 a 30 centímetros, mismas que fueron enfundadas e identificadas para ser trasladadas al laboratorio (**Ver Anexo N° 9**).

En el laboratorio se pesaron las muestras de cada ecosistema, este valor correspondió al peso húmedo (PH) y se dejó secar en la estufa por 24 horas a una temperatura de 105°C para luego ser pesadas nuevamente cuyo valor correspondió al peso seco (PS). Con estos datos se pudo calcular el porcentaje de humedad de cada muestra (**Ver Anexo N° 10**).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. INVENTARIACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS Y ECOSISTEMAS PRESENTES EN LA ZONA.

1. Diagnostico local

El Río Blanco nace de los deshielos del nevado “El Altar”, el cual alimenta al Río Chambo y desemboca en la cuenca del Pastaza. Los páramos que pertenecen a la Asociación Zoila Martínez, realizan una función muy importante de mantener el caudal del Río Blanco mediante la escorrentía que se produce en ellos.

Los principales afluentes del Río Blanco que se encuentran ubicados en la parte alta de la microcuenca son los ríos Tiaco Chico y Tiaco Grande, los cuales son una referencia del área de estudio ya que la misma se la realizó en las zonas cercanas a estos ríos.

Se tomo como parte alta de la microcuenca las zonas que se encuentran por encima de los 3340 m.s.n.m. que corresponde a partir de la bocatoma construida para desviar el caudal del río para ser utilizada para riego y para la generación de electricidad; lo que también concuerda con el tipo de vegetación característica de las zonas de altura que se observa a partir de dicha cota. La parte alta representa el 40 % de la superficie de la microcuenca y concentra el 5 % de la población.

La Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”, posee una superficie de 3821.61 hectáreas; de las cuales 200 hectáreas fueron parceladas para dedicarlas a la agricultura y ganadería.

a. Aspectos socio-económicos

La descripción de los aspectos socio-económicos está basada en el documento del PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LA MARGEN IZQUIERDA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO BLANCO, esta información fue validada por los pobladores en los talleres grupales y recorridos de campo.

1) Población

La Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez” consta de 37 familias, de los cuales 54 son hombres y 57 son mujeres, dando un total de 111 habitantes.

Cuadro 5. Población por sexo

LUGAR	NUMERO DE FAMILIAS	SEXO		TOTAL
		HOMBRES	MUJERES	
Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”	37	54	57	111

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

2) Educación

La Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez” no dispone de una escuela, ya que la mayoría de socios no viven en la zona alta, sino en la parte media de la microcuenca, donde si disponen de este servicio.

3) Salud y nutrición

Los pobladores de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez” son aquejados por diversas enfermedades ya que debido a la falta de recursos económicos, alto costo de las medicinas y la gran distancia hasta el centro de salud de Quimiag u Hospital de Riobamba; no pueden llevar un buen control de su salud.

Su nutrición es pobre ya que ha cambiado bruscamente su modo alimenticio, prefieren en ciertos casos vender los productos agrícolas y pecuarios para obtener réditos económicos y con estos adquirir productos elaborados con una baja calidad nutritiva.

Cuadro 6. Principales enfermedades en los pobladores

POBLACIÓN	PRINCIPALES ENFERMEDADES
NIÑOS	<ul style="list-style-type: none"> • Infección de las vías respiratorias • Resfriados • Infecciones que producen diarreas • Anemia • Desnutrición
ADULTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Infección de las vías respiratorias • Dolores de cabeza • Reumatismo • Gastritis • Artritis • Dolores en la espalda

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Sandra Jiménez

En el Cuadro 6 se puede observar las principales enfermedades que aquejan a los pobladores, son dolencias comunes y de fácil tratamiento, pero por el deficiente sistema de salud pública en la zona, no son tratadas adecuadamente por lo que se hacen repetitivas a través del año.

4) Servicios básicos

En la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez” únicamente disponen de energía eléctrica, siendo nula la existencia de agua potable, letrinas y teléfono.

Cuadro 7. Servicios básicos

LUGAR	ENERGIA ELECTRICA	AGUA POTABLE	LETRINAS	TELÉFONO
Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”	SI	NO	NO	NO

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

5) Infraestructura social

La Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez” solo dispone de una casa comunal donde se reúnen una vez por mes.

Cuadro 8. Infraestructura social

LUGAR	CASA COMUNAL	TIENDA COMUNAL	CAPILLA / TEMPLO
Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”	SI	NO	NO

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

6) Sistemas de producción

Los elementos del sistema de producción son:

a) Fuerza de trabajo

Direccionado principalmente por el jefe de familia y en contados casos con el apoyo de uno o dos hijos varones, el apoyo de vecinos y allegados se da eventualmente en lo que se conoce como presta manos. Si bien la mayoría de la fuerza de trabajo es familiar, el

mantenimiento e incorporación de pastos implican la mayor dedicación hacia las actividades de ganadería, donde se utilizan jornales. El costo del jornal en la zona es de 6 dólares incluida la comida.

b) Medio explotado

Determinado por: tierras cultivadas (pastos), tierras de pastoreo y terrenos de pendientes fuertes.

c) Instrumentos de producción

Estructurado por herramientas como: machete, hacha, lampa, motosierra, pico, otras. Infraestructuras: de vivienda (madera y bloque), potreros. Animales: ganado vacuno (criollos, cruce holstein) y ganado equino.

La disponibilidad relativa de cada recurso como: tierra, mano de obra y capital determina las estrategias productivas de las familias de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”, es decir estos recursos regulan un funcionamiento específico del sistema de producción.

La interrelación de estos elementos (tierra, mano de obra y capital), su interdependencia, las características de cada elemento influyen sobre los otros, y por lo tanto sobre el funcionamiento global del sistema.

En la zona, la combinación de estos elementos ha influido directamente sobre la elección de los sistemas de cultivo, de crianza y complemento de actividades con la explotación del recurso bosque nativo sin tener un criterio de conservación.

d) Sistemas de cultivo

Una sucesión de bosque y pajonal con pastos que empieza con el talado del bosque / extracción de madera, quema del pajonal e incorporación de pastos (ray grass, pasto

azul, trébol). Y posterior la siembra de leguminosas como haba y tubérculos como las papas y mellocos.

La presión demográfica ha inducido a la intervención / colonización mediante una explotación o tala indiscriminada de los bosques, incluso en las partes donde en muchos casos conviene dejar en descanso o son áreas intocables (pendiente y suelos). La incorporación de pastos como acción inmediata, después, de la tala predispone a los suelos a exponerse a los factores erosivos - climáticos que se tornan adversos (fuertes precipitaciones, suelos superficiales...). La erosión laminar de los suelos es permanente.

e) Sistemas pecuarios

Se ha establecido los sistemas de ganadería bovina, la crianza de animales menores (cerdos, pollos, cuyes) que es mínima, resultando estas actividades no referentes para el presente análisis.

Los sistemas de ganadería se definen a nivel de hatos ganaderos. Para el análisis en el presente estudio se pueden distinguir tres sistemas de crianza:

Sistema de crianza 1: Ganado para leche y también de carne (la extracción de leche para la venta y autoconsumo).

Sistema de crianza 2: Ganado bovino para engorde y venta de carne.

Los sistemas 1 y 2 están dados por el ganado bovino criollo y en pocos casos ganado mejorado resultado de ciertos cruces.

Sistema de crianza 3: Ganado equino para el transporte principalmente de alimentos y productos de siembra y cosechas.

Con el análisis de la situación socio-económico de los pobladores de la zona nos permite tener claro que mientras la población no pueda satisfacer sus necesidades

básicas, no podrían pensar en un manejo integrado de la microcuenca, ya que manifiestan la existencia de necesidades más importantes que resaltan a simple vista, que la de conservar los ecosistemas de altura.

La carencia de servicios básicos junto con la baja productividad agrícola y pecuaria, hace que los pobladores degraden constantemente los recursos naturales ya que en su afán de subsistencia se ven obligados a desarrollar actividades productivas en esta zona de recarga hídrica.

2. Inventariación y caracterización de las actividades antrópicas predominantes en la zona

La participación de los integrantes de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez” en los talleres nos ha permitido realizar un análisis profundo identificando las principales actividades antrópicas.

a. Producción agrícola

La producción agrícola es una actividad importante para la subsistencia de los pobladores de la zona alta de la microcuenca del Río Blanco; puesto que la misma les proporciona de alimentos y el excedente réditos económicos al comercializar estos productos.

La actividad agrícola la desempeñan en las parcelas familiares de los campesinos, la preparación del suelo lo realizan a mano un 70% y con tractor un 30%, debido a las fuertes pendientes de la zona que no permiten mecanizar las actividades agrícolas.

La siembra generalmente lo realizan con semilla de la localidad y pocos casos utilizan semilla certificada. La fertilización se la hace en forma orgánica e inorgánica, en barbecho se aplica abono orgánico y abono inorgánico al momento de la siembra y en el aporque como fertilización complementaria.

Para los controles fitosanitarios la utilización de pesticidas es reducida o nula, ya que manifiestan que su alto costo no les permite adquirirlos y desconocen el uso de controles fitosanitarios biológicos.

La cosecha lo realizan manualmente generalmente utilizan jornales, dependiendo lógicamente de la situación económica del agricultor.

De la totalidad de superficie que posee la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”; 200 hectáreas fueron parceladas, de las cuales 80 hectáreas están siendo explotadas con cultivos de escarda, estos cultivos en orden de importancia y cantidad de superficie son los siguientes:

- Papas
- Habas
- Mellocos
- Chochos
- Ocas

b. Producción pecuaria

En la zona la producción pecuaria es predominante, de las 200 hectáreas parceladas, 120 están destinadas para la producción de pastos para la explotación de bovinos los cuales se manejan con doble propósito (leche y carne), esta es la actividad más importante de las explotaciones pecuarias existentes, mostrando así que la zona es eminentemente ganadera.

Según los agricultores, los pastizales establecidos no les dura mucho, como es lógico, responden al mal manejo de los mismos; ya que el clima riguroso predominante en la zona y la falta de fertilización determina que la producción de pastizales ya establecidos y la adaptabilidad de nuevas especies forrajeras sea restringida, siendo sus rendimientos inferiores a los que normalmente se obtienen.

Las bajas temperaturas que se registran en promedio (12.5°C) y la excesiva humedad (78.5%) determina que los animales disminuyan su rendimiento de producción debido a que las exigencias de energía para mantenimiento, producción y reproducción sean mayores, y al no contar con fuentes alternativas de alimentación, no pueden suplir los requerimientos nutritivos.

La base alimenticia del ganado bovino está constituida principalmente por pastos nativos, pajonal y algunas especies introducidas como raygrass, pasto milín y trébol forrajero.

Existe un deficiente manejo de los pastizales ya que tienen un sistema de pastoreo inadecuado, deficiente control de malezas, poco e irracional uso de fertilizantes y transferencia de tecnología deficiente.

El ganado bovino tiene un cierto grado de mestizaje producto del cruzamiento con distintas razas mejoradas, esto se debe a la presencia de haciendas cercanas al sector.

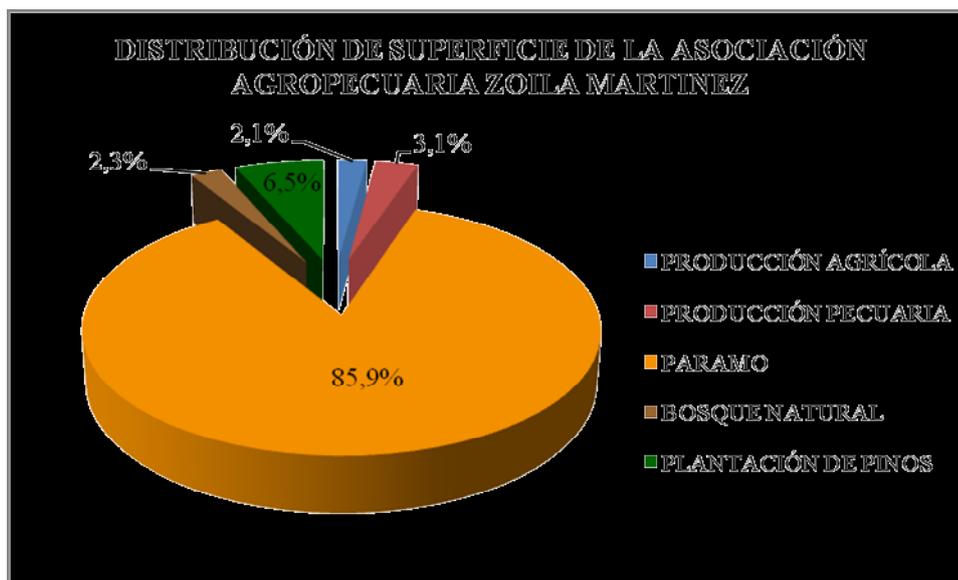
Otra forma de explotación pecuaria es la crianza de ganado bovino de raza criolla en el paramo, la cual a pesar, de que es reducido el número de animales causan una alteración en este ecosistema. La crianza de especies menores como: ovinos, porcinos, cuyes y aves de corral tienen cierta importancia, permiten a las economías campesinas disponer de un respaldo económico en el caso de presentarse situaciones no planificadas.

Tabla 1. Distribución de superficie de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”

SUPERFICIE TOTAL (ha)	PRODUCCIÓN AGRÍCOLA		PRODUCCIÓN PECUARIA		PÁRAMO		BOSQUE NATURAL		PLANTACIÓN DE PINOS	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
3821,61	80	2,1	120	3,1	3283,61	85,9	88	2,3	250	6,5

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 1. Distribución de Superficie

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

En la tabla 1 y gráfico 1, se muestran la distribución de la superficie de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”, ocupando el 85.9% el paramo con poca o nula intervención, la plantación de pinos corresponde al 6.5%, el bosque natural el 2.3%, la producción pecuaria abarca el 3.1% y la producción agrícola el 2.1%.

Los páramos son ecosistemas que han tenido una influencia antrópica desde los primeros años en que los seres humanos ocuparon las alturas andinas. El impacto de las sociedades sobre los páramos ha ido creciendo con el paso del tiempo. En la actualidad, el proceso de deterioro de este ecosistema va de la mano con la situación generalmente precaria de las poblaciones campesinas e indígenas que lo usan directamente y que impactan sobre él.

3. Determinación de los ecosistemas existentes en la zona

En la parte alta de la microcuenca del Río Blanco, se logró identificar cuatro tipos de ecosistemas, su descripción está basada en el documento PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LA MARGEN IZQUIERDA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO

BLANCO, esta información fue validada por los pobladores en los talleres grupales y recorridos de campo.

a. Páramo de pajonal

Los páramos herbáceos o de pajonal de esta región son similares a los de la cordillera occidental, pero generalmente más húmedos. Ocupan la mayor parte de las tierras entre los 3400 y 4000 m.s.n.m. En su límite inferior bordean la Ceja de Andina arbustiva o, actualmente, campos cultivados. Estos páramos están dominados por hierbas en penacho (manejo) de los géneros *Calamagrostis* y *Festuca*, generalmente entremezclados con otras hierbas.

Cuadro 9. Flora característica

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Paja	<i>Calamagrostis effusa, Festuca spp, Agrostis breviculmis</i>
Chuquiragua	<i>Chuquiraga jussieui</i>
Cacho de venado	<i>Halenia spp</i>
Chocho silvestre	<i>Lupinus spp</i>
Almohadilla	<i>Azorella pedunculata</i>
Palo de rosa	<i>Galadendron punctatum</i>
Matico	<i>Piper aduncum L.</i>
Taraxaco	<i>Taraxacum officinalis</i>
Valeriana	<i>Valeriana microphylla</i>
Botón de oro	<i>Ranunculus premorsus</i>

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Los suelos de los páramos son una mezcla de materiales volcánicos, productos de las repetidas erupciones de los Andes, y de materia orgánica que, por el frío, tarda mucho en descomponerse. Se forma así una esponja que recoge el agua de las lluvias, la niebla y los deshielos, y la sueltan de manera limpia y constante hacia las tierras bajas.

El páramo puede brindar servicios ambientales gracias a características ecológicas especiales pero ciertas acciones humanas están limitando sus capacidades y las posibilidades de aprovecharlas sustentablemente. Dos servicios ambientales fundamentales que el páramo presta a la población directa e indirectamente relacionada con ellas y a la sociedad en general, son la continua provisión de agua en cantidad y calidad, y el almacenamiento de carbono atmosférico, que ayuda a controlar el calentamiento global.

b. Bosque natural

Se extienden desde los 3000 hasta los 3400 m.s.n.m. Incluye la "Ceja Andina" o vegetación de transición entre los bosques montano altos y el páramo. El bosque siempreverde (húmedo) montano alto es similar al bosque nublado en su fisonomía y en la cantidad de musgos y plantas epifitas. Una diferencia importante, es que el suelo tiende a estar cubierto por una densa capa de musgo y los árboles tienden a crecer irregularmente, con troncos ramificados desde la base y en algunos casos muy inclinados o casi horizontales.

Cuadro 10. Flora característica

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Piquil	<i>Gynoxys buxifolia</i>
Chilca	<i>Baccharis caespitosa</i>
Helechos	<i>Lycopodium spp</i>
Lechero	<i>Euphorbia laurifolia</i>
Romerillo	<i>Hypericum laricifolium</i>
Quishuar	<i>Buddleja incana</i>
Chocho silvestre	<i>Lupinus spp</i>
Pumamaqui	<i>Oreopanax spp</i>
Yagual	<i>Polylepis spp</i>
Pujín	<i>Hesperomeles lanuginosa</i>
Colca	<i>Miconia spp</i>

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

c. Plantación de pinos

En los predios de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez” se encuentran plantaciones de pinos que alcanzan una extensión de 250 hectáreas, las cuales tienen una edad aproximada de entre 8 a 10 años. Esto se realizó con un convenio firmado entre la asociación y la empresa PROFAFOR, la cual apoya al establecimiento de plantaciones forestales en el Ecuador para absorber y fijar carbono de la atmósfera y de esta manera contribuir a la descontaminación ambiental.

Los árboles de estas plantaciones demuestran un crecimiento deficiente para la edad que poseen ya que al ser introducidos en un ecosistema de altura de condiciones climáticas extremas, se observa claros indicios de una mala adaptación de las plantas a este medio (árboles pequeños y cloróticos), ligado a una falta de mantenimiento de estas plantaciones; lo que conlleva a una baja captación de Carbono.

Según GRANDA, P. en el documento Sumideros de carbono en los andes ecuatorianos expone que mientras se acumula evidencia sobre la gravedad e impactos del Cambio Climático debido al Calentamiento Global, los "esfuerzos" orientados a buscar su mitigación provistos por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, parecen alejarse cada vez más de resolver las causas fundamentales del problema. Este es el caso de los proyectos llamados de "Desarrollo Limpio" e iniciativas similares contemplados dentro del proceso de negociaciones climáticas y del Protocolo de Kyoto.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio surgió cuando la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas señaló que el Efecto Invernadero podía ser combatido de forma costo-efectiva por los países industrializados, por medio de inversiones en la reducción y secuestro de Gases de Efecto Invernadero en otros países: los países industrializados consiguen desplazar responsabilidades más allá de sus fronteras a través de proyectos –de utilidad real incierta- implementados en países pobres. Para los países industrializados el precio por absorber es mucho menor que el precio por reducir.

La idea del Mecanismo de Desarrollo Limpio es aumentar sumideros y mantener o expandir reservorios de Carbono con el objetivo de compensar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Como proyectos MDL se pueden encontrar iniciativas que pretenden "absorber" CO₂ de la atmósfera: proyectos que aumentan Sumideros de carbono (plantaciones de árboles), o se mantienen los Reservorios existentes de este elemento (conservación de bosques o ecosistemas naturales). La capacidad de reciclaje y absorción de carbono de la biosfera se convierte entonces en un nuevo "servicio" ambiental -sujeto de comercialización- que ha devenido en el Mercado de Emisiones.

Esto se convierte en un incentivo para las plantaciones de árboles a gran escala. Localmente esto se traduce en el establecimiento de plantaciones forestales, como aquellas auspiciadas por la empresa FACE PROFAFOR en Ecuador. Este proyecto cuenta con la Certificación Forestal del FSC, Forest Stewardship Council, lo que se presenta como garantía de Buen Manejo de Recursos Forestales frente a la opinión pública internacional.

La fundación holandesa FACE pretende "capturar" carbono en plantaciones de Pino establecidas en ecosistemas primarios de Ecuador. Esta supuesta "captura" de carbono es barata para Holanda porque no toma en cuenta varios costos que están siendo absorbidos por comunidades campesinas y ecosistemas primarios del país huésped.

Factores como el bajo o nulo costo por el uso de la tierra, el trabajo campesino gratuito y el desplazamiento de actividades productivas de las comunidades, sumados a las externalidades generadas por el proyecto -como los impactos ambientales sobre el suelo, la pérdida de retención de agua y una mayor liberación de carbono por el establecimiento de las plantaciones en el páramo vuelven al proyecto FACE PROFAFOR un absurdo ideado buscando aumentar los Sumideros Terrestres de Carbono, y que sólo consigue desviar recursos financieros y políticos de una Reestructuración del Uso y Generación de Energía.

En el suelo de páramo existen complejos entre partículas minerales y orgánicas que retienen el agua y que protegen el humus de la descomposición, lo que quiere decir que

tienen un alto contenido de materia orgánica y retienen mucha agua. Dado que las plantaciones de Pinos tienen un mayor uso de agua, el suelo bajo las plantaciones tiende a secarse. Entonces los suelos pierden la conexión entre partículas minerales y orgánicas, el contenido de materia orgánica disminuye y los suelos se transforman de retenedores de agua a repelentes de agua.

Los páramos son fundamentales para la regulación de la hidrología regional y constituyen la fuente de agua para la mayoría de la población de los Andes ("función hidrológica"). Se habla de los páramos como las "fabricas" de agua, las "esponjas" para el almacenamiento de agua o la "cuna" del sistema hídrico. En los páramos el clima es frío y generalmente húmedo. La gran humedad no se evidencia tanto por una precipitación alta. Aparte de la precipitación vertical (lluvia), también llega bastante agua al ecosistema por precipitación horizontal: la intercepción de niebla. Por el frío y la alta nubosidad a esta altura, la evaporación es muy baja y por esto existe un alto rendimiento de agua.

La descomposición de materia orgánica en el Páramo es muy baja, causada por las bajas temperaturas y la alta humedad. Por esto en situaciones con poca intervención humana siempre se encuentra un suelo humífero: la gran cantidad de materia orgánica presente hace que estos suelos tengan una gran capacidad de retención de agua. Parte de esta agua en el suelo se mantiene inmóvil, encerrada en capilares muy delgados, mientras otra parte es móvil y es retenida solo durante un periodo limitado. La parte móvil se establece en épocas húmedas, es retenida en el suelo y liberada en épocas secas. Aunque la capacidad de retención de agua del suelo es mucho más alta que aquella de la vegetación, la presencia de una capa de plantas constantemente húmeda es importante para mantener una buena retención de agua durante las épocas secas.

El equilibrio natural de zonas de vegetación por encima de 3200 m.s.n.m. en los Andes es muy frágil. Este equilibrio en muchas ocasiones es alterado por la agricultura. Todas las prácticas agrícolas (cultivos, ganadería y forestación) tienen como consecuencia que la capa de vegetación desaparece durante un determinado periodo. La desaparición de la vegetación protectora causa una exposición del suelo al aire y aumenta la evaporación

en el suelo superficial, se tiende a interrumpir el efecto mutuo entre agua y materia orgánica: por menos humedad hay un aumento de la descomposición que resulta en menos materia orgánica en el suelo y así, a su vez, en una menor capacidad de retención de agua.

La implantación de árboles, exóticos para el páramo NO favorece la estabilidad del ecosistema. Durante la implantación se quita (parte de) la vegetación existente y se altera el suelo. Especies como el pino consumen mucha agua, disminuyen el rendimiento hídrico y secan el suelo generando más descomposición. Esta no es compensada por la entrada de nueva materia orgánica, porque la hojarasca de pino es muy uniforme y resistente a microorganismos. Bajo muchas condiciones el suelo bajo una plantación de pino es menos orgánico y más seco que el suelo de páramo.

Según otros autores las plantaciones forestales tendrán un efecto máximo sobre la hidrología en aquellas zonas de alta precipitación, especialmente si éstas son fuentes de agua para usuarios en tierras más bajas. La introducción de especies no nativas en un área determinada puede reducir los flujos en las estaciones secas a niveles menores a los experimentados históricamente. Esto se podrá ver si la plantación cubre una proporción significativa de las áreas de captación de agua. Se observaron árboles de la plantación junto a cursos y reservorios de agua. Cuando PROFAFOR obtiene la certificación forestal, la verificadora constata que la empresa no ha establecido entre sus regulaciones técnicas, distancias mínimas entre los cuerpos de agua y la plantación.

El ecosistema paramero es un gran reservorio para carbono y al conservarlo se evita más emisión de este elemento a la atmósfera. En el páramo, los suelos típicamente son muy negros y húmedos. Por el clima frío, la alta humedad y el hecho de que los suelos son formados en cenizas volcánicas recientes, la descomposición de materia orgánica es muy lenta. El ecosistema paramero, si se considera el suelo, puede almacenar más carbono que la selva tropical. Con un mal manejo del páramo, especialmente al dejar la tierra expuesta al aire, se seca el suelo superficial y la descomposición aumenta. Esto resulta en una oxidación de la materia orgánica y una emisión de carbono a la atmósfera. Con un cambio de uso de la tierra en el páramo, como con la forestación,

esta pérdida de materia orgánica no está compensada por una entrada de nueva hojarasca. Es una ilusión pensar que la materia orgánica en el suelo es muy estable y que un manejo inapropiado no liberaría mucho carbono a la atmósfera.

d. Actividades antrópicas

Las actividades antrópicas en la zona fueron tomadas como un agroecosistema para este estudio; basados en lo expresado en el documento LA BIODIVERSIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS (2008), podemos tomar a las actividades agrícolas y pecuarias como un ecosistema. La caracterización e inventariación de las actividades antrópicas o agroecosistemas ya fueron detallados anteriormente.

4. Mapas temáticos de la zona de estudio

Con la información recolectada se realizaron mapas temáticos de la zona de estudio (**Ver Anexo N° 11**), siendo los siguientes:

- a. Mapa de la zona de estudio
- b. Mapa de clasificación taxonómica de suelos
- c. Mapa de clasificación ecológica
- d. Mapa de intervención antropogénica
- e. Mapa de uso actual del suelo
- f. Mapa de uso potencial del suelo

B. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN Y PÉRDIDA DE SUELO DE LOS ECOSISTEMAS

1. Análisis de la precipitación en los diferentes ecosistemas

Se ubicaron 15 pluviómetros en la zona de estudio, distribuidos en los cuatro ecosistemas existentes. Para la identificación de los pluviómetros en los ecosistemas se utilizó la siguiente nomenclatura:

Cuadro 11. Nomenclatura de ecosistemas

ECOSISTEMA	NOMENCLATURA
Páramo de pajonal	P. Pa.
Plantación de pinos	P. Pi.
Bosque natural	B. Na.
Actividades antrópicas	At. Ps. (Pasto)
	At. Pa. (Papas)
	At. Ba-Ha (Barbecho-Habas)

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

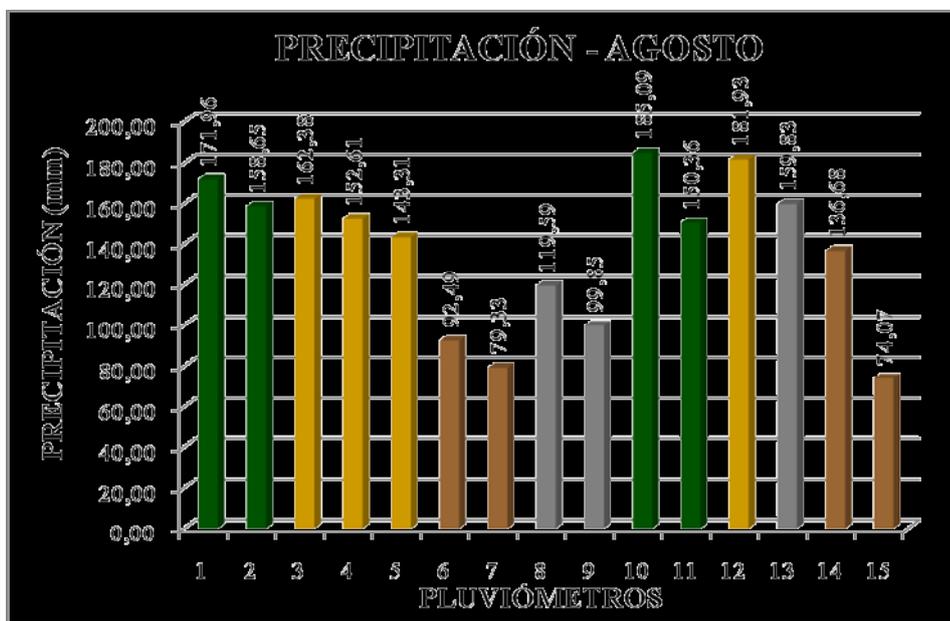
A continuación se detalla el análisis de la precipitación en la zona de estudio, por mes y por pluviómetro.

Tabla 2. Precipitación del mes de Agosto por pluviómetro

PLUV.	ALTURA (m.s.n.m.)	ECOSISTEMA	PRECIPITACIÓN (mm)
1	3520	P. Pi.	171,96
2	3512	P. Pi.	158,65
3	3535	P. Pa.	162,38
4	3505	P. Pa.	152,61
5	3484	P. Pa.	143,31
6	3386	B. Na.	92,49
7	3388	B. Na.	79,33
8	3358	At. Ps.	119,59
9	3367	At. Pa.	99,85
10	3490	P.Pi.	185,09
11	3486	P.Pi.	150,36
12	3496	P.Pa.	181,93
13	3440	At. Ba-Ha.	159,83
14	3418	B. Na.	136,68
15	3392	B. Na.	74,07

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 2. Precipitación del mes de Agosto por pluviómetro

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

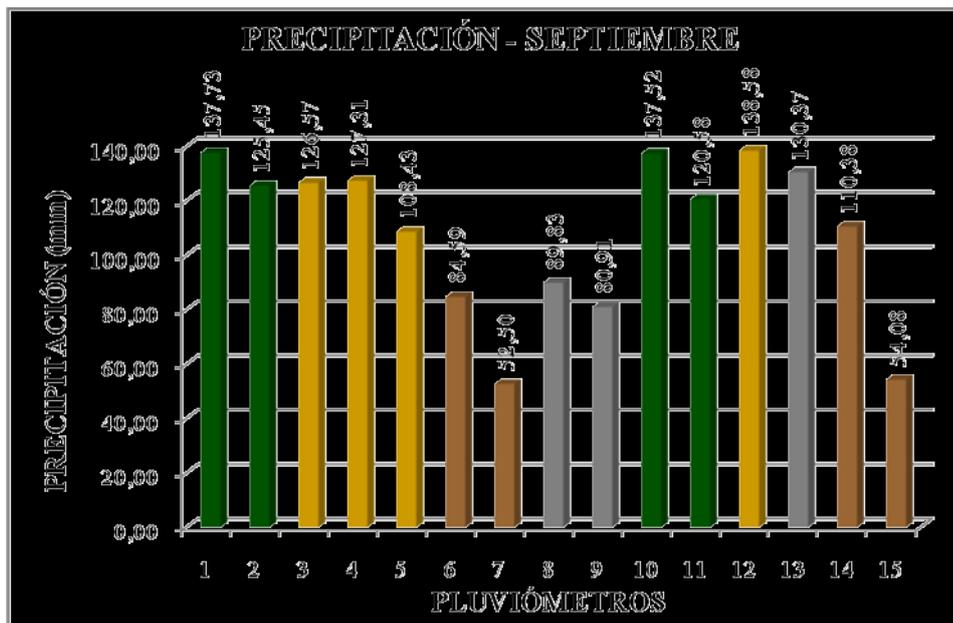
En la tabla 2 y el gráfico 2, se muestran las precipitaciones del mes de Agosto de 2008, en los quince pluviómetros en los diferentes ecosistemas, los valores más altos se presentaron en los pluviómetros N° 10 con 185.09 mm y N° 12 con 181.93 mm de los ecosistemas de plantación de pinos y páramo de pajonal respectivamente, y los valores menores se registraron en los pluviómetros N° 15 con 74.07 mm y N° 9 con 99.85 mm situados en los ecosistemas en el bosque natural y en las actividades antrópicas respectivamente; lo cual se debe a la diferencia de cotas en las que se encuentran cada uno de estos ecosistemas, ya que el páramo de pajonal y la plantación de pinos se ubica en cotas superiores que las de las actividades antrópicas y el bosque natural, validado por la información que proporciona el documento AUTOECOLOGÍA II (2008).

Tabla 3. Precipitación del mes Septiembre por pluviómetro

PLUV.	ALTURA (m.s.n.m.)	ECOSISTEMA	PRECIPITACIÓN (mm)
1	3520	P. Pi.	137,73
2	3512	P. Pi.	125,45
3	3535	P. Pa.	126,57
4	3505	P. Pa.	127,31
5	3484	P. Pa.	108,43
6	3386	B. Na.	84,59
7	3388	B. Na.	52,50
8	3358	At. Ps.	89,83
9	3367	At. Pa.	80,91
10	3490	P.Pi.	137,52
11	3486	P.Pi.	120,58
12	3496	P.Pa.	138,58
13	3440	At. Ba-Ha.	130,37
14	3418	B. Na.	110,38
15	3392	B. Na.	54,08

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 3. Precipitación del mes Septiembre por pluviómetro

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

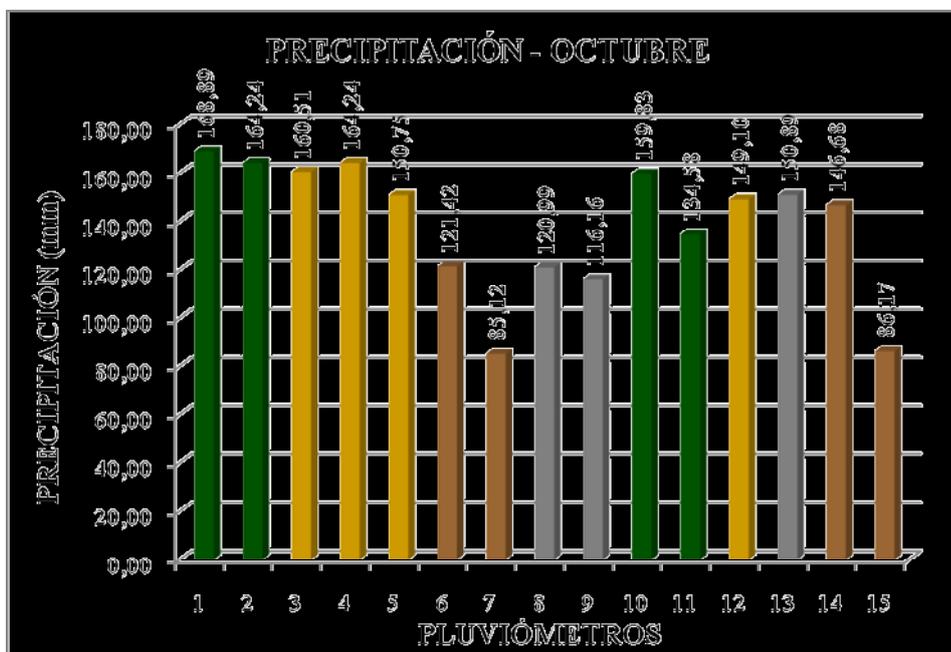
En la tabla 3 y el gráfico 3, se muestran las precipitaciones del mes Septiembre de 2008, en los quince pluviómetros en los diferentes ecosistemas, los valores más altos se presentaron en los pluviómetros N° 1 con 137.73 mm y N° 12 con 138.58 mm de los ecosistemas de plantación de pinos y páramo de pajonal respectivamente, y los valores menores se registraron en los pluviómetros N° 7 con 52.50 mm y N° 9 con 80.91 mm situados en los ecosistemas en el bosque natural y en las actividades antrópicas respectivamente; manteniéndose el esquema del mes anterior por las razones ya mencionadas.

Tabla 4. Precipitación del mes Octubre por pluviómetro

PLUV.	ALTURA (m.s.n.m.)	ECOSISTEMA	PRECIPITACIÓN (mm)
1	3520	P.Pi.	168,89
2	3512	P.Pi.	164,24
3	3535	P.Pa.	160,51
4	3505	P.Pa.	164,24
5	3484	P.Pa.	150,75
6	3386	B.Na.	121,42
7	3388	B.Na.	85,12
8	3358	At.Ps.	120,99
9	3367	At.Pa.	116,16
10	3490	P.Pi.	159,83
11	3486	P.Pi.	134,58
12	3496	P.Pa.	149,10
13	3440	At.Ba-Ha.	150,89
14	3418	B.Na.	146,68
15	3392	B.Na.	86,17

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 4. Precipitación del mes Octubre por pluviómetro

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

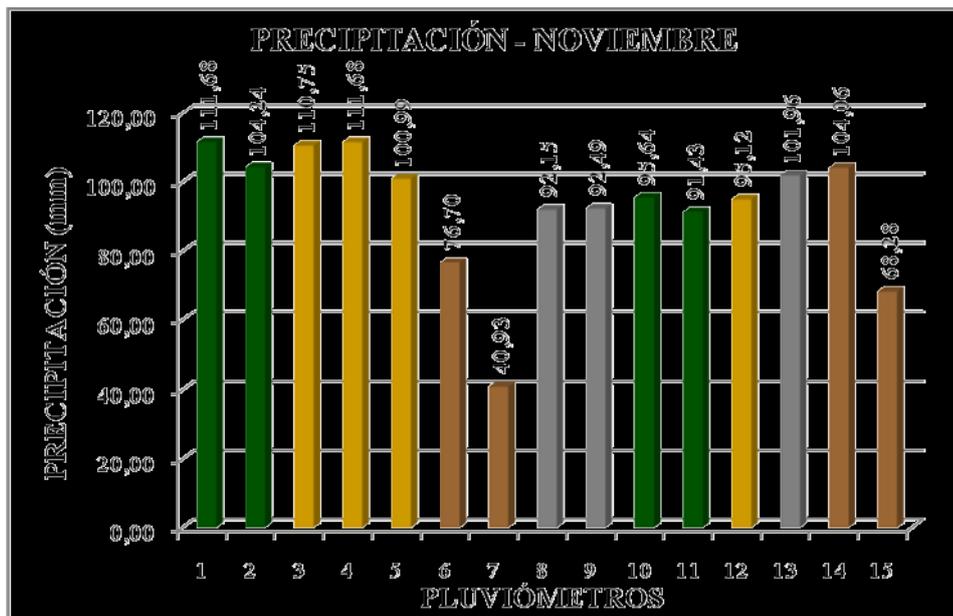
En la tabla 4 y el gráfico 4, se muestran las precipitaciones del mes Octubre de 2008, en los quince pluviómetros en los diferentes ecosistemas, los valores más altos se presentaron en los pluviómetros N° 1 con 168.89 mm y N° 4 con 164.24 mm de los ecosistemas de plantación de pinos y páramo de pajonal respectivamente, y los valores menores se registraron en los pluviómetros N° 7 con 85.12 mm y N° 9 con 116.16 mm situados en los ecosistemas en el bosque natural y en las actividades antrópicas respectivamente; manteniéndose el esquema de los meses anteriores por las razones ya mencionadas.

Tabla 5. Precipitación del mes de Noviembre por pluviómetro

PLUV.	ALTURA (m.s.n.m.)	ECOSISTEMA	PRECIPITACIÓN (mm)
1	3520	P.Pi.	111,68
2	3512	P.Pi.	104,24
3	3535	P.Pa.	110,75
4	3505	P.Pa.	111,68
5	3484	P.Pa.	100,99
6	3386	B.Na.	76,70
7	3388	B.Na.	40,93
8	3358	At.Ps.	92,15
9	3367	At.Pa.	92,49
10	3490	P.Pi.	95,64
11	3486	P.Pi.	91,43
12	3496	P.Pa.	95,12
13	3440	At.Ba-Ha.	101,96
14	3418	B.Na.	104,06
15	3392	B.Na.	68,28

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 5. Precipitación del mes de Noviembre por pluviómetro

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

En la tabla 5 y el gráfico 5, se muestran las precipitaciones del mes Noviembre de 2008, en los quince pluviómetros en los diferentes ecosistemas, los valores más altos se presentaron en los pluviómetros N° 1 con 111.68 mm y N° 4 con 111.68 mm de los ecosistemas de plantación de pinos y páramo de pajonal respectivamente, y los valores menores se registraron en los pluviómetros N° 7 con 40.93 mm y N° 8 con 92.15 mm situados en los ecosistemas en el bosque natural y en las actividades antrópicas respectivamente; manteniéndose el esquema de los meses anteriores por las razones ya mencionadas.

Seguidamente se detalla los valores de las precipitaciones en la zona de estudio, clasificada por mes y por ecosistema.

Tabla 6. Precipitación en la plantación de pinos por meses

ECOSISTEMA	PRECIPITACIÓN (mm)			
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
P. Pi.	171,96	137,73	168,89	111,68
P. Pi.	158,65	125,45	164,24	104,24
P.Pi.	185,09	137,52	159,83	95,64
P.Pi.	150,36	120,58	134,58	91,43
Σ	666,06	521,28	627,53	403,00
PROMEDIO	166,51	130,32	156,88	100,75

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 6. Precipitación en la plantación de pinos por meses

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

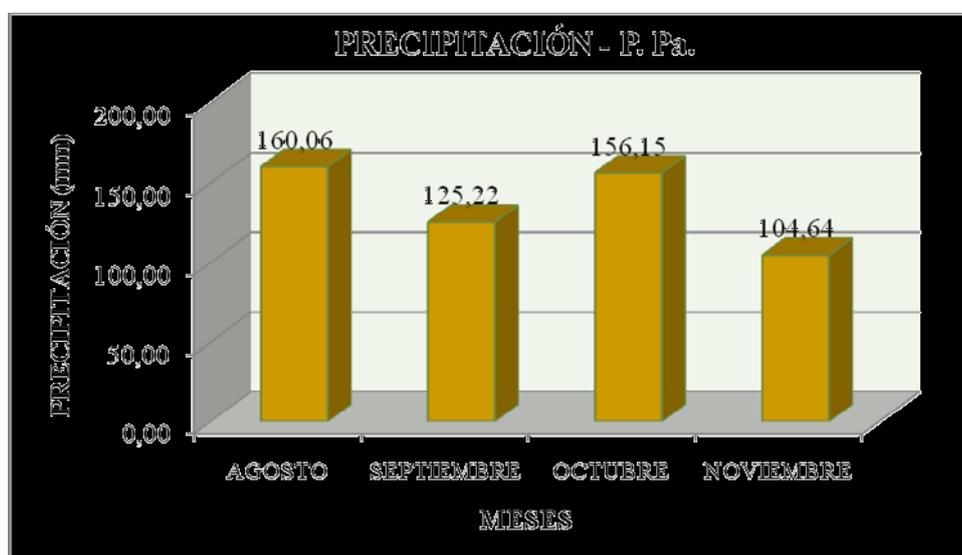
En la tabla 6 y el gráfico 6, se muestra la precipitación media en el ecosistema de plantación de pinos durante los 4 meses de investigación, observando que el mes de Agosto tiene el mayor valor con 166.51 mm y el mes de Noviembre el menor valor con 100.75 mm. Ya que por ser una zona de altura durante estos meses las precipitaciones son discordantes con las precipitaciones en las zonas bajas debido a la influencia de la cordillera oriental que recibe esta área de estudio ya que se encuentran en una zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sangay.

Tabla 7. Precipitación en el páramo de pajonal por meses

ECOSISTEMA	PRECIPITACIÓN (mm)			
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
P. Pa.	162,38	126,57	160,51	110,75
P. Pa.	152,61	127,31	164,24	111,68
P. Pa.	143,31	108,43	150,75	100,99
P.Pa.	181,93	138,58	149,10	95,12
Σ	640,22	500,88	624,60	418,54
PROMEDIO	160,06	125,22	156,15	104,64

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 7. Precipitación en el páramo de pajonal por meses

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

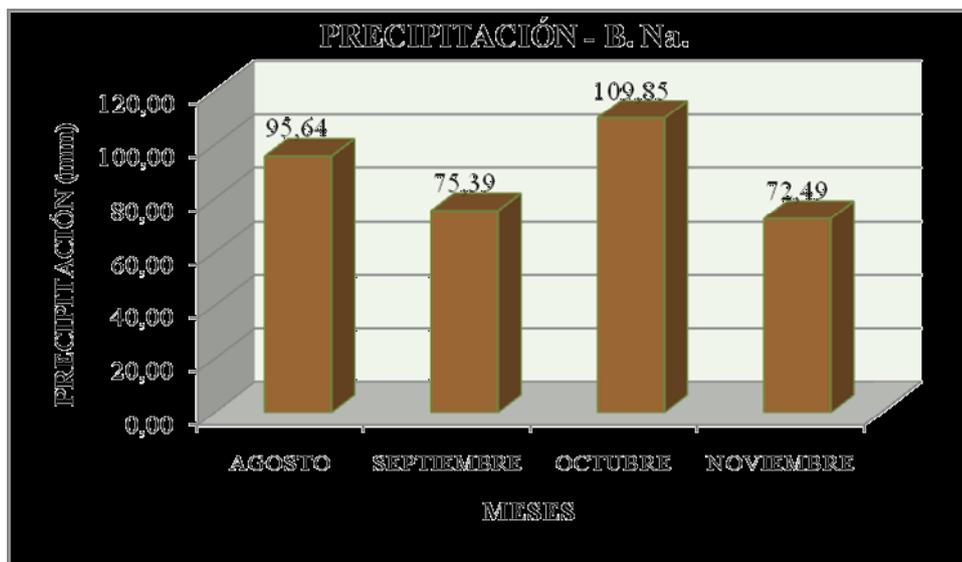
En la tabla 7 y el gráfico 7, se muestra la precipitación media en el ecosistema de páramo de pajonal durante los 4 meses de investigación, observando que el mes de Agosto tiene el mayor valor con 160.06 mm y el mes de Noviembre el menor valor con 104.64 mm. Manteniéndose el esquema del ecosistema anterior, por las razones antes mencionadas.

Tabla 8. Precipitación en el bosque natural por meses

ECOSISTEMA	PRECIPITACIÓN (mm)			
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
B. Na.	92,49	84,59	121,42	76,70
B. Na.	79,33	52,50	85,12	40,93
B. Na.	136,68	110,38	146,68	104,06
B. Na.	74,07	54,08	86,17	68,28
Σ	382,57	301,55	439,40	289,98
PROMEDIO	95,64	75,39	109,85	72,49

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 8. Precipitación en el bosque natural por meses

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

En la tabla 8 y el gráfico 8, se muestra la precipitación media en el ecosistema de bosque natural durante los 4 meses de investigación, observando que el mes de Octubre tiene el mayor valor con 109.85 mm y el mes de Noviembre el menor valor con 72.49 mm. Manteniéndose el esquema de los ecosistemas anteriores, por las razones antes mencionadas, con pequeñas diferencias no significativas debido a la ubicación de los

pluviómetros dentro del bosque natural y a la interferencia que recibían los mismos por la vegetación para recolectar el agua proveniente de las precipitaciones.

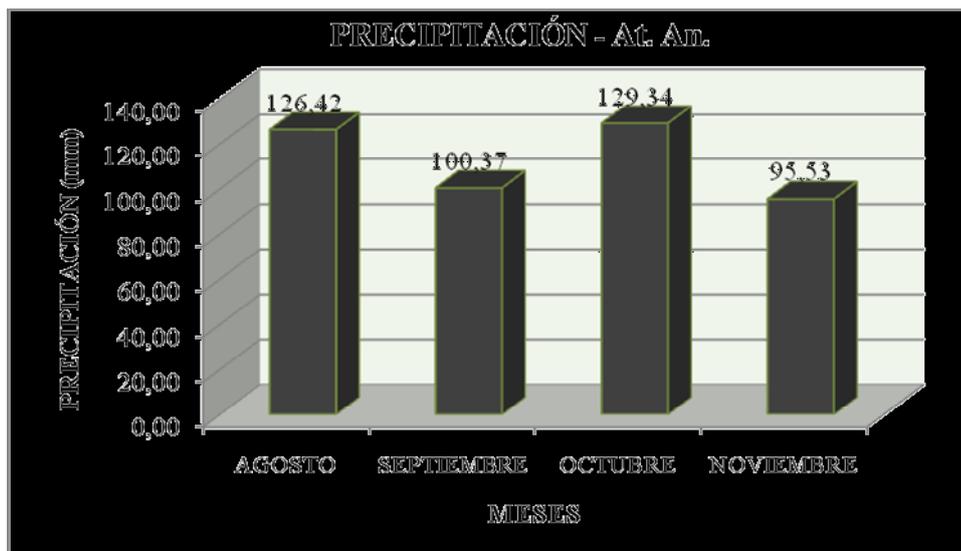
Tabla 9. Precipitación en las actividades antrópicas por meses

ECOSISTEMA	PRECIPITACIÓN (mm/m ²)			
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
At. Ps.	119,59	89,83	120,99	92,15
At. Pa.	99,85	80,91	116,16	92,49
At. Ba-Ha.	159,83	130,37	150,89	101,96
Σ	379,27	301,11	388,03	286,60
PROMEDIO	126,42	100,37	129,34	95,53

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 9. Precipitación en las actividades antrópicas por meses



Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

En la tabla 9 y el gráfico 9, se muestra la precipitación media en el ecosistema de actividades antrópicas durante los 4 meses de investigación, observando que el mes de Octubre tiene el mayor valor con 129.34 mm y el mes de Noviembre el menor valor con 95.53 mm. Manteniéndose el esquema del ecosistema anterior, por las razones antes mencionadas.

2. Análisis de la pérdida de suelo en los diferentes ecosistemas

Cuadro 12. Pruebas de escurrimiento en los diferentes ecosistemas

ECOSISTEMA	PRECIPITACIÓN (mm/mes)		PRECIPITACIÓN (L / ¼ m² / día)	AGUA INFILTRADA (ml)	AGUA ESCURRIMIENTO (ml)		PERDIDA DE SUELO (g / ¼ m²)		PERDIDA DE SUELO (g / m²)		
	MAYOR	MENOR			MEDIA	MAYOR	MENOR	MEDIA	MAYOR	MENOR	MEDIA
PLANTACIÓN DE PINOS	MAYOR	185,09	1,542	1542	0	0	0	0	0	0	
	MENOR	91,43	0,762	762	0	0	0	0	0	0	
	MEDIA	138,26	1,152	1152	0	0	0	0	0	0	
PARAMO DE PAJONAL	MAYOR	181,93	1,516	1516	0	0	0	0	0	0	
	MENOR	95,12	0,793	793	0	0	0	0	0	0	
	MEDIA	138,52	1,154	1154	0	0	0	0	0	0	
BOSQUE NATURAL	MAYOR	146,68	1,222	1222	0	0	0	0	0	0	
	MENOR	40,93	0,341	341	0	0	0	0	0	0	
	MEDIA	93,80	0,782	782	0	0	0	0	0	0	
				CULTIVOS DE PASTOS	CULTIVOS DE ESCARDA	CULTIVOS DE PASTOS	CULTIVOS DE ESCARDA	CULTIVOS DE PASTOS	CULTIVOS DE ESCARDA	CULTIVOS DE PASTOS	CULTIVOS DE ESCARDA
ACTIVIDADES ANTRÓPICAS	MAYOR	159,83	1,332	1310	1222	22	110	0,08	11,65	0,32	46,6
	MENOR	80,91	0,674	674	674	0	0	0	0	0	0
	MEDIA	120,37	1,003	1003	1003	0	0	0	0	0	0

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

En el cuadro 7, se muestra los resultados obtenidos de las pruebas de escurrimiento realizadas en los 4 ecosistemas identificados en la zona de estudio, en la plantación de pinos, páramo de pajonal y bosque natural no existió escurrimiento superficial en las tres simulaciones de lluvia en cada uno de ellos y toda el agua se infiltró, debido a la cubierta vegetal que a pesar de ser distinta de cada ecosistema y con una pendiente muy fuerte, no permito el escurrimiento de agua y arrastre de suelo, es decir no permite que se provoque erosión hídrica.

Lo que no sucede en las actividades antrópicas, las cuales fueron divididas en dos parámetros según la cubierta vegetal que posean. Al realizar la simulación de lluvia en los cultivos de pastos, se observó escurrimiento superficial con arrastre de partículas de suelo solo al utilizar el mayor valor de las precipitaciones, las cuales fueron cuantificadas en el laboratorio dando un valor de 0.32 g/m^2 , ya que a pesar de poseer una cubierta vegetal no es suficiente para impedir el flujo de agua superficial y el arrastre de suelo.

Con la simulación de lluvia en los cultivos de escarda, se observó escurrimiento superficial con arrastre de partículas de suelo cuando se utilizó en mayor valor de las precipitaciones determinadas en ese ecosistema, las cuales fueron cuantificadas en el laboratorio obteniendo un valor alto de 46.6 g/m^2 , debido a la falta de cubierta vegetal ya que en el suelo solo se encuentran las plantas del cultivo, lo que permite el flujo de agua y arrastre de suelo, provocando erosión hídrica.

C. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN LOS DIFERENTES ECOSISTEMAS

1. Determinación de la capacidad de almacenamiento de agua en los ecosistemas

Se realizó 2 muestreos para la determinación del porcentaje de humedad, el primero en el mes de Septiembre y el segundo en el mes de Noviembre; lo que permitió conocer la capacidad que posee el suelo de cada ecosistema para almacenar agua y los diferentes fenómenos que influyen en el mismo.

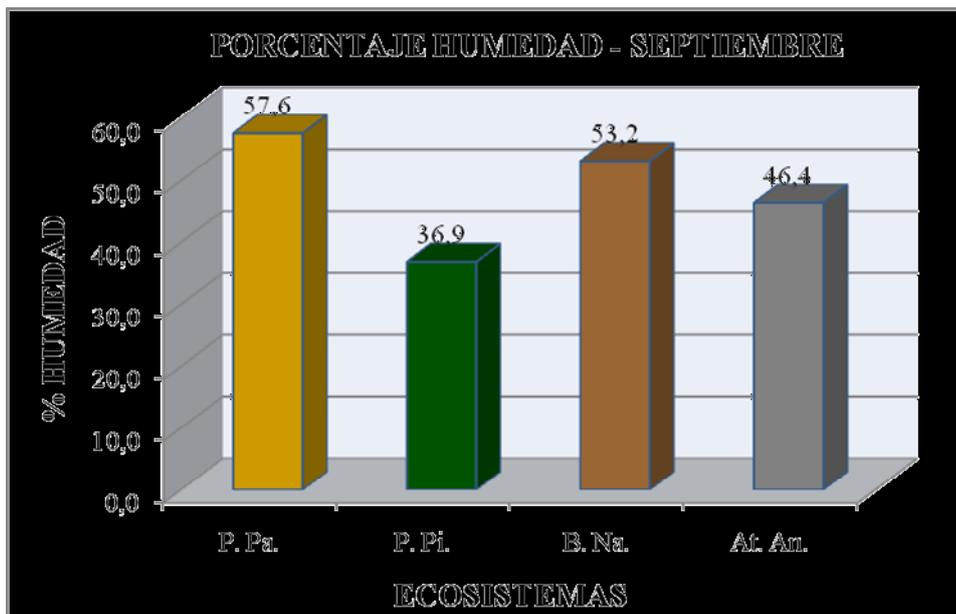
Tabla 10. Porcentaje de humedad por ecosistema del primer muestreo

ECOSISTEMA		PESO HUMEDO			PESO SECO			HUMEDAD (%)	PROMEDIO HUMEDAD (%)
		Capsula (g)	Suelo (g)	Cap. + Sue. (g)	Cap. + Sue. (g)	Capsula (g)	Suelo (g)		
P. Pa.	a	39,5838	5	44,5838	41,7118	39,5838	2,1280	57,440	57,6
	b	25,0024	5	30,0024	27,1136	25,0024	2,1112	57,776	
P. Pi.	a	36,0213	5	41,0213	39,1519	36,0213	3,1306	37,388	36,9
	b	32,9405	5	37,9405	36,1218	32,9405	3,1813	36,374	
B. Na.	a	73,2430	5	78,2430	75,5351	73,2430	2,2921	54,158	53,2
	b	25,7105	5	30,7105	28,1020	25,7105	2,3915	52,170	
At. An.	a	36,3273	5	41,3273	38,9428	36,3273	2,6155	47,690	46,4
	b	25,8360	5	30,8360	28,5792	25,8360	2,7432	45,136	

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 10. Porcentaje de humedad por ecosistema del primer muestreo



Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

En la tabla 10 y gráfico 10, se muestran los porcentajes de humedad de los suelos de los 4 ecosistemas, en el primer muestreo realizado en el mes de Septiembre, el suelo con mayor porcentaje de humedad es del páramo de pajonal con un valor de 57.6 %, seguido del bosque natural con 53.2 %, después de se encuentra las actividades antrópicas con 46.4 % y el porcentaje más bajo es en la plantación de pinos con un valor de 36.9 %. El paramo por sus características benéficas para retener el agua hace que presente un porcentaje alto, en el bosque natural a pesar que las medidas de las precipitaciones son bajas por la interferencia de la vegetación que tiene el pluviómetro para recolectar el agua, posee un porcentaje de humedad alto ya que el agua proveniente de las precipitaciones no cae directamente al suelo sino es amortiguado por la vegetación hasta llegar al suelo para ser almacenado.

En las actividades antrópicas por la falta de cubierta vegetal el agua no se infiltra y se evapora rápidamente, en la plantación de pinos que recibe la misma cantidad de precipitación que el paramo de pajonal, tiene un porcentaje muy bajo de humedad, ya

que el agua que se infiltra en este suelo gran parte es consumida por los árboles de pino y otra parte se evapora.

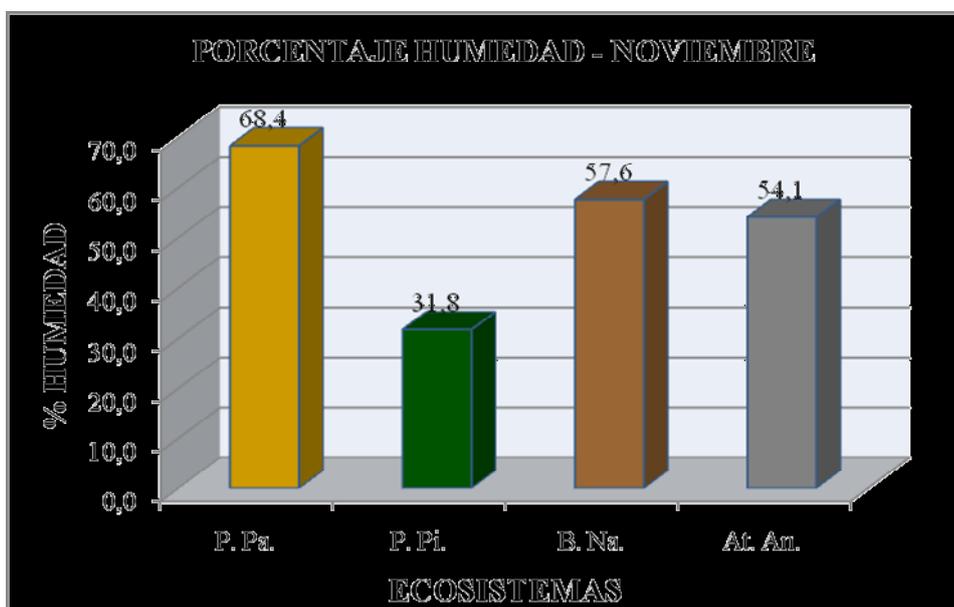
Tabla 11. Porcentaje de humedad por ecosistema del segundo muestreo

ECOSISTEMA		PESO HUMEDO			PESO SECO			HUMEDAD (%)	PROMEDIO HUMEDAD (%)
		Capsula (g)	Suelo (g)	Cap + Sue (g)	Cap + Sue (g)	Capsula (g)	Suelo (g)		
P. Pa.	a	25,8427	5	30,8427	27,4357	25,8427	1,5930	68,140	68,4
	b	25,7084	5	30,7084	27,2776	25,7084	1,5692	68,616	
P. Pi.	a	25,5673	5	30,5673	29,0145	25,5673	3,4472	31,056	31,8
	b	25,0151	5	30,0151	28,3929	25,0151	3,3778	32,444	
B. Na.	a	25,2102	5	30,2102	27,2549	25,2102	2,0447	59,106	57,6
	b	26,2385	5	31,2385	28,4319	26,2385	2,1934	56,132	
At. An.	a	38,2141	5	43,2141	40,5855	38,2141	2,3714	52,572	54,1
	b	32,9478	5	37,9478	35,1649	32,9478	2,2171	55,658	

Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

Gráfico 11. Porcentaje de humedad por ecosistema del segundo muestreo



Fuente: Levantamiento de Campo (2008)

Realizado por: Darwin Tapia

En la tabla 11 y gráfico 11, se muestran los porcentajes de humedad de los suelos de los 4 ecosistemas, en el segundo muestreo realizado en el mes de Noviembre, el suelo con mayor porcentaje de humedad es del páramo de pajonal con un valor de 68.4 %, seguido del bosque natural con 57.6 %, después se encuentra las actividades antrópicas con 54.1 % y el porcentaje más bajo es en la plantación de pinos con un valor de 31.8 %. Manteniéndose el esquema del muestreo anterior, por las razones ya mencionadas.

VI. CONCLUSIONES

- A.** La Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez” posee 3821.61 hectáreas, de las cuales el 85.9% es páramo con poca o nula intervención, el bosque natural corresponde al 2.3% que desaparece rápidamente por la tala practicada por los pobladores, la plantación de pinos abarca el 6.5%, la producción pecuaria el 3.1% y la producción agrícola el 2.1%; estas tres últimas se las desarrolla sin ningún tipo de manejo que ayude a la conservación de la microcuenca.
- B.** En la microcuenca alta del Río Blanco se identifico participativamente cuatro ecosistemas, los cuales son: páramo de pajonal, bosque natural, plantación de pinos y actividades antrópicas.
- C.** Los valores más altos de precipitación se registraron en los ecosistemas de plantación de pinos y páramo de pajonal; siendo menor en el bosque natural y en las actividades antrópicas, lo cual se debe a la diferencia de altura, ya que el páramo de pajonal y la plantación de pinos se ubica en cotas superiores que las de las actividades antrópicas y el bosque natural, puesto que a mayor altitud es mayor la precipitación.
- D.** La Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez” por ser una zona de altura las precipitaciones son discordantes con las precipitaciones en las zonas bajas debido a la influencia de la cordillera oriental que recibe este lugar, ya que se encuentran en una zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sangay.
- E.** En la plantación de pinos, páramo de pajonal y bosque natural no existió escurrimiento superficial ni arrastre de partículas de suelo, debido a la cubierta vegetal que a pesar de ser distinta entre cada ecosistema y con una pendiente muy fuerte, no lo permite. Lo que no sucede en las actividades antrópicas, ya que el suelo poseen poca o nula cubierta vegetal, provocando erosión hídrica, principalmente en los cultivos de escarda.
- F.** La capacidad de almacenamiento natural de agua en el páramo de pajonal es superior a los demás ecosistemas debido a que en su suelo existen complejos entre

partículas minerales y orgánicas que retienen el agua y protegen el humus de la descomposición, junto con la densa cubierta vegetal que este posee que no permite la evaporación.

- G.** El bosque natural posee un porcentaje de humedad alto ya que el agua proveniente de las precipitaciones no cae directamente al suelo sino es amortiguado por la vegetación hasta llegar al suelo para ser almacenado y la densa cubierta del suelo no permite que se evapore.
- H.** En las actividades antrópicas (agrícola y pecuaria) por la falta de cubierta vegetal el agua no se infiltra y se evapora rápidamente, siendo baja su capacidad de almacenamiento de agua.
- I.** En la plantación de pinos que recibe la misma cantidad de precipitación que el paramo de pajonal, tiene un porcentaje muy bajo de humedad, ya que el agua que se infiltra en este suelo gran parte es consumida por los árboles de pino y otra parte se evapora.
- J.** La introducción de una plantación forestal de pinos en un frágil medio de altura como el páramo destruye el régimen hidrológico y la estructura del suelo. También lo acidifica deteniendo el crecimiento de otras especies vegetales.
- K.** El páramo es un gran reservorio de carbono y al conservarlo se evita más emisión de este elemento a la atmósfera. Durante el establecimiento de las plantaciones se quita la vegetación y se altera el suelo, al exponer el suelo se liberan grandes cantidades de carbono. A pesar de que se quiera fijar carbono por los árboles, en realidad se está perdiendo el carbono almacenado en el suelo.

VII. RECOMENDACIONES

- A.** Promover futuros estudios para caracterizar alternativas viables que permitan un uso adecuado, generar propuestas de manejos viables y sostenibles de los recursos naturales de la zona, basados en la información recolectada en esta investigación.
- B.** Para el manejo de datos de precipitación medidos en pluviómetros caseros, se recomienda utilizar el factor de corrección obtenido en este trabajo, para el uso de embudos plásticos con un diámetro de 11.7 cm el factor de corrección es 1 mm y para un diámetro de 11 cm el factor de corrección es 0.94 mm.
- C.** Promover la elaboración de un plan de ordenamiento territorial en la parte alta de la microcuenca del Río Blanco, con la finalidad de dar un buen uso a los recursos naturales que esta posee.
- D.** Concientizar sobre el uso adecuado del paramo, evitando la plantaciones forestales con especies exóticas de la zona, principalmente en lugares de recarga hídrica.
- E.** Fomentar acciones para conservar y proteger los páramos para lo cual es necesario que las autoridades ambientales, la empresa privada y la comunidad trabajen unidos.
- F.** Promover estudios en otras épocas del año para disponer de más información que permita evidenciar la calidad ambiental en la zona.

VIII. RESUMEN

En la presente investigación se plantea: realizar un estudio participativo para determinar las actividades antrópicas predominantes y los ecosistemas existentes en la microcuenca alta del Río Blanco, relacionados con la esorrentía y la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Realizando con 37 integrantes de la Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”, desarrollando talleres grupales y observaciones en el campo que permitieron determinar que la producción agrícola y pecuaria son las actividades antrópicas predominantes y los ecosistemas existentes son el páramo de pajonal, bosque natural, plantación de pinos y actividades antrópicas. Con esta información realizamos mapas temáticos vinculados con el uso y acceso a los Recursos Naturales. Ubicando 15 pluviómetros caseros en los diferentes ecosistemas, obteniendo que los mayores valores de precipitación se presentaron en el páramo de pajonal y plantación de pinos ya que estos están a mayor altitud que el bosque natural y las actividades antrópicas. El análisis de pérdida de suelo relacionado con las lluvias intensas, determino que los ecosistemas páramo de pajonal, plantación de pinos y bosque natural no permiten pérdida de suelo por la cubierta vegetal que poseen, no así en las actividades antrópicas donde hay pérdida de suelo principalmente en cultivos de escarda. La capacidad de almacenamiento natural de agua fue determinada tomando muestras de suelo de los ecosistemas, obteniendo que el mayor valor de humedad presenta el páramo de pajonal, seguido del bosque natural y luego las actividades antrópicas, y menor valor la plantación de pinos debido al alto consumo de agua de esta especie forestal.

IX. SUMMARY

This research developed a participatory study to determine the predominant tropical activities and ecological systems in existence in the upper small basin of Río Blanco which are related to its current and storage soil water capacity. Thirty seven members of the Agricultural Association “Zoila Martínez” carried out workshops and surveys on the ground which allowed determining that agricultural production and livestock are tropical prevailing activities and that the ecological system in existence consists of grasslands moor, natural forest, pine trees and tropical activities. Based on the information, referential maps connected with the use and access to natural resources, have been set up. Fifteen plain rain gauges set up on different ecological systems showed higher rates for both Grasslands moor and Pine plants, as far as they are located at a higher altitude than the natural forest and tropical activity. The soil waste analysis related to intense rains, showed no soil waste in grasslands moor, pine plants and natural rain forest, due to their vegetal covering. On the opposite, tropical activities registered some soil waste, especially in weeding crops. The natural storage water capacity determined through soil samples from the ecological systems, showed the higher humidity rates in grassland moor, followed by natural forest and no tropical activities. The lowest rate corresponds to pine plants, due to its high water consumption.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, I .2008. (en línea). Consultado el 3 de Junio de 2008. Disponible en <http://www.campesinos%20y%20subdesarrollo.pdf>
2. AGROECOSISTEMA. 2008. Wikipedia, la enciclopedia libre. (en línea). Consultado el 20 de Marzo de 2009. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Agroecosistema>
3. AUTOECOLOGÍA II. 2008. Factores ecológicos edáficos y fisiográficos. (en línea). Consultado el 3 de Junio de 2008. Disponible en <http://www.uhu.es/03016/pagina03016/apuntes/tema3.PDF>
4. BOSQUE DE CONIFERAS. 2008. (en línea). Consultado el 20 de Marzo de 2009. Disponible en http://www.sagan-gea.org/hojared_biodiversidad/paginas/hoja9.html
5. Castro, R; Rocha, R; et al. 2004. Guía para la determinación de la humedad del suelo. (en línea). Consultado el 22 de Enero de 2009. Disponible en http://centro-agua.org/pubs_down/pubs_serietecnica/ST03_Medicion%20de%20humedad.pdf
6. III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. 2008. (en línea). Consultado el 3 de Junio de 2008. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/censo/contenido/definiciones.htm>
7. Choren, S. 2008. Necesidades humanas básicas. (en línea). Consultado el 3 de Junio de 2008. Disponible en <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/NecBas.htm>
8. CICLO HIDROLÓGICO. 2009. Wikipedia, la enciclopedia libre. (en línea). Consultado el 21 de Enero de 2009. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_hidrol%C3%B3gico

9. CONSORCIO INTERINSTITUCIONAL PARA EL MANEJO INTEGRADO DE LA MICROCUENCA DEL RIO BLANCO. 2005. Plan de manejo integral de la margen izquierda de la microcuenca del Río Blanco. Quimiag – Ecuador.
10. CUENCAS HIDROGRÁFICAS. 2008. Wikipedia, la enciclopedia libre. (En línea). Consultado el 16 de Mayo de 2008. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_hidrogr%C3%A1fica.
11. De la Torre, L; Navarrete, H, et al. 2008. La diversidad de ecosistemas en el Ecuador. (en línea). Consultado el 18 de Marzo de 2009. Disponible en <http://www.biologia.puce.edu.ec/imagesFTP/2882.Ecosistemas.pdf>
12. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS SUELOS. 2008. (en línea). Consultado el 3 de Junio de 2008. Disponible en <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-humedad.pdf>
13. ESCORRENTÍA. 2007. Lección 5. (en línea). Consultado el 18 de Mayo del 2008. Disponible en <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionRH05.pdf>
14. FAO. 2009. OPTIMIZACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO PARA PRODUCCIÓN VEGETAL. (en línea). Consultado el 22 de Enero de 2009. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s04.htm#TopOfPage>
15. Geilfus y Gesellschaft. 1997. Herramientas para el desarrollo participativo. (IICA) Y (GTZ). (En línea). Consultado el 14 de Mayo 2008. Disponible en <http://www.care.org>.
16. GRANDA, P. 2005. Sumideros de carbono en los andes ecuatorianos. Acción Ecológica. (en línea). Consultado el 9 de Abril de 2009. Disponible en http://www.accionecologica.org/index.php?option=com_content&task=view&id=617&Itemid=7558

17. IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LOS ECOSISTEMAS. 2008. (en línea). Consultado el 3 de Junio de 2008. Disponible en <http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/107/adelaida.htm>
18. LA BIODIVERSIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS. 2008. (en línea). Consultado el 23 de Marzo de 2009. Disponible en <http://www.fao.org/biodiversity/ecosystems/bio-agroecosystems/es/>
19. LA EROSIÓN. 2009. (en línea). Consultado el 21 de Enero de 2009. Disponible en http://www.criecv.org/es/proyectos/pag_agua/erosion.html
20. Moreno, P. 2006. Caja de herramientas sobre instrumentos económicos Instrumentos reguladores y económicos en la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. IDEAM.
21. Moreno, A, y Renner, I. 2007. Gestión Integral de Cuencas. (en línea). Consultado el 3 de Junio de 2008. Disponible en www.condesan.org/cuencasandinas.
22. Ovando, N. 2008. Desiertos verdes y silenciosos. (en línea). Consultado el 18 de Marzo de 2009. Disponible en http://www.aimdigital.com.ar/ver_noticias.php?id_notas=80336
23. PRECIPITACIÓN (meteorología), 2005. (en línea). Consultado el 28 de Mayo de 2008. Disponible en <http://www.astromia.com/glosario/precipitacion.htm>
24. PROGRAMA DE EDUCADORES, Módulo 1. 2008. El Diagnóstico Participativo, “Una mirada al pasado, presente y futuro de nuestra realidad ambiental”. Bogotá, D.C, 2000.

25. Salomón, M. y Soria, D. 2003. Métodos de trabajo para el análisis de cuencas andinas áridas y semiáridas de tamaño medio. Estudio de cuencas precordilleranas y pedemontanas de Mendoza. (Argentina)". III Curso Latinoamericano de Cuencas Hidrográficas. FAO. REDLACH. INARENA. Arequipa. Perú. 10 p.
26. Sierra, R. 2001. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto inefan/gef-birf y ecociencia.
27. Wambeke, V. 2004. La Micro cuenca Hidrográfica como ámbito de planificación del uso y manejo de los recursos naturales, enfoque Socio-Territorial. (en línea). Consultada 17 de Mayo de 2008. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/prior/reclnat/micro.htm>
28. Zaballos, J. 2008. El agua en el suelo. (en línea). Consultado el 28 de Mayo de 2008. Disponible en <http://weblogs.madrimasd.org/default.aspx>

IX. ANEXOS

Anexo N° 1. Ciclo Hidrológico



Fuente: Documento CICLO HIDROLÓGICO (2008)

Anexo N° 2. Fotos de los talleres grupales y observaciones de campo



Foto 1. Talleres grupales



Foto 2. Mapas parlantes



Foto 3. Capacitaciones



Foto 4. Recorridos de campo

Anexo N° 3. Fotos de la construcción y ubicación de los pluviómetros caseros



Foto 5. Construcción de los pluviómetros caseros (botellas plásticas)



Foto 6. Construcción de los pluviómetros caseros (soporte de madera)



Foto 7. Ubicación de pluviómetros



Foto 8. Pluviómetro en el bosque natural



Foto 9. Pluviómetro en las actividades antrópicas



Foto 10. Pluviómetro en la plantación de pinos



Foto 11. Pluviómetro en el páramo de pajonal

Anexo N° 4. Calculo de la precipitación con la metodología recomendada por técnicos de Fundación Natura

$$\text{Precipitación (mm)} = \frac{\text{Valor medido con la probeta (cm}^3\text{)}}{\text{Área del embudo (cm}^2\text{)}} \times 10$$

Precipitación del mes de Agosto

PLUV.	AGUA RECOLECTADA PLUV. (ml)	ECOSISTEMA	DIAMETRO DEL EMBUDO (cm)	AREA DEL EMBUDO (cm ²)	PRECIPITACIÓN (mm)
1	1838	P. Pi.	11,7	107,5134	170,96
2	1695	P. Pi.	11,7	107,5134	157,65
3	1735	P. Pa.	11,7	107,5134	161,38
4	1630	P. Pa.	11,7	107,5134	151,61
5	1530	P. Pa.	11,7	107,5134	142,31
6	870	B. Na.	11	95,0334	91,55
7	745	B. Na.	11	95,0334	78,39
8	1275	At. Ps.	11,7	107,5134	118,59
9	940	At. Pa.	11	95,0334	98,91
10	1750	P.Pi.	11	95,0334	184,15
11	1420	P.Pi.	11	95,0334	149,42
12	1720	P.Pa.	11	95,0334	180,99
13	1510	At. Ba-Ha.	11	95,0334	158,89
14	1290	B. Na.	11	95,0334	135,74
15	695	B. Na.	11	95,0334	73,13

Precipitación del mes de Septiembre

PLUV.	AGUA RECOLECTADA PLUV. (ml)	ECOSISTEMA	DIAMETRO DEL EMBUDO (cm)	AREA DEL EMBUDO (cm ²)	PRECIPITACIÓN (mm)
1	1470	P. Pi.	11,7	107,5134	136,73
2	1338	P. Pi.	11,7	107,5134	124,45
3	1350	P. Pa.	11,7	107,5134	125,57
4	1358	P. Pa.	11,7	107,5134	126,31
5	1155	P. Pa.	11,7	107,5134	107,43
6	795	B. Na.	11	95,0334	83,65
7	490	B. Na.	11	95,0334	51,56
8	955	At. Ps.	11,7	107,5134	88,83
9	760	At. Pa.	11	95,0334	79,97
10	1298	P.Pi.	11	95,0334	136,58
11	1137	P.Pi.	11	95,0334	119,64
12	1308	P.Pa.	11	95,0334	137,64
13	1230	At. Ba-Ha.	11	95,0334	129,43
14	1040	B. Na.	11	95,0334	109,44
15	505	B. Na.	11	95,0334	53,14

Precipitación del mes de Octubre

PLUV.	AGUA RECOLECTADA PLUV. (ml)	ECOSISTEMA	DIAMETRO DEL EMBUDO (cm)	AREA DEL EMBUDO (cm ²)	PRECIPITACIÓN (mm)
1	1805	P.Pi.	11,7	107,5134	167,89
2	1755	P.Pi.	11,7	107,5134	163,24
3	1715	P.Pa.	11,7	107,5134	159,51
4	1755	P.Pa.	11,7	107,5134	163,24
5	1610	P.Pa.	11,7	107,5134	149,75
6	1145	B.Na.	11	95,0334	120,48
7	800	B.Na.	11	95,0334	84,18
8	1290	At.Ps.	11,7	107,5134	119,99
9	1095	At.Pa.	11	95,0334	115,22
10	1510	P.Pi.	11	95,0334	158,89
11	1270	P.Pi.	11	95,0334	133,64
12	1408	P.Pa.	11	95,0334	148,16
13	1425	At.Ba-Ha.	11	95,0334	149,95
15	1385	B.Na.	11	95,0334	145,74
16	810	B.Na.	11	95,0334	85,23

Precipitación del mes de Noviembre

PLUV.	AGUA RECOLECTADA PLUV. (ml)	ECOSISTEMA	DIAMETRO DEL EMBUDO (cm)	AREA DEL EMBUDO (cm ²)	PRECIPITACIÓN (mm)
1	1190	P.Pi.	11,7	107,5134	110,68
2	1110	P.Pi.	11,7	107,5134	103,24
3	1180	P.Pa.	11,7	107,5134	109,75
4	1190	P.Pa.	11,7	107,5134	110,68
5	1075	P.Pa.	11,7	107,5134	99,99
6	720	B.Na.	11	95,0334	75,76
7	380	B.Na.	11	95,0334	39,99
8	980	At.Ps.	11,7	107,5134	91,15
9	870	At.Pa.	11	95,0334	91,55
10	900	P.Pi.	11	95,0334	94,70
11	860	P.Pi.	11	95,0334	90,49
12	895	P.Pa.	11	95,0334	94,18
13	960	At.Ba-Ha.	11	95,0334	101,02
14	980	B.Na.	11	95,0334	103,12
15	640	B.Na.	11	95,0334	67,34

Anexo N° 5. Calculo de la precipitación relacionando el área del embudo del pluviómetro casero y el pluviómetro técnico

Precipitación del mes de Agosto

PLUV.	AGUA RECOLECTADA PLUV. (ml)	ECOSISTEMA	AREA DEL EMBUDO (cm²)	RELACIÓN PLUV. TEC. (ml)	PRECIPITACIÓN (mm)
1	1838	P. Pi.	107,5134	3419,1087	170,96
2	1695	P. Pi.	107,5134	3153,0953	157,65
3	1735	P. Pa.	107,5134	3227,5047	161,38
4	1630	P. Pa.	107,5134	3032,1802	151,61
5	1530	P. Pa.	107,5134	2846,1569	142,31
6	870	B. Na.	95,0334	1830,9352	91,55
7	745	B. Na.	95,0334	1567,8698	78,39
8	1275	At. Ps.	107,5134	2371,7974	118,59
9	940	At. Pa.	95,0334	1978,2519	98,91
10	1750	P.Pi.	95,0334	3682,9157	184,15
11	1420	P.Pi.	95,0334	2988,423	149,42
12	1720	P.Pa.	95,0334	3619,78	180,99
13	1510	At. Ba-Ha.	95,0334	3177,8301	158,89
14	1290	B. Na.	95,0334	2714,835	135,74
15	695	B. Na.	95,0334	1462,6437	73,13

Precipitación del mes de Septiembre

PLUV.	AGUA RECOLECTADA PLUV. (ml)	ECOSISTEMA	AREA DEL EMBUDO (cm²)	RELACIÓN PLUV. TEC. (ml)	PRECIPITACIÓN (mm)
1	1470	P. Pi.	107,5134	2734,5429	136,73
2	1338	P. Pi.	107,5134	2488,9921	124,45
3	1350	P. Pa.	107,5134	2511,3149	125,57
4	1358	P. Pa.	107,5134	2526,1967	126,31
5	1155	P. Pa.	107,5134	2148,5694	107,43
6	795	B. Na.	95,0334	1673,096	83,65
7	490	B. Na.	95,0334	1031,2164	51,56
8	955	At. Ps.	107,5134	1776,5227	88,83
9	760	At. Pa.	95,0334	1599,4377	79,97
10	1298	P.Pi.	95,0334	2731,6712	136,58
11	1137	P.Pi.	95,0334	2392,8429	119,64
12	1308	P.Pa.	95,0334	2752,7164	137,64
13	1230	At. Ba-Ha.	95,0334	2588,5636	129,43
14	1040	B. Na.	95,0334	2188,7042	109,44
15	505	B. Na.	95,0334	1062,7842	53,14

Precipitación del mes de Octubre

PLUV.	AGUA RECOLECTADA PLUV. (ml)	ECOSISTEMA	AREA DEL EMBUDO (cm ²)	RELACIÓN PLUV. TEC. (ml)	PRECIPITACIÓN (mm)
1	1805	P.Pi.	107,5134	3357,721	167,89
2	1755	P.Pi.	107,5134	3264,7093	163,24
3	1715	P.Pa.	107,5134	3190,3	159,51
4	1755	P.Pa.	107,5134	3264,7093	163,24
5	1610	P.Pa.	107,5134	2994,9755	149,75
6	1145	B.Na.	95,0334	2409,6791	120,48
7	800	B.Na.	95,0334	1683,6186	84,18
8	1290	At.Ps.	107,5134	2399,7009	119,99
9	1095	At.Pa.	95,0334	2304,453	115,22
10	1510	P.Pi.	95,0334	3177,8301	158,89
11	1270	P.Pi.	95,0334	2672,7445	133,64
12	1408	P.Pa.	95,0334	2963,1687	148,16
13	1425	At.Ba-Ha.	95,0334	2998,9456	149,95
14	1385	B.Na.	95,0334	2914,7647	145,74
15	810	B.Na.	95,0334	1704,6638	85,23

Precipitación del mes de Noviembre

PLUV.	AGUA RECOLECTADA PLUV. (ml)	ECOSISTEMA	AREA DEL EMBUDO (cm ²)	RELACIÓN PLUV. TEC. (ml)	PRECIPITACIÓN (mm)
1	1190	P.Pi.	107,5134	2213,6776	110,68
2	1110	P.Pi.	107,5134	2064,8589	103,24
3	1180	P.Pa.	107,5134	2195,0752	109,75
4	1190	P.Pa.	107,5134	2213,6776	110,68
5	1075	P.Pa.	107,5134	1999,7507	99,99
6	720	B.Na.	95,0334	1515,2567	75,76
7	380	B.Na.	95,0334	799,7188	39,99
8	980	At.Ps.	107,5134	1823,0286	91,15
9	870	At.Pa.	95,0334	1830,9352	91,55
10	900	P.Pi.	95,0334	1894,0709	94,70
11	860	P.Pi.	95,0334	1809,8900	90,49
12	895	P.Pa.	95,0334	1883,5483	94,18
13	960	At.Ba-Ha.	95,0334	2020,3423	101,02
14	980	B.Na.	95,0334	2062,4328	103,12
15	640	B.Na.	95,0334	1346,8949	67,34

Anexo N° 6. Calculo del factor de corrección de los pluviómetros caseros

DÍAS	PLUVIÓMETRO TÉCNICO (mm)	PLUVIÓMETRO CASERO (mm)	FACTOR DE CORRECCIÓN
1	0,0		
2	0,0		
3	0,0		
4	4,6		
5	0,2		
6	0,0		
7	0,0		
8	0,7		
9	0,0		
10	0,0		
Σ	5,5	5,02	0,48
11	0,0		
12	8,5		
13	9,4		
14	8,4		
15	1,1		
16	0,8		
17	1,4		
18	0,0		
19	0,0		
20	0,0		
Σ	29,6	28.08	1,52
			X= 1,00

Anexo N° 7. Fotos de las pruebas de escurrimiento en la fase de campo

Anexo N° 8. Fotos de las pruebas de escurrimiento en la fase de laboratorio



Foto 18. Filtrado de las muestras



Foto 19. Pesado de las muestras filtradas y secadas

Anexo N° 9. Fotos de la determinación de la capacidad de almacenamiento natural de agua en la fase de campo

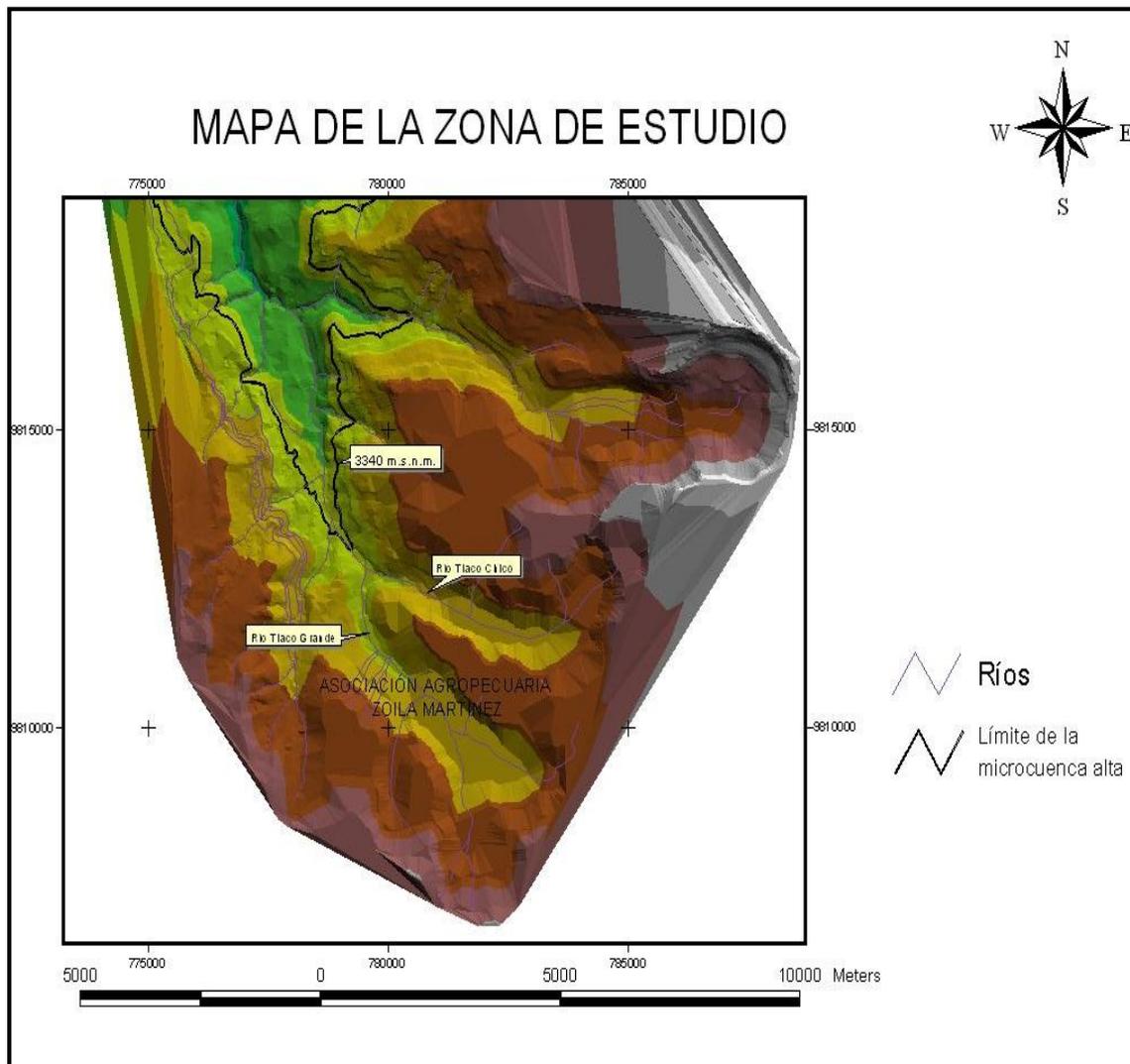


Anexo N° 10. Fotos de la determinación de la capacidad de almacenamiento natural de agua en la fase de laboratorio

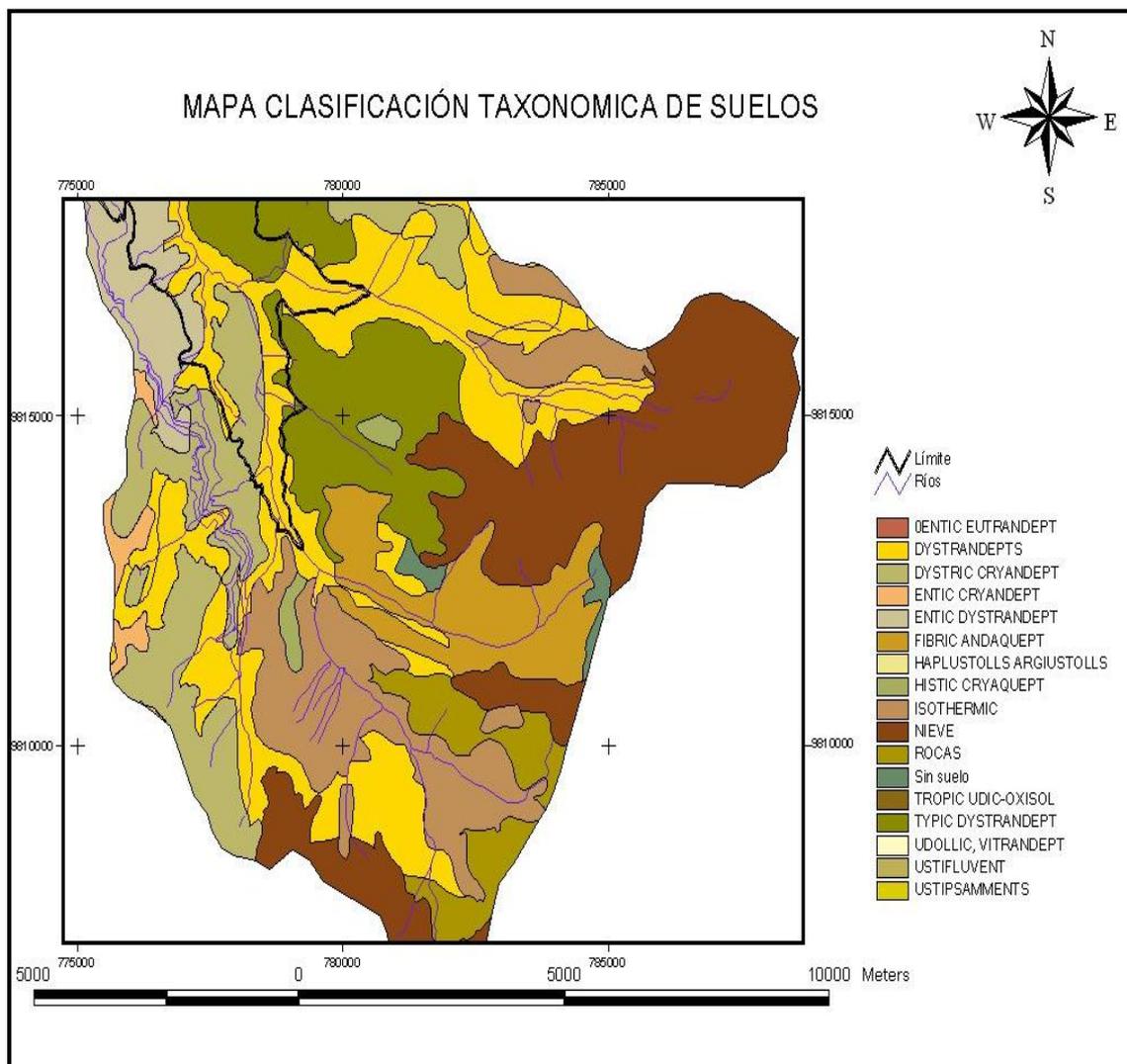


Anexo N° 11. Mapas temáticos

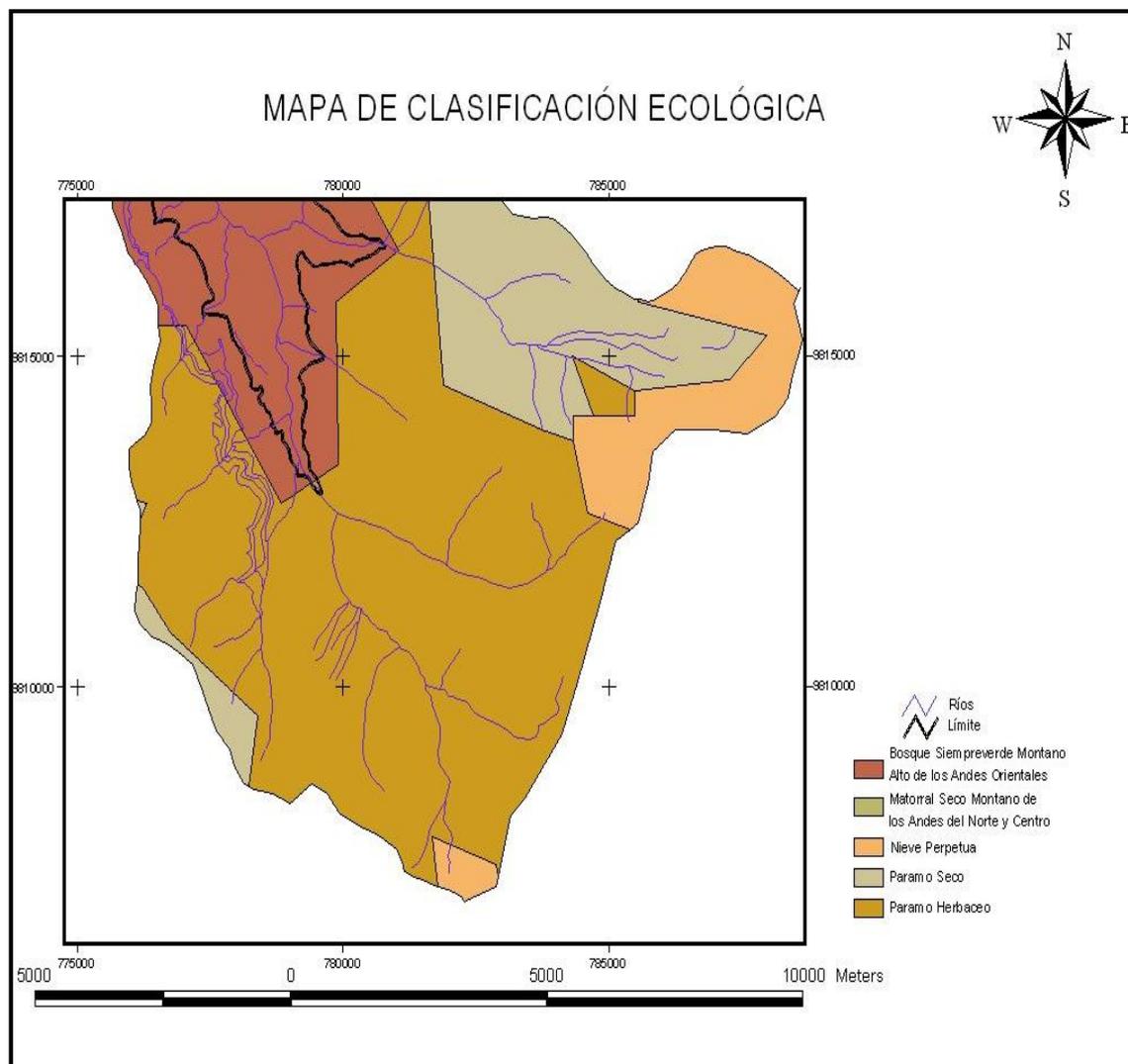
Mapa de la zona de estudio



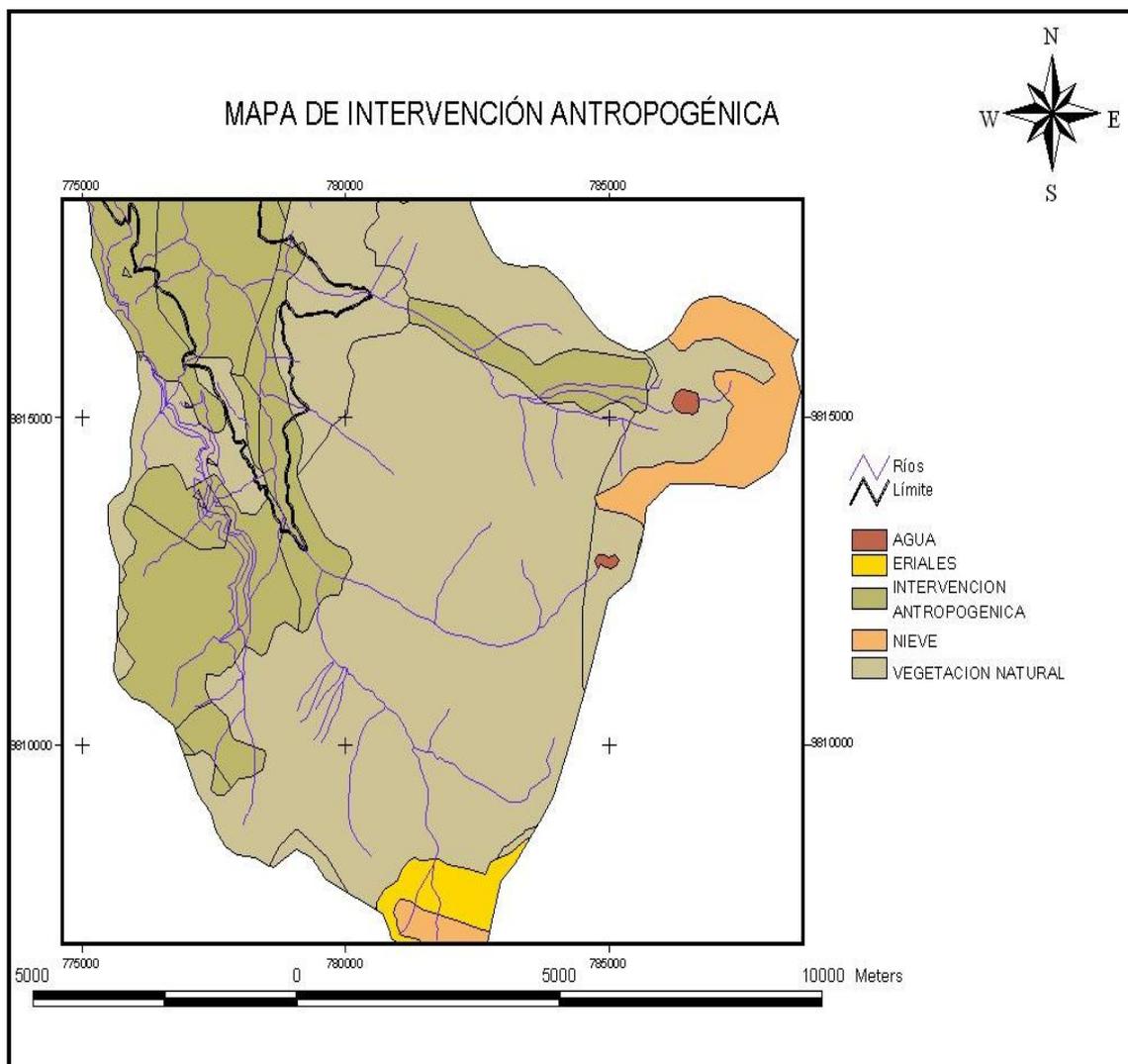
Mapa de clasificación taxonómica de suelos



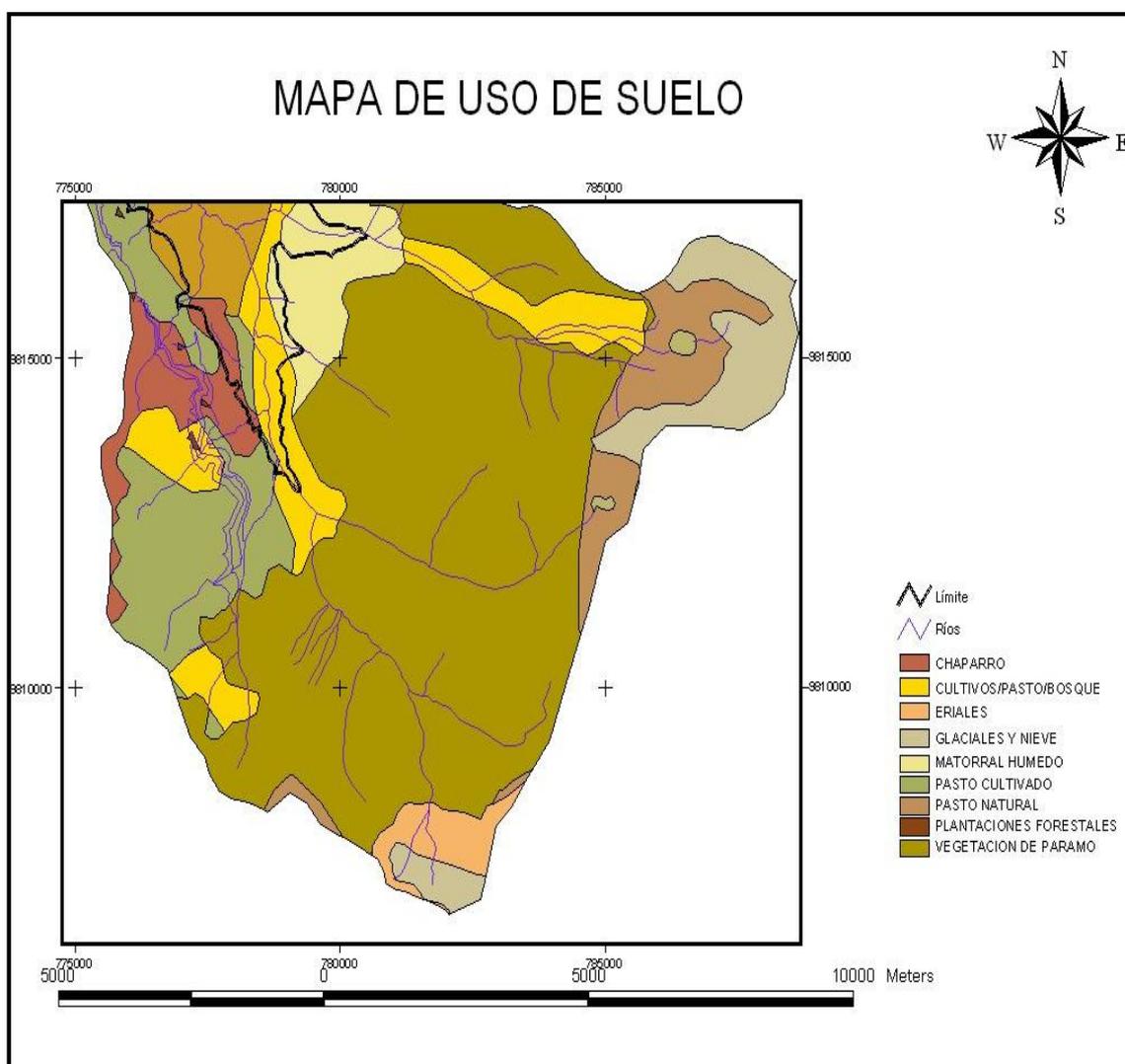
Mapa de clasificación ecológica



Mapa de intervención antropogénica



Mapa de uso actual del suelo



Mapa de uso potencial del suelo

