



UNIVERSIDAD

TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

MODALIDAD PRESENCIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

**“CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL SOBRE LA
SUBCUENCA ZAMORA HUAYCO - CANTÓN LOJA”**

**Tesis previa a la
Obtención del Título de
Ingeniero en Gestión Ambiental**

AUTOR:

CHRISTIAN VICENTE MAZA CHAMBA

DIRECTOR:

ING. PABLO OCHOA CUEVA

Loja - Ecuador

2009



CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Loja, 21 de Mayo del 2009

Ing. Pablo Alejandro Ochoa Cueva

Docente - Investigador de la Universidad Técnica Particular de Loja

Certifica:

Que el trabajo de tesis denominado “Clasificación y Análisis de la Cobertura Vegetal sobre la Subcuenca Zamora Huayco - Cantón Loja”, presentado por el señor **Christian Vicente Maza Chamba**, ha sido dirigido, revisado y discutido en todas sus partes. Por lo cual autorizo la presentación, sustentación y defensa del mismo.

Ing. Pablo Alejandro Ochoa Cueva

DIRECTOR DE TESIS



AUTORÍA

Yo Christian Vicente Maza Chamba, autor del trabajo “Clasificación y Análisis de la Cobertura Vegetal sobre la Subcuenca Zamora Huayco - Cantón Loja”, certifico que el mismo ha sido realizado en su integridad y que no se ha publicado anteriormente.

Christian Maza Chamba



CESIÓN DE DERECHOS

Yo Christian Vicente Maza Chamba, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y sus representantes locales de posibles reclamos y acciones legales.

Adicional declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero académico o institucional (operativo) de la Universidad".

Christian Maza Chamba

AUTOR

Ing. Pablo Ochoa Cueva

DIRECTOR



DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico de forma muy especial a mis Padres, Truman y Mónica, por su amor, comprensión y sacrificio. Por ser mis guías en el difícil camino de la vida.

A mis hermanos, Miguel, Mishel, Thalia, Júnior y Cesar por su apoyo continuo durante mi formación profesional.

A mis abuelos Sixto, Olivia, Sergio y Ventura, por su ejemplo y consejos durante mi vida.

A toda mi familia por su cariño constante y por la gran unión familiar que formamos.

A mis amigos y compañeros de carrera, por estar siempre a mi lado y apoyarme en todo el proceso de mi carrera.



AGRADECIMIENTOS

De manera especial al Ing. Pablo Ochoa Cueva, Director de Tesis, por sus enseñanzas y el apoyo desinteresado para la realización de este trabajo.

A mis padres Truman Maza y Mónica Chamba, por su amor, comprensión y especialmente por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera.

A todo el personal docente y administrativo de la Universidad Técnica Particular de Loja, por las enseñanzas impartidas durante mi carrera profesional. A la Escuela de Ciencias Biológicas y Ambientales, en la persona del Ing. Fausto López, por su apertura y apoyo constante.

A todos mis compañeros(as), por su amistad y apoyo continuo, durante nuestra formación personal.

De manera muy especial a Cristhian Prieto y Fabiola Martínez quienes me colaboraron de forma desinteresada para el cumplimiento del presente trabajo.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Certificación del Director de Tesis	ii
Autoría	iii
Cesión de Derechos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de Tablas	x
Índice de Figuras y Mapas	xi
Abreviaturas	xii
Resumen	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
2.1. General	5
2.2. Específicos	5
III. MARCO TEÓRICO	6
3.1 Cobertura vegetal	6
3.1.1 Cambios en la cobertura vegetal	6
3.1.2 Importancia de la cobertura vegetal	7
3.2 Materia orgánica del suelo (MOS)	7
3.3 Sistemas de información geográfica (SIG)	8
3.4 Uso del suelo	8
3.4.1 Capacidad de uso del suelo	9
3.5 Recursos hídricos	9
3.6 Cuenca hidrográfica	9
3.6.1 Importancia de las cuencas hidrográficas	10
3.6.2 Contaminación de las cuencas hidrográficas.	10



IV. METODOLOGIA	11
4.1 Descripción del área de estudio	11
4.1.1 Ubicación política	11
4.1.2 Ubicación geográfica	11
4.1.3 Extensión	12
4.1.4 Clima y Ecología	12
4.1.5 Hidrografía	13
4.1.6 Geología	13
4.1.6.1 Formación Zamora (Paleozoico)	13
4.1.6.2 Formación Quillollaco (Terciario)	14
4.1.6.3 Depósitos superficiales	14
4.1.7 Geomorfología	14
4.1.7.1 Relieve	14
4.1.7.2 Litología	14
4.2 Metodología	15
4.2.1 Etapa de levantamiento de información de línea base	15
4.2.2 Etapa de campo	16
4.2.3 Etapa de trabajo de oficina	20
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
5.1. Tipos de formaciones vegetales encontrados en el área de estudio.	27
a: Pastizales	28
b: Bosque Montano	29
c: Páramo Arbustivo	29
d: Plantaciones de Árboles / Pino	29
e: Sucesiones de Vegetación	29
5.2 Condición hidrológica de la cobertura vegetal	31
5.3 Impactos antropogénicos causados en la cobertura vegetal dentro de la Subcuenca Zamora Huayco según la matriz de Leopold.	33
5.3.1 Análisis de la valoración de criterios sobre los	33



Impactos antropogénicos a la Subcuenca Zamora Huayco.	
5.3.1.1 Factores ambientales mas relevantes según el efecto (P/N) y el grado de afectación mas altos (A).	34
5.3.1.2 Actividades más relevantes según el efecto (p/n) y el grado de afectación más altos (a).	35
5.4 Análisis de relación entre las formaciones vegetales y la MOS.	37
5.5 Análisis de correlación	42
5.6 Mapa de cobertura vegetal	43
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	49
VIII. BIBLIOGRAFÍA	50
IX. ANEXOS	58



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos generales de la subcuenca Zamora Huayco.	16
Tabla 2. Parámetros para determinar la condición hidrológica de la vegetación.	18
Tabla 3. Interpretación de los resultados de MOS .	20
Tabla 4. Tipos de formaciones vegetales.	27
Tabla 5. Factores ambientales más relevantes según el efecto (P/N) y el grado de afectación (A).	34
Tabla 6. Actividades según el efecto (P/N) y el grado de afectación (A).	35
Tabla 7. Prueba de Kruskal - Wallis.	40
Tabla 8. Matriz de coeficiente de correlación de las variables consideradas en el estudio según Pearson.	43
Tabla 9. Porcentajes totales de las formaciones vegetales.	45



ÍNDICE DE FIGURAS Y MAPAS

Figura 1. Localización del área de estudio. Subcuenca (ZH).	11
Figura 2. Quebradas de la subcuenca ZH.	17
Figura 3. Puntos de muestreo.	18
Figura 4. Muestreo sistemático del suelo en la subcuenca ZH.	19
Figura 5. Escenas ASTER, Julio 2007.	23
Figura 6. Escenas ASTER, Julio 2007.	23
Figura 7. Escenas ASTER, Octubre 2008.	23
Figura 8. Mosaico de imágenes satelitales	24
Figura 9. Formaciones vegetales encontradas en la subcuenca ZH.	28
Figura 10. Relación entre altitud y formaciones vegetales.	30
Figura 11. Condición hidrológica en la subcuenca ZH.	31
Figura 12. Condición hidrológica de las formaciones vegetales	32
Figura 13. Valoración de factores ambientales de acuerdo a los criterios de valoración con mayor afectación en la subcuenca ZH.	35
Figura 14. Valoración de actividades con mayor afectación en la subcuenca ZH.	36
Figura 15. Relación de MOS y formaciones vegetales.	37
Figura 16. Relación de la altitud y Materia orgánica.	41

MAPAS

Mapa 1. Condición hidrológica de la cobertura vegetal en la subcuenca Zamora Huayco.	
Mapa 2. Distribución de la materia orgánica en la subcuenca Zamora huayco.	
Mapa 3. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal de la subcuenca Zamora Huayco.	



ABREVIATURAS

- ASTER: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (Sensor a bordo del satélite TERRA).
- CAR: El Carmen.
- DAP: Distancia a la altura del pecho.
- ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- GPS: Sistema de Posicionamiento Global.
- INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- IGM: Instituto Geográfico Militar.
- MEN: Mendieta.
- MIN: Minas.
- MOS: Materia Orgánica del Suelo.
- PMCC: Programa de Monitoreo de la Cuenca del Canal.
- PNP: Parque Nacional Podocarpus.
- PROFAFOR: Programa Face de Reforestación.
- RELASE: Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador
- SIG: Sistema de Información Geográfico.
- SIM: San Simón
- SPSS: Software para análisis estadístico.
- UMAPAL: Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja.
- UTPL: Universidad Técnica Particular de Loja.
- UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- XLSTAT: Software para análisis estadístico.
- ZH: Zamora Huayco.



RESUMEN

El presente estudio fue desarrollado en el año 2008 en la provincia de Loja - Cantón Loja, en la Subcuenca Zamora Huayco (ZH), el área de estudio lo conforman las quebradas Minas, Mendieta, El Carmen y San Simón; en conjunto a excepción de la Minas aportan con más del 55% del recurso hídrico para el consumo de la población de Loja. Esta zona esta influenciada por la alteración de los ecosistemas especialmente a la cobertura vegetal produciendo una inestabilidad hídrica de los caudales así mismo como periodos de estiajes bajos. Por tal razón el objeto de análisis del estudio es realizar una clasificación y análisis de la cobertura vegetal.

La metodología propuesta para el desarrollo del presente estudio se basó en recopilar información general sobre la subcuenca, el área de estudio se delimito en base a una carta topográfica del IGM de 1981, mediante un diseño sistemático se ubico 38 puntos de muestreo, seguidamente se realizo recorridos por toda el área de estudio con el fin de obtener datos de las formaciones vegetales y condiciones hidrológicas, así mismo se realizo muestreos sistemáticos de suelos para obtener porcentajes de materia orgánica del suelo (MOS); a continuación se analizó los datos obtenidos con el programa estadístico SPSS 13.0 y XLSTAT. Para determinar cualitativamente los impactos antropogénicos más importantes se utilizo una matriz de Leopold. Con los datos obtenidos en el campo se realizaron mapas como distribución de la materia orgánica del suelo, condición hidrológica, entre otros para lo cual se utilizó Arc view 3.2.; en cambio para el mapa de uso de suelo y cobertura vegetal se aplico Imágenes Satelitales Aster, mismas que se analizaron en Erdas Imagine 8.4.

Como resultados se obtuvo que las formaciones vegetales más representativas fueron pastizales, bosque montano, páramo arbustivo, plantaciones de árboles / pino y sucesión de vegetación; en cuanto a la condición hidrológica en buen estado, en las partes altas están Mendieta y el Carmen; y en las partes bajas con condición hidrológica mala están la Mendieta y San Simón. De los impactos antropogénicos más relevantes se tuvo la alteración de la cubierta vegetal, incendios y explotación forestal, además los factores más afectados son la calidad y cantidad del agua y el uso del territorio. Con respecto a los porcentajes de materia orgánica más altos se encontraron en pastizales con 8,57% a 2258m. de altitud y Páramo Arbustivo con 7,38% a 2997m. de altitud. De acuerdo al



mapa de uso de suelo y cobertura vegetal se tuvo que las formaciones vegetales más representativa son los paramos en la parte alta de la Subcuenca con 1230.984ha., seguida de los Bosque Montanos con un 1193.251ha. Lo que se pretende en este estudio es tomar en cuenta las microcuencas para un manejo integral, ya que proveen a la ciudad de Loja el recurso hídrico, así mismo también entender los cambios de cobertura vegetal debido a los impactos antropogénicos.

Palabras claves: Cobertura Vegetal, Materia Orgánica, Sistema de Información Geográfica, Uso del Suelo, Recurso Hídrico, Cuenca Hidrográfica.



INTRODUCCIÓN

Ecuador es considerado uno de los 17 países megadiversos del planeta es decir ricos en biodiversidad y endemismo. La superficie del país es de 26'079.600ha., de las cuales el 18% son áreas protegidas, el 20% territorios indígenas y afroecuatorianos, el 5% paramos y el 57% del resto son áreas que se destinan a actividades agropecuarias o que tienen bosques nativos no incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Acción Ecológica, 2000 en Benavides & Solano, 2005).

La provincia de Loja, ubicada aproximadamente en la latitud 04° sur, limita al sur con la República del Perú, al oeste con la provincia de El Oro, al norte con El Azuay y al este con Zamora-Chinchipec, constituye la provincia más austral del Ecuador. Tiene una superficie aproximada de 10.790km² equivalente al 4% de la superficie del país. El 45% del territorio lojano es de topografía accidentada conformada por rocas, peñones y terrenos muchas veces de difícil acceso. A pesar de presentarse alturas de hasta 4.107m, no existen nevados (INERHI *et al.*, 2000.)

La temperatura media anual en la región de estudio fluctúa entre 13°C en Saraguro por el norte y 24°C en Macará en el extremo austral. Aunque la precipitación media anual de la provincia es de 950 mm, las variaciones a lo largo y ancho fluctúan entre un 40 y 250%. Como consecuencia de la gran variedad de temperaturas, de los diversos niveles de pluviosidad y de sus características orográficas, la región en estudio presenta una serie de microclimas. La ciudad de Loja es considerada a nivel nacional e internacional, como la tercera ciudad ecológica del mundo, nombramiento otorgado por las Naciones Unidas, por lo tanto es importante mantener nuestros recursos en buenas condiciones a lo largo del tiempo (Ecosur, 2007).

Según la FAO, 2003., describe que en el Ecuador desde 1946 los bosques se encuentran sometidos a una fuerte presión humana debido a la creciente demanda de: productos, servicios agrícolas y ganaderos, esto a menudo produce la degradación y conversión de los bosques a formas insostenibles de uso de la tierra. Cuando un bosque se pierde o se degrada de una forma grave, su capacidad de funcionar como regulador del medio ambiente también desaparece, aumentando así las inundaciones y la erosión, reduciéndose la fertilidad del suelo y contribuyendo con ello a la pérdida de la vida



vegetal y animal. Para enfrentar toda esta problemática se debe alcanzar un equilibrio, el cual se logrará cuando en un territorio determinado, cada actividad esté ubicada en el lugar cuyas condiciones objetivas sean las más adecuadas para su desarrollo, y sea reservado para la actividad que resulte más acorde con su capacidad para acoger determinadas acciones humanas; y es precisamente la cobertura vegetal un indicador ambiental que representa visualmente la calidad del paisaje y su ambiente (Martínez, 1992). El deterioro del suelo se debe principalmente a la destrucción de la cobertura vegetal, es decir por la transformación de bosques y pastizales, utilización residencial e industrial de tierras aptas para los cultivos y por los malos sistemas agrícolas y forestales (ESPOL, 2003).

Para entender el impacto que ocasiona el cambio de uso y cobertura del terreno, se requiere estudiar factores ambientales y socioeconómicos que afectan su uso. Sin embargo, no existen análisis cuantitativos de la importancia relativa de estos elementos con el cambio de la cobertura y uso del terreno, ya que las interpretaciones de cómo estos factores interactúan para estimular el cambio varían ampliamente de una región a otra (Skole & Turner, 1994). El crecimiento de la población en América Latina, especialmente en el Ecuador, ha provocado cambios muy fuertes en el ambiente especialmente a la cobertura vegetal, generando una acelerada degradación de los recursos naturales que afecta especialmente la estabilidad hídrica de los caudales. En si los recursos naturales de la provincia están afectados, dando como resultado la alteración de los ecosistemas. La causa principal de esta situación es la acción antrópica particularmente sobre el suelo, la cubierta vegetal, la calidad y cantidad del agua. A esto también se le suma el impacto de las grandes extensiones de plantaciones de especies exóticas como el (*Pinus patula*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, entre otras), mismas que probablemente como en otras áreas causan gran degradación del ecosistema, afectando principalmente al suelo, agua, flora y fauna existente en la zona. Según la FAO, 2003., en Ecuador la tasa anual de deforestación es de 1,2% equivalente a 137000ha/año; considerada la tasa más alta de Latinoamérica, frente a una tasa de reforestación que representa solamente el 3% ó 4% de las pérdidas corrientes de los bosques naturales.

En el estudio de Tapia & Valdivieso, 2007., mencionan que la Cuenca alta del río Zamora en el periodo de 1976-1989 el páramo Arbustivo y parte del bosque montano fueron los



que soportaron mayor deforestación con 3573.20ha., pero también así mismo tuvo una regeneración de 1416.93ha. En cambio en el periodo de 1989-2002 se dio una deforestación de 1754.61ha; con una regeneración alta de 3338.41ha. Y con respecto al resto de los tipos de bosque la deforestación fue mayor a la regeneración. De acuerdo a los datos de GEOLOJA, 2007., en época de lluvias, por la alta turbiedad del agua cruda que ingresa a la planta del Pucará, causada por la erosión y el manejo inadecuado de las cuencas abastecedoras, sólo se procesaba el 60% del caudal captado. Actualmente, con las mejoras introducidas en esta planta durante el año 2005, se procesa la totalidad del agua que llega a la planta, sin depender de las condiciones en las que ésta llega.

Como justificativo para la realización del presente estudio se presentan los siguientes factores, debido a la importancia que presenta la cobertura vegetal dentro del equilibrio ecosistémico:

- ✓ El crecimiento poblacional en la ciudad de Loja según el censo del INEC del 2001, tenía 118.532 habitantes que representan el 68% del total cantonal y el 29% de la población provincial. La proyección de la población total al 2005, a partir de 140.891 (y utilizando la tasa de crecimiento de 2.08%), es de 152.984 habitantes, así mismo se da la expansión del área urbana lo que provoca un incremento en la construcción de viviendas y mayor demanda por servicios básicos. Todo esto en la actualidad está representando una mayor presión para los recursos naturales, por ende provocando cambios muy fuertes en el ambiente, especialmente en el Recurso Hídrico y la cobertura vegetal, induciendo a una disminución de los mismos y afectando la permanencia de ambos recursos.
- ✓ Las funciones que cumple la cobertura vegetal son: mejoramiento del paisaje, control de la fluctuación de las temperaturas, control de la erosión, regulación hidrológica de cuencas, reforzamiento de los suelos por los sistemas radicales, entre otros (Escobar & Carlos, 2003).
- ✓ Por conformar el área de estudio parte de la zona de amortiguamiento del PNP. Declarada Reserva de la Biósfera por la UNESCO a finales del 2007. Además el área boscosa de esta zona contribuye a la conservación de la biodiversidad tanto de especies vegetales como animales, a mas de su belleza escénica y de un sin número de bienes y servicios ambientales para la población asentada en la parte baja, a



pesar de que la zona tiene gran intervención humana como la colonización, extracción de madera, avance de la frontera agrícola, etc.

- ✓ En la subcuenca ZH se comprobado que con el transcurrir del tiempo existe una gradual y continua disminución del caudal y consecuentemente se dan períodos de estiaje de hasta un 40% en los meses de agosto a noviembre (Alvarado, 2002). En el mes de agosto del 2005 se empezó a sentir los primeros estragos del estiaje, pues, el intenso verano que se registró en la hoya de Loja, acompañado de fuertes vientos, y el deterioro de la cobertura vegetal de las cuencas hidrográficas que abastecen de agua a las plantas de tratamiento, ocasionó que el agua cruda se reduzca en un 50%, llegando incluso en el mes de octubre al 38,9% de ingreso de caudal (Ilustre Municipio de Loja, 2005).

La importancia radica en los ecosistemas de la zona de estudio principalmente en el bosque natural existente el mismo que es un elemento importante como fuente principal de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Loja ya que gran parte de la población se beneficia directamente del agua de este sector.

Por lo tanto los objetivos que se plantean para el desarrollo del presente estudio se describen a continuación.



II. OBJETIVOS

2.1. General:

- Clasificar y analizar la cobertura vegetal de la subcuenca Zamora Huayco - Cantón Loja.

2.2. Específicos:

- Determinar el tipo de formaciones vegetales y las condiciones hidrológicas en las que se encuentran.
- Identificar cualitativamente los impactos antropogénicos causados a la cobertura vegetal.
- Analizar las relaciones y correlaciones entre materia orgánica del suelo y las formaciones vegetales de la subcuenca Zamora Huayco.



III. MARCO TEÓRICO

Palabras claves: Cobertura Vegetal, Materia Orgánica, Sistema de Información Geográfica, Uso del Suelo, Recurso Hídrico, Cuenca Hidrográfica.

3.1 COBERTURA VEGETAL

A la cobertura vegetal se la puede definir como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos (Bennett, 1999).

En la cuenca se encuentran diversos tipos de vegetación, definidos en cierto grado por parámetros físico ambientales, biológicos y edáficos. Los valores de precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial, entre otros parámetros, se usan para delimitar los diferentes tipos de bosque (Holdridge, 1979).

3.1.1 Cambios en la cobertura vegetal.

Según Heckadon, 1999., los cambios a la cobertura vegetal es un componente importante en el estudio de cambio ambiental global. La naturaleza dinámica de patrones de cobertura vegetal/uso suelo y sus cambios es un fenómeno que afecta muchos procesos ecológicos y biofísicos, tales como la estructura trófica, la composición de las especies y su dispersión, los patrones climáticas, y la estabilidad hidrica. Además, en regiones tropicales, los cambios de cobertura vegetal (específicamente la deforestación) es uno de las amenazas mas graves a la biodiversidad.

Al considerar la acción humana dentro de la cuenca, se encuentra que la remoción de cobertura vegetal, entre otros parámetros (ausencia de controles de aguas servidas y de programas de manejos de los suelos), constituye una variable relacionada con las peores condiciones socio ambientales en aquellos sectores donde se presenta un aumento descontrolado de la población e infraestructuras (Heckadon, 1999). Estos cambios a la



vegetación inducidos por el ser humano, afectan no solamente a las plantas en sí, sino también a todos los ciclos involucrados en donde la vegetación desempeña un rol importante.

3.1.2 Importancia de la cobertura vegetal.

Según Mozo, 1999., las coberturas vegetales son un elemento esencial en el gran sistema que llamamos tierra, las plantas absorben y reciclan nutrientes, dióxido de carbono, nitrógeno, azufres y fósforos que están en la atmósfera, absorben agua de los suelos y a su vez, son parte del fundamento básico de la cadena alimenticia que sustenta la vida y proveen al hombre de materiales industriales, plantas medicinales, fibras y resinas.

En el caso específico de los bosques, éstos juegan un papel importante en la conservación del ambiente, ya que mantienen la estabilidad hídrica, regulan el clima a nivel mundial y local, y lo más importante favorecen la conservación de los suelos previniendo la erosión, además son el hábitat de numerosas especies de plantas y animales (Bennett, 1999).

De acuerdo a los datos del PMCC, 1999., es de vital importancia mantener en buen estado la cobertura vegetal ya que ayudan en los procesos de regulación del ciclo hidrológico y en la disminución de la erosión de suelos.

Las cubiertas vegetales pueden resultar de utilidad en la reducción de la dispersión de contaminantes en disolución, pues disminuyen el flujo total de escorrentía (Rodríguez *et al.*, 2004).

3.2 MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (MOS)

Según Alvarado, 2004., la MOS en los bosques proviene de hojas, troncos y raíces de la vegetación existente. La descomposición se lleva en dos procesos simultáneos, el primero que consiste en transformar todos estos restos en humus (humificación), para posteriormente desaparecer y transformarse en elementos minerales, CO₂ y agua (mineralización). Cerca del 50% del humus es C, 5% es N y 0.5% es P (Mustin, 1987).



La materia orgánica representa del 95 al 99% del total del peso seco de los seres vivos, pero su presencia en los suelos suele ser escasa y son contados las excepciones en las que superan el 2% (Navarro *et al.*, 1995). El progresivo aumento de la materia orgánica en los primeros centímetros del perfil incrementa las reservas de nutrientes que pueden ser liberados paulatinamente, a un ritmo distinto al experimentado en los suelos labrados (González, 1997).

3.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Los SIG ofrecen numerosas ventajas respecto a la cartografía convencional, puesto que de forma automática permiten manejar datos espaciales internamente referenciados, producir mapas temáticos y realizar procesos de información de tipo digital” (Sendra, 1992).

Otra definición según Barredo, 1996., un SIG puede ser concebido como una especialización de un sistema de bases de datos, caracterizado por su capacidad de manejar datos geográficos, que están georreferenciados y los cuales pueden ser visualizados como mapas.

De acuerdo a lo mencionado por Gutiérrez, 2000., el SIG es un programa diseñado para la delimitación de cuencas, la misma que se la realiza mediante la interpretación de los mapas cartográficos, este proceso ha ido evolucionando con la tecnología. En la actualidad proporcionan una amplia gama de aplicaciones y procesos que, con entender los conceptos y teoría, se puede realizar de una forma más sencilla y rápida el análisis y delimitación de una cuenca mediante los programas disponibles para SIG.

3.4 USO DEL SUELO

El término uso del suelo se aplica a los diferentes tipos de cobertura que el hombre crea para satisfacer sus necesidades materiales o espirituales. Las características del uso del suelo son el resultado de la interrelación entre los factores físicos o naturales y los factores culturales o humanos (López, 1999). En el transcurso de la historia, el suelo ligado a la productividad agropecuaria, además del cambio de cobertura del suelo, se han constituido en factores importantes para el crecimiento y desarrollo de todas las culturas.



En los últimos 20 años, ha resurgido la importancia verdadera y real que tiene la conservación de los recursos naturales, y como componente de éstos el recurso suelo como fuente de producción de alimento para la humanidad (Dalence *et al.*, 1999).

3.4.1 Capacidad de uso del suelo.

Es la determinación en términos físicos, del soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos o coberturas y/o tratamientos. Generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo (Klingebiel & Montgomery, 1961).

3.5 RECURSOS HÍDRICOS

El agua es uno de los recursos fundamentales para la vida en la tierra, siendo el componente básico de los ciclos ecológicos. La disponibilidad de agua para el consumo humano en el mundo, es un tema que hoy provoca discusión, aunque existe unanimidad en cuanto a la necesidad de su gestión y racionalización (Araujo, 2001). El agua es distribuida irregularmente en toda la Tierra, debido a los diversos factores físicos que influyen en esa distribución.

Según Foster *et al.*, 1987., en Latinoamérica la disponibilidad de agua también es un tema de importancia relevante, puesto que aquí se encuentra el 26% del agua del mundo y su población representa solo el 6% del mundo. Por lo que podría pensarse que en esta zona el problema de disponibilidad deja de ser un problema, lo cual es una apreciación errónea, puesto que hay países que están manifestando grandes problemas para satisfacer las necesidades inmediatas y futuras de su población.

Los recursos hídricos tienen como unidad de gestión la cuenca hidrográfica entendido como un sistema integrado, hoy de consenso mundial (Heathcote, 1998).

3.6 CUENCA HIDROGRÁFICA

Una cuenca hidrográfica es un área en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua, se define también como la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve.



Los límites de la cuenca o “divisoria de aguas” se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río (Ramakrishna, 1997).

Según la FAO, 1990., cuenca hidrográfica es una unidad territorial formada por un río con sus afluentes y una área colectora de agua. En la cuenca están contenidos los recursos naturales básicos para múltiples actividades humanas, como agua, suelos, vegetación y fauna. Todos ellos mantienen una continua y particular interacción con los aprovechamientos y desarrollos productivos del hombre.

3.6.1 Importancia de las cuencas hidrográficas.

Las cuencas hidrográficas, también conocidas como zonas de captación son cruciales para el ciclo del agua, ya que son las unidades del paisaje donde se junta toda el agua de superficie y está disponible para su uso. Por lo tanto, tiene sentido que las decisiones estratégicas sobre la gestión del agua se deben tomar a nivel de cuencas (Muñoz, 2007). El agua, es fundamental para la seguridad ambiental, social y económica, que permite fortalecer el desarrollo humano y al mismo tiempo satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad para que generaciones futuras satisfagan las propias (UICN, 2000).

Según el convenio de Ramsar, 2004., las cuencas hidrográficas son algo más que sólo áreas de desagüe en o alrededor de nuestras comunidades. Son necesarias para dar sustento al hábitat de plantas y animales, también proporciona agua para las personas y la oportunidad para divertirnos y disfrutar de la naturaleza.

3.6.2 Contaminación de las cuencas hidrográficas.

La contaminación de nuestras cuencas hidrográficas degrada al medio ambiente, daña el hábitat de la flora y fauna silvestre; finalmente también afecta a la salud de los seres humanos (Muñoz, 2007).

Según la Ley de Aguas, 2007., en el Art. 87 sobre conservación, protección y mejoramiento de las cuencas Hidrográficas señala: “El Servicio Forestal y el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, tomaran las medidas técnicas mas aconsejables para conservar, proteger y mejorar las cuencas hidrográficas, especialmente para evitar la erosión, incendios, pastoreo excesivo; y, ejercerán vigilancia permanente en las cuencas.”



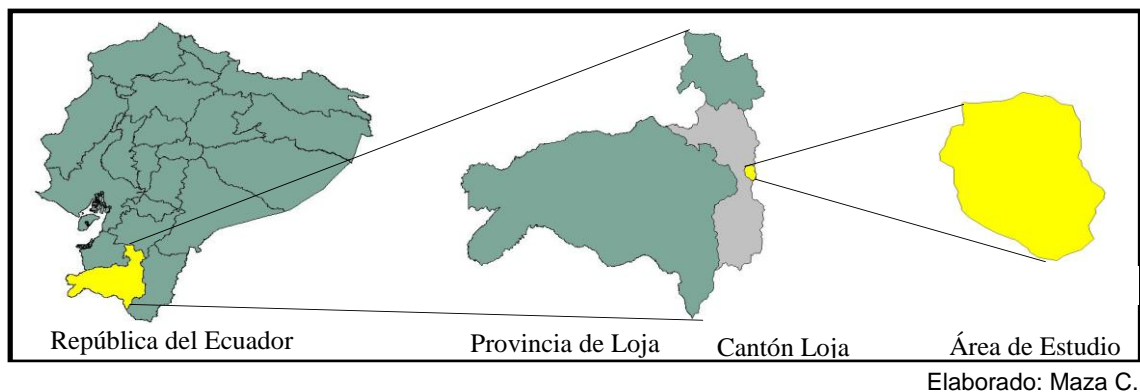
IV. METODOLOGIA

4.1 Descripción del área de estudio.

4.1.1 Ubicación política.

La ZH dentro de la división política territorial de la hoya de Loja, pertenece a la parroquia "San Sebastián", cantón Loja y provincia de Loja.

Figura N° 1: Localización del área de estudio (SZH).



4.1.2 Ubicación Geográfica.

La SZH geográficamente esta limitada por las siguientes microcuencas hidrográficas:

- Al Norte con la microcuenca San Cayetano
- Al Sur con la microcuenca Namanda
- Al Este con el ramal de la Cordillera Oriental de los Andes
- Al Oeste río Malacatus en la hoya de Loja.

Y dentro de las siguientes coordenadas esta localizada en:

Latitud Sur: 3° 59' 24,1" - 4° 3' 48,1"

Longitud Oeste: 79° 11' 1,8" - 79° 9' 3,8"



4.1.3 Extensión.

La subcuenca ZH cuenta con una superficie de 3728 ha., o 37,3Km², el perímetro de la misma es de 24,87Km.; con altitudes que van desde los 2120m. hasta 3420m. de altitud y una pendiente del 16%.

El área de estudio comprende la zona de amortiguamiento del PNP en el cantón Loja, siendo una de las zonas deterioradas por un marcado proceso de deforestación, inadecuado aprovechamiento del suelo, malas prácticas agrícolas y sobrepastoreo, además por algunos incendios forestales.

4.1.4 Clima y Ecología.

Según la clasificación bioclimática del Ecuador (Cañadas, 1983), el clima de la SZH se encuentra dentro de la región lluviosa templada y además se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 15.3°C; una temperatura media del aire de 16°C y un promedio de lluvia anual de 900mm. De acuerdo a los datos de GEOLOJA, 2007., indica que llueve más en el período de enero, febrero, marzo y abril con un 49% y disminuyendo a un 15% de lluvia en marzo; en cambio los periodos con menos intensidad de lluvia va desde los meses de junio, julio, agosto y septiembre con un 22%, siendo septiembre el mes más seco con 4,6% de lluvia.

La oscilación térmica media anual es de 1.5°C, y con unas temperaturas extremas que fluctúan entre 3°C y 28°C, (Arcoiris, 1999). En general las temperaturas mínimas se dan entre los meses de junio a septiembre.

Basándose en la clasificación de las zonas de vida de Baquero *et al.*, 2004., se ha deducido que el área del estudio comprende cuatro zonas de vida: Bosque Siempreverde Montano Bajo (Bsvmb); Bosque de Neblina Montano (Bnm), Bosque Siempreverde Montano Alto (Bsvma), Páramo Arbustivo (Pa).



4.1.5 Hidrografía.

A la subcuenca en estudio la componen las quebradas el Carmen y San Simón que a los 2200m. de altura forman un solo río y a los 2158m. de altura se unen a la quebrada Mendieta, conformando las 3 quebradas la unidad más importante que aporta con más del 55% del recurso hídrico para el consumo de la población de Loja, aguas abajo se incorpora el caudal de la quebrada Minas (UMAPAL, 2007). El caudal con mayor aporte es el de la quebrada el Carmen (Benavides & Solano, 2005). Las 4 quebradas conforman el río ZH, mencionando que las mismas dependen de las variaciones del clima y ubicación por lo que se las considera como quebradas de alta montaña (UMAPAL, 1998).

En si la hidrografía del río Zamora Huayco tiene su origen en los páramos del PNP, recientemente declarado por la UNESCO a finales del 2007 como Reserva de la Biosfera Podocarpus - El Cóndor. El recorrido es de aproximadamente de 10Km. desde su nacimiento hasta unirse con el río Malacatus (Arcoíris, 1999 en Benavides & Solano 2004.).

4.1.6 Geología.

Según UMAPAL, 1998., esta zona esta afectada por una tectónica llamada “ fallamiento de bloques “, al observar el plegamiento de estas formaciones estratificadas se observara una serie metamórfica bastante plegada, como consecuencia del ciclo orogénico (Paleozoico) .

Esta constituido por rocas metamórficas producto de formaciones sedimentarias antiguas que fueron sometidas a un metamorfismo regional que las transformo en pizarras, esquistos, cuarcitas, mio esquistos y gneis.

En el área de estudio se observan las siguientes formaciones Geológicas:

4.1.6.1 Formación Zamora (Paleozoico)

Posee rocas metamórficas antiguas que cubren el 80% de la zona, se produce un proceso metamórfico, encontrándose filitas, esquistos, sericiticas, cuarcíferos, y cuarcitas incluidas las rocas metamórficas de grano grueso.



4.1.6.2 Formación Quillollaco (Terciario)

Ocupa la parte noroeste de la microcuenca, esta formada por conglomerados amarillentos, café de filitas, cuarcitas y esquistos xerofíticos.

4.1.6.3 Depósitos superficiales

El cerro de la laguna ubicado a 2500m. de altura y el Cocha Carunga existen depósitos superficiales de morrenas y filitas de la época cuaternaria.

Los suelos son minerales con gran cantidad de piedras y rocas en proceso de descomposición. Según la UMAPAL, 1998., no hay estructura del suelo lo que lo convierte en frágil y erosionable.

4.1.7 Geomorfología.

Entre los procesos geomorficos erosivos más importantes que afectan a la subcuenca son: el relieve, el clima, tipo de suelo, la cobertura vegetal y la acción del hombre.

4.1.7.1 Relieve

Las vertientes de las tres quebradas agua arriba de las tomas de agua son abruptas y de fuertes pendientes con mas de 50% de inclinación. El 50% del área corresponde a suelos escarpados con 1430 ha. El 17% con 490ha. son de relieve pronunciado y solo 367ha. van de relieve suave a moderado.

4.1.7.2 Litología

La mayor parte del área esta compuesta por guijarros de fragmento de roca, de conglomerados sueltos, prácticamente sin estructura que facilitan la erosión de los suelos. Por ello es recomendable tener una cubierta vegetal de tipo arbóreo porque fija mejor el suelo que una cobertura de pastizales que tiene raíces superficiales.



4.2 METODOLOGÍA

La metodología utilizada del presente estudio se desarrollo en 3 etapas:

4.2.1 Etapa de levantamiento de información de línea base

- Revisión bibliográfica
- Delimitación del área de estudio

4.2.2 Etapa de campo

- Toma de datos (tipo de formaciones vegetales y condición hidrológica, altura, posición geográfica, etc.)
- Muestreo de suelo

4.2.3 Etapa de trabajo de oficina

- Análisis de impactos antropogénicos
- Análisis de relaciones y correlaciones de MOS.
- Elaboración de mapas.

4.2.1 **Etapa de levantamiento de información de línea base.**

Esta etapa consistió en la recopilación de información generada para la base de datos, principalmente revisión bibliográfica sobre el área de estudio, especialmente sobre estudios realizados anteriormente en la zona.

Seguidamente se delimitó el área de estudio basándonos en una carta topográfica del IGM de 1981, a una escala 1:50000, luego se redujo la escala de su grilla, a 1:20000 siguiendo las sugerencias del documento citado por el Ministerio de Agricultura, 2002. , el mismo que consiste en un nivel de estudio detallado el cual sirve para obtener información de las características y distribución de los suelos, que permita la planificación de una agricultura intensiva, obras de ingeniería, utilización agroforestal y recreacional. Sus requisitos de material cartográfico son:



- a. Fotografías aéreas verticales obtenidas lo más recientemente posible y de buena calidad, a escala 1/20,000 a 1/10,000 o mayor.
- b. Mapas topográficos o mosaicos controlados y/o ortofotomapas de escala igual o mayor a 1/10,000.

Estos mismos requisitos coinciden con lo mencionado por Zuñiga, 2004.

Con la reducción de la escala a 1:20000 se obtuvo un total de 38 cuadrículas cada una con un kilómetro cuadrado de superficie. Posteriormente se obtuvo datos generales de la zona delimitada como área, perímetro, longitud, pendiente y altura (Tabla 1).

Tabla Nº 1: Datos generales de la subcuenca Zamora Huayco.

DATOS GENERALES	
ÁREA	3728ha. / 37,3Km ²
PERÍMETRO	24,87Km.
LONGITUD	8Km. aprox.
PENDIENTE	16%
ALTURA	Min: 2120m. Max. 3360m.

Elaborado: Maza C.

También en esta etapa se logró conseguir las imágenes satelitales las mismas que en conjunto con los datos de campo obtenidos servirán para la elaboración del mapa de uso de suelo y cobertura vegetal.

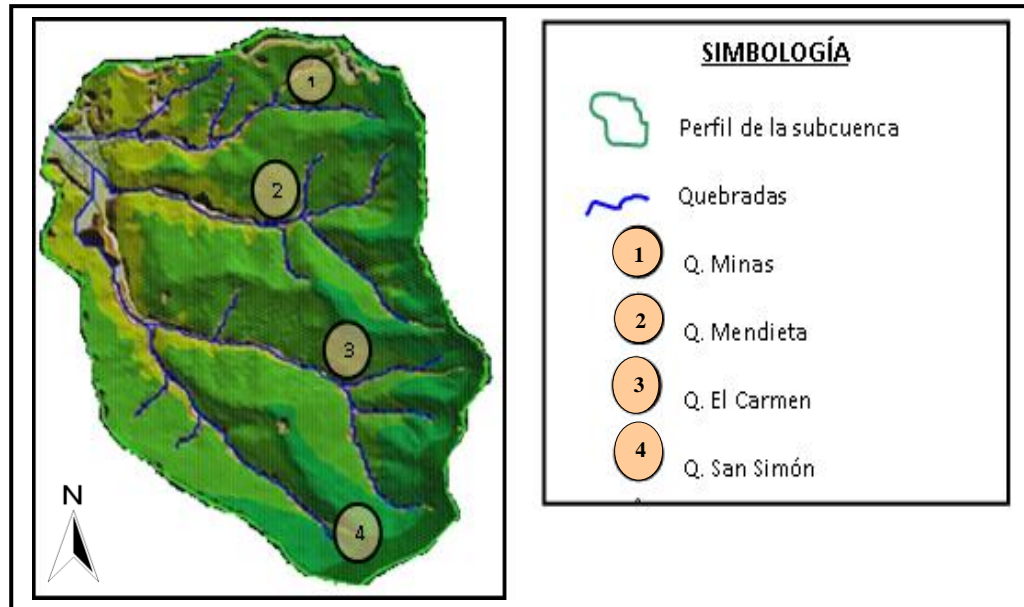
4.2.2 Etapa de campo.

Área de muestreo

El lugar de muestreo comprende la subcuenca ZH con una extensión de 3728ha., en la cual también se incluye la zona de amortiguamiento del PNP. El área de estudio está conformada por las cuatro quebradas antes mencionadas. (Figura 2), todas estas confluyen en la zona sureste de la ciudad de Loja, y atraviesan la misma de sur a norte; para luego rompiendo la cordillera oriental de Los Andes pasar por la ciudad oriental de Zamora.



Figura N° 2: Quebradas de la subcuenca Zamora Huayco.



Elaborado: Maza C.

Se procedió a realizar recorridos por toda el área de la subcuenca ZH, ingresando a cada una de las 38 cuadrículas que la conforman al área de estudio, cabe mencionar que solo se muestreó 36; en los 2 puntos restantes (CAR 25, CAR 26) el acceso al lugar y las condiciones meteorológicas de la temporada, impidieron su muestreo; para ubicar cada punto a muestrear se utilizó un GPS y la carta topográfica a escala 1:20000 (Figura 3).

En cada punto muestreado se tomó datos de los tipos de formaciones vegetales, posición geográfica, altura, pendiente, temperatura, entre otros datos para lo cual se construyó una tabla de campo basándonos en la cuarta edición del documento: *Guidelines for soil description*, elaborado por la FAO en el 2006. Los datos se tomaron de acuerdo a los diferentes rangos de altitudinales.

Para determinar las condiciones hidrológicas en las que se encuentran las formaciones de vegetación nos basamos en tres parámetros (Tabla 2) siguiendo algunas sugerencias del libro citado por Villalobos, 2005., la misma que se adjuntó a la tabla de campo con los demás datos a tomar.



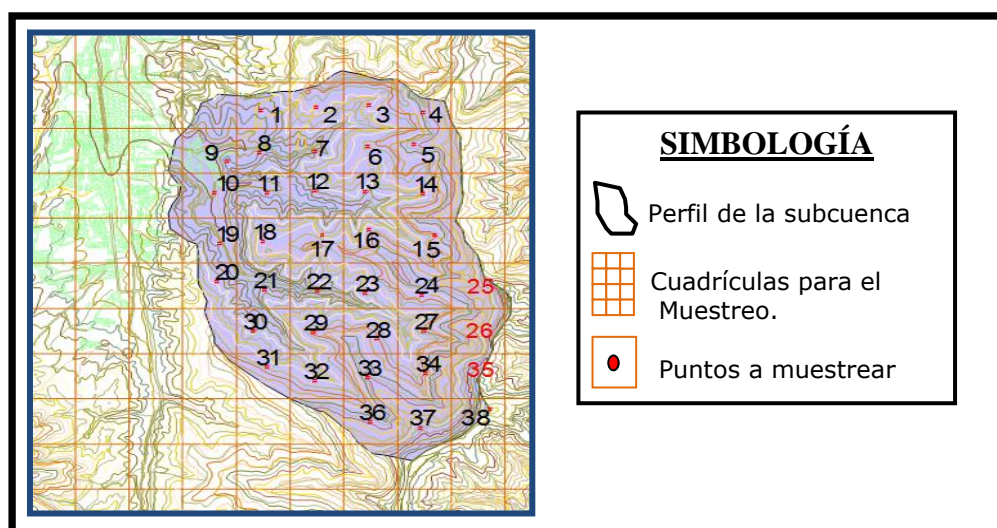
Tabla Nº 2: Parámetros para determinar la condición hidrológica de la vegetación.

Condición hidrológica de la Vegetación	
• Buena > 75%	- Buena
• Regular 50 – 75%	- Regular
• Mala < de 50%	- Mala

Autor: Villalobos, 2005.

- **Buena.-** Se considera buena cuando presenta alta capa de forraje vegetal en el suelo, por lo tanto existe escasa pérdida de agua por escurrimiento y no existe erosión.
- **Regular.-** Se considera regular cuando presenta poca cobertura vegetal, produciéndose una erosión ligera por el deterioro de la capa vegetal y baja producción e infiltración de agua con una fertilidad de suelo baja.
- **Mala.-** Se considera mala por que el suelo es escasamente protegido por la vegetación. Presentándose alta erosión y por ende se da gran pérdida de agua por escurrimiento. El suelo es de baja productividad presentando una capa superficial dura y seca.

Figura Nº 3: Puntos de muestreo.



Elaborado: Maza C.



En cada punto de muestreo se realizó la toma de muestras de suelo, para lo cual se planteó un tipo de muestreo sistemático o de rejilla (Carter, 1993). El mismo que consiste en un método mediante el cual los puntos de muestreo seleccionados se ubican a distancias uniformes entre sí, a fin de brindar total cobertura a una población específica de suelo. Se la considera una técnica clásica de estimación de superficies, por ser un procedimiento de selección de la muestra especialmente fácil de aplicar sobre un mapa o fotografía aérea.

Por cada cuadrícula (Figura 4) se tomaron muestras de suelo compuesta por cinco submuestras, aplicando el muestreo sistemático. Cada submuestra se la extrajo con la ayuda del barrenador tipo cilindro de 5 cm de diámetro a una profundidad de 20 cm, eliminándose la capa orgánica. Se colocaron las muestras en un plástico para homogenizar y mediante cuarteo obtener la muestra final. La muestra compuesta se colocó en bolsas plásticas etiquetadas con sus respectivos códigos de acuerdo al área de muestreo (MIN, SIM, CAR, MEN), en las mismas se anotó fecha y posibles observaciones con el fin de atribuir a que se debe mayor o menor concentración de materia orgánica; para una mejor comprensión de cómo extraer la muestra de suelo ver el Anexo 2.

Posteriormente cada muestra de suelo fue analizada en el laboratorio de la UTPL, para obtener el porcentaje de MOS y con los datos obtenidos realizar una correlación del porcentaje de materia orgánica con la cobertura vegetal.

Figura Nº 4: Muestreo sistemático del suelo en la SZH.



Elaborado: Maza C.



Para la determinación del porcentaje de la MOS de suelo mineral de los 36 puntos muestreados de la zona se lo realizo en base al Método Relase propuesto por Walkley & Black, 1934 (*Anexo 3*).

Y para la respectiva interpretación de los resultados obtenidos de los porcentajes de MOS se utilizo la siguiente tabla 3 elaborada por Rodríguez, 2002.

Tabla Nº 3: Interpretación de los resultados de MOS.

MOS (%)	Clasificación Agronómica
< 0.60	Muy bajo
0.60 - 1.80	Bajo
1.81 - 3.50	Medio
3.51 - 6.0	Alto
> 6.0	Muy alto

Elaborado: Rodríguez, 2002.

4.2.3 Etapa de trabajo de oficina.

- Análisis de impactos antropogénicos

Esta fase se logro cumplir con la ayuda de las fotografías, observaciones directas y datos anotados, los mismos que nos sirvieron para poder identificar los impactos antropogénicos causados a la cobertura vegetal en la subcuenca ZH, y para proceder a analizarlos se realizo una matriz de Leopold, la cual es la más utilizada debido a su fácil comprensión.

Esta matriz nos ayudara a identificar cuales son los impactos positivos y negativos, al igual que los factores ambientales mayormente afectados y las actividades principales que causan mayor afectación dentro del área de estudio, para lo cual nos basamos en los siguientes criterios según Garmendia *et al.*, 2005.



➤ **Según el efecto valorado en:**

Positivo, es aquel que es admitido como tal por la comunidad técnica, científica y por la población en general como algo beneficioso.

Negativo, es aquel que se traduce en la pérdida de un valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de las acciones provocadas al ambiente.

➤ **Según el grado de afectación en:**

Alto, es aquel valor dado a la actividad que luego de afecta al ambiente causa un grave impacto ambiental y no puede ser remediada.

Medio, es aquel valor dado a la actividad, que afecta solo cuando se la realiza a la misma, la cual puede ser remediada.

Bajo, es aquel valor dado a las actividades que afectan temporalmente y no causan un mayor daño.

El diseño y elementos de la matriz desarrollada se la pueden visualizar en el *Anexo 4*.

- **Análisis de relaciones y correlaciones de MOS.**

En esta fase se trabajo con las siguientes variables: altura, formaciones de vegetación, MOS (*Anexo 5*) existentes en el área de estudio, seguidamente se procedió a realizar los análisis estadísticos en el Software XLSTAT (versión libre 2008) y el Software SPSS® 13.0, el mismo que sirve para generar informes tabulares, gráficos y diagramas de distribuciones y tendencias, estadísticos descriptivos y análisis estadísticos complejos.

Para determinar la existencia de correlaciones entre las diferentes variables se procedió a emplear el análisis de correlación según Pearson.



- **Elaboración de mapas.**

Con los datos obtenidos en el campo y respectivamente analizados se procedió a la elaboración de los mapas, para lo cual se utilizó los siguientes programas Arc View Gis 3.2^a (Mapas bases), y Erdas Imagine 8.4. (Mapa de cobertura vegetal).

Mapa de uso de suelos y cobertura vegetal.

• **Proceso de clasificación.**

Para que una imagen de satélite pueda ser clasificada, es necesario que exista una experiencia previa que permita relacionar las categorías previstas con la información espectral reflejada en la imagen satelital.

La clasificación digital de imágenes de satélites multiespectrales, se basa en la identificación y agrupamiento de valores numéricos almacenados en los píxeles, en donde se trata de obtener el rango de valores digitales que identifica a cada categoría y que se encuentra almacenado en cada píxel de la imagen para cada una de las bandas espectrales que intervienen en la clasificación (Rohrmann & valiente, 2004).

La clasificación se puede lograr seleccionando muestras de píxeles de la imagen que coincidan con cada una de las categorías establecidas previamente en campo o identificadas de manera precisa en la imagen.

• **Imágenes satelitales utilizadas.**

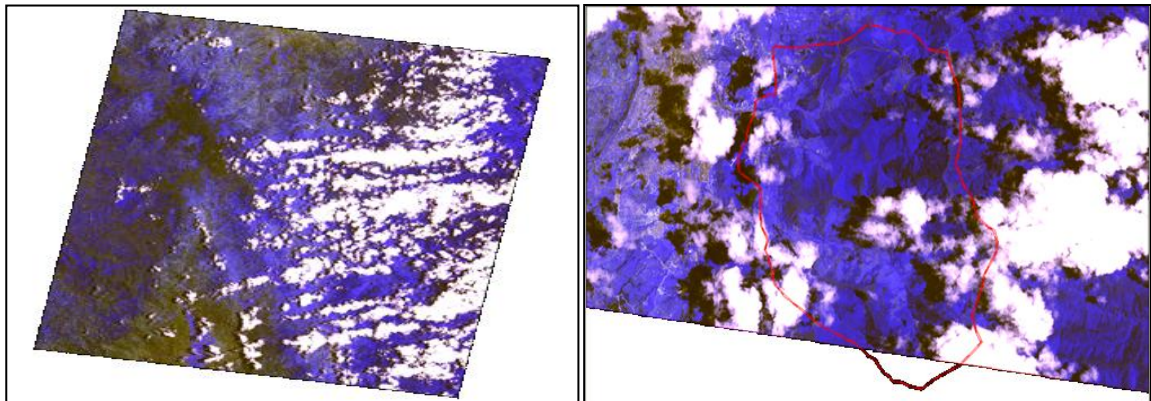
La generación del mapa de cobertura vegetal de la subcuenca ZH, implicó la utilización de dos imágenes satelitales Aster con fecha Julio del 2007 y una de Octubre del 2008 (Figuras 5,6 y 7).

La presencia permanente de nubes en muchos sectores de la cuenca, obliga a la utilización de un número importante de imágenes con la finalidad de obtener la mayor cobertura posible sin nubes. Metodológicamente, es necesaria la interpretación de imágenes de diferentes fechas y su posterior compilación espacial.



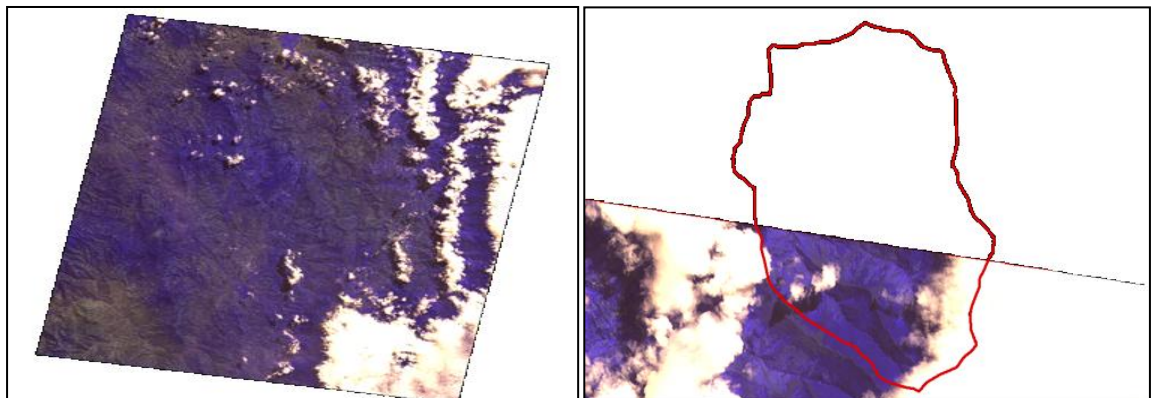
Para la clasificación de estas imágenes fue necesaria principalmente la utilización del programa informático Erdas Imagine 8.4, diseñado para la aplicación de técnicas digitales de teledetección.

Figura N° 5: Escenas Aster, Julio 2007.



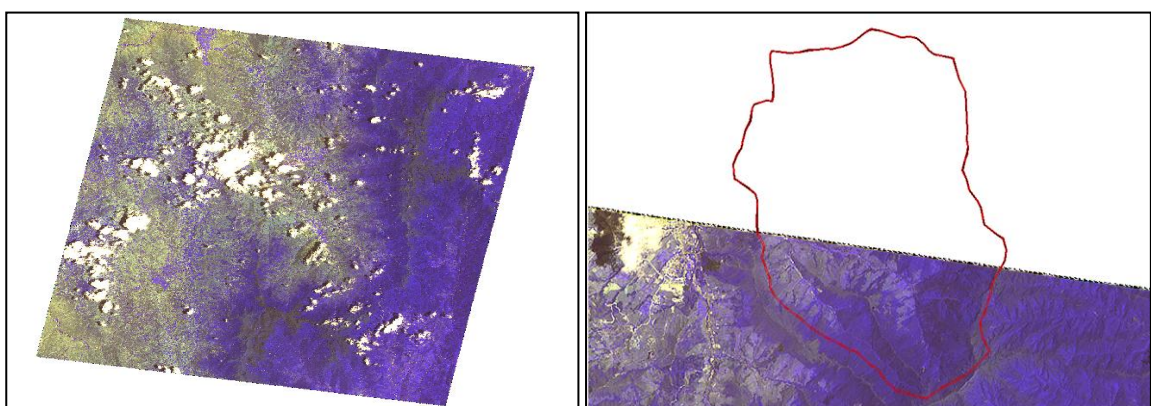
Elaborado: Maza C.

Figura N° 6: Escenas Aster, Julio 2007.



Elaborado: Maza C.

Figura N° 7: Escenas Aster, Octubre 2008.

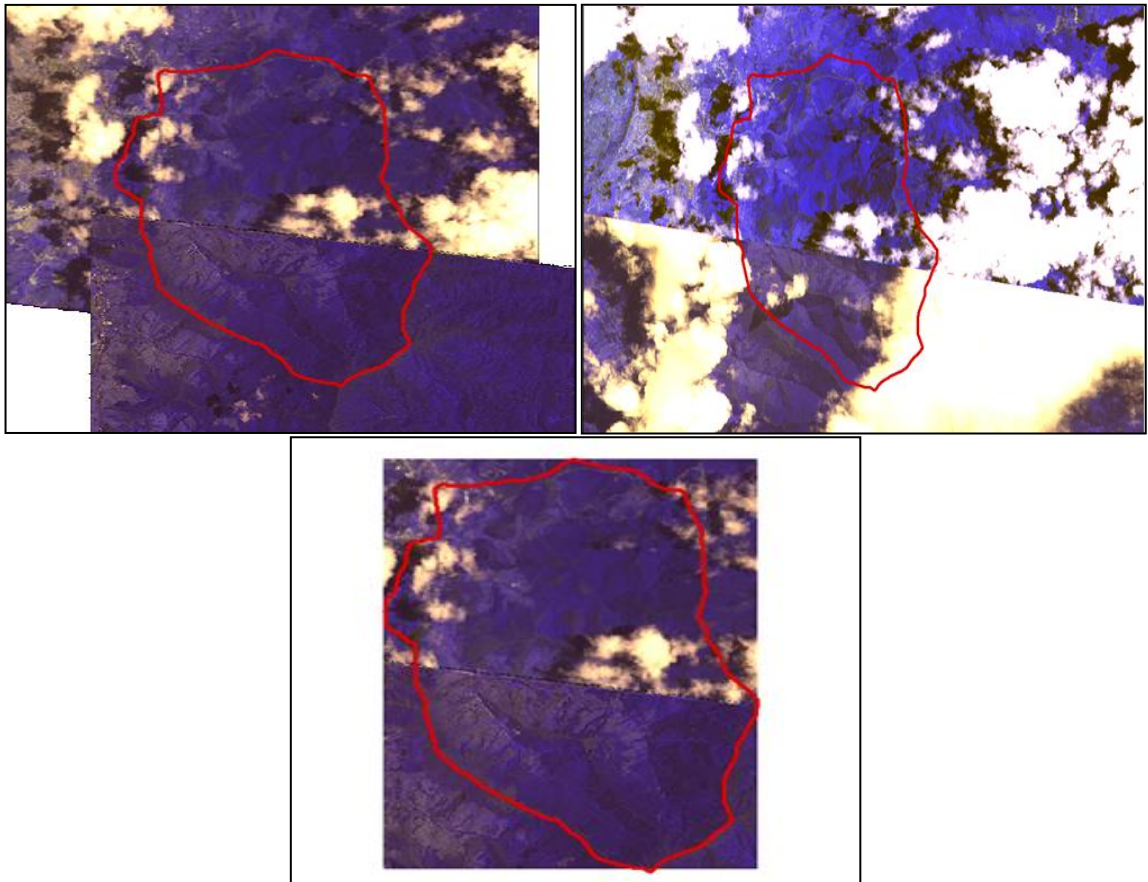


Elaborado: Maza C.



En la imagen 5 se tuvo gran parte del zona de estudio principalmente en la parte norte, al igual que en la imagen 6 y 7 pero de la parte sur de la ciudad de Loja; por lo cual con estas tres imágenes satelitales se realizo un mosaico para obtener el área completa delimitada (Figura 8), también con el mosaico se logro disminuir la presencia de nubes en el lugar de estudio, para de esta manera proceder a subir los puntos muestreados.

Figura Nº 8: Mosaico de imágenes satelitales.



Elaborado: Maza C.

- **Categorías clasificadas.**

Las categorías utilizadas en el mapa de cobertura vegetal son las siguientes: pastizales, bosque montano, páramo arbustivo, plantaciones de árbol/pino y sucesión de vegetación.

Los datos auxiliares de campo, contribuyen a lograr una mejor clasificación, aspecto fundamental para la obtención de un buen mapa de uso de suelo y cobertura vegetal.



A continuación se describe detalladamente la metodología seguida para la elaboración del mapa de uso de suelo y cobertura vegetal:

Imágenes satelitales:

El mapa se desarrolló a partir de tres imágenes satelitales Aster de la zona de estudio, tanto de Loja norte como de Loja sur: dos con fecha de Julio del 2007 y una de Octubre del 2008.

Descripción:

Se presenta la cobertura vegetal y uso del suelo a escala 1:40000.

Los tipos de formaciones vegetales más representativos observados en el campo son:

- Pastizales, Bosque Montano, Páramo Arbustivo, Plantaciones de Árbol/Pino, Sucesión de Vegetación.

La fase de preprocesamiento se realizó en el programa Erdas 8.4, el mismo que consistió de varios pasos:

- Inicialmente se realizó la importación de las imágenes del Datum WGS 84 al Datum Psad 56, ya que es el Datum de la información base recolectada.
- Posteriormente se realizó un análisis visual preliminar, el mismo que permitió seleccionar las partes del área de interés de las imágenes y con el programa Erdas 8.4 se manipuló para poder presentar el área de estudio con un menor porcentaje de nubes. Las imágenes seleccionadas cubrían la porción norte y sur de la subcuenca ZH respectivamente sin cubrirla en su totalidad.
- Con el fin de obtener una imagen total de la subcuenca se procedió a realizar el mosaico de las tres imágenes seleccionadas empleando para el efecto el módulo Mosaic Images de Erdas Imagine 8.4, calculando el balance espectral de las imágenes con las estadísticas de las imágenes completas.



- Para el análisis de las formaciones vegetales se uso la combinación de las bandas 5-4-3 y la 4-5-3, con el fin de mostrar las partes mas claras de la zona de estudio.
- Seguidamente se realizó la clasificación supervisada que se basa en identificar zonas donde se conoce con certeza el tipo de formación vegetal existente dentro del mosaico empleado, para ello se subieron los puntos del GPS tomados en la zona de con su respectivo tipo de cobertura vegetal más representativos observados en el terreno. Esto sirve para que el programa busque los valores espectrales similares a los puntos subidos.
- Una vez seleccionadas todas las muestras de las unidades que se desea clasificar, el software basado en un algoritmo matemático (Regla de Decisión) clasificó los píxeles de la imagen en las diferentes clases definidas.
- Los ajustes finales se realizaron mediante interpretación visual (digitalización en pantalla de las unidades).
- Una vez realizada la clasificación se procedió al suavizado de la misma aplicando un filtro para homogenizar las clases resultantes.
- Se vectorizó para facilitar la edición y la cuantificación de las superficies de cada unidad de vegetación tomando en cuenta la unidad mínima a ser representada en el mapa para una escala 1:40000.
- Posteriormente se procedió a cortar las imágenes vectorizadas tomando en cuenta el límite del área de estudio y la elaboración final de los mapas se lo realizó empleando ArcView 3.2^a.



V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Tipos de formaciones vegetales encontrados en el área de estudio.

Entre las diferentes formaciones vegetales que se encontró dentro de la subcuenca ZH, en función a la altitud (Tabla 4) fueron las siguientes: pastos, bosque montano, páramo arbustivo, plantaciones de árboles y sucesión de vegetación.

Con la ayuda del mapa de uso de suelo y cobertura vegetal realizado mediante las imágenes satelitales se logro establecer el tipo de formación vegetal en los puntos que no se muestreo.

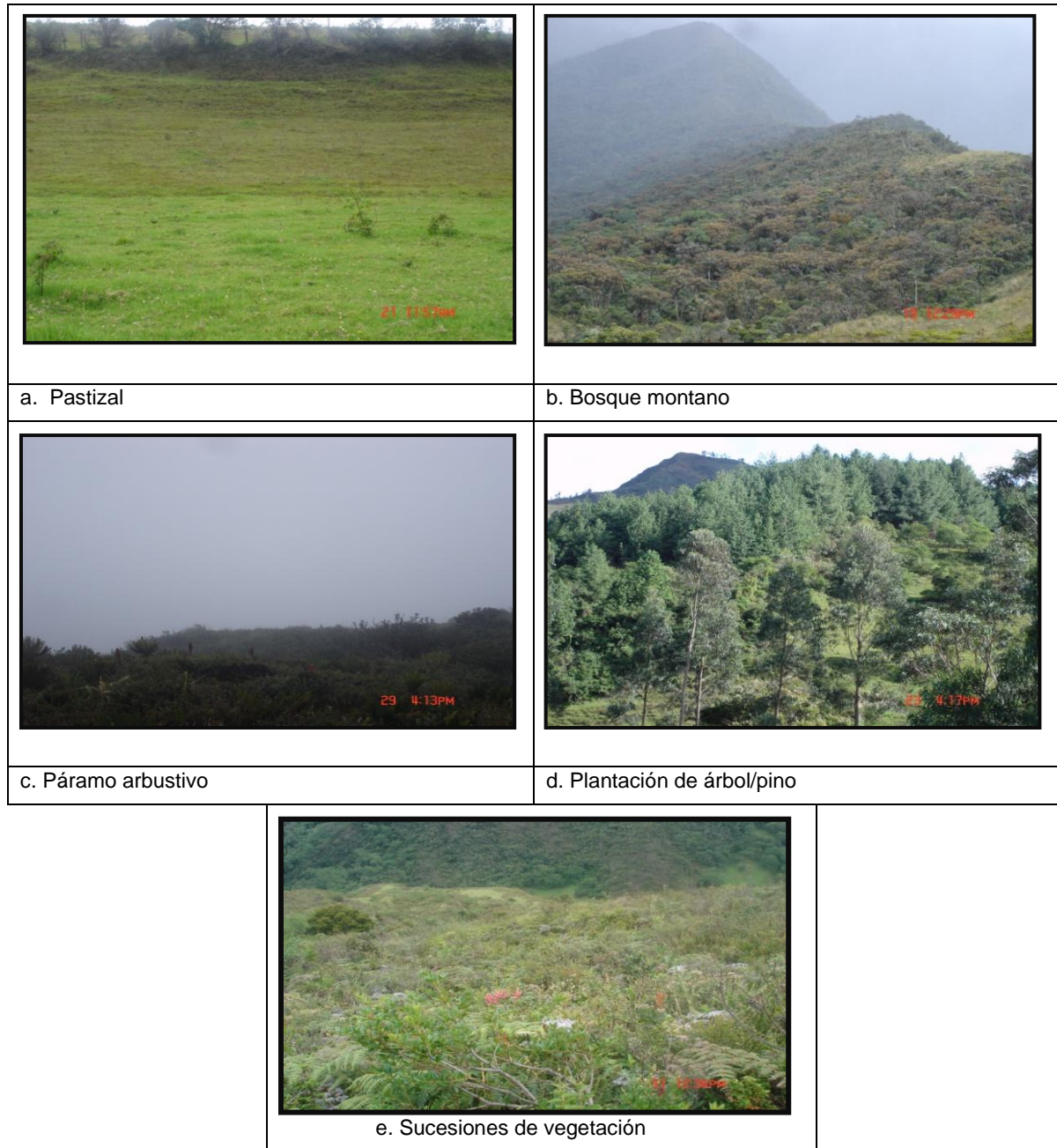
Tabla Nº.4: Tipos de formaciones vegetales

Formaciones Vegetales	Código/ Microcuenca	Altitud (m)	Formaciones Vegetales	Código/ Microcuenca	Altitud (m)
Bosque montano	CAR 28	2726	Pastizal	MIN 01	2250
Bosque montano	SIM 32	2630	Pastizal	MIN 02	2530
Bosque montano	CAR 34	2459	Pastizal	MIN 04	2613
Páramo arbustivo	MEN 05	2997	Pastizal	MIN 07	2258
Páramo arbustivo	MEN 14	2881	Pastizal	MIN 08	2198
Páramo arbustivo	MEN 15	2911	Pastizal	MEN 11	2167
Páramo arbustivo	CAR 25	3088	Pastizal	ZH 19	2188
Páramo arbustivo	CAR 26	2379	Pastizal	ZH 20	2266
Páramo arbustivo	CAR 35	3360	Pastizal	CAR 21	2207
Páramo arbustivo	CAR 36	3074	Pastizal	CAR 22	2258
Páramo arbustivo	CAR 37	2880	Pastizal	CAR 23	2333
Páramo arbustivo	CAR 38	3360	Pastizal	CAR 27	2379
Plantación Árbol/Pino	MIN 09	2241	Pastizal	CAR 33	2545
Plantación Árbol/Pino	ZH 10	2200	Bosque montano	MIN 03	2566
Plantación Árbol/Pino	ZH 18	2504	Bosque montano	MIN 06	2381
Sucesión de vegetación	MEN 17	2424	Bosque montano	MEN 12	2170
Sucesión de vegetación	SIM 29	2589	Bosque montano	MEN 13	2264
Sucesión de vegetación	SIM 30	2341	Bosque montano	MEN 16	2320
Sucesión de vegetación	SIM 31	2496	Bosque montano	CAR 24	2555

Elaborado: Maza C.



Figura Nº 9: Formaciones vegetales encontrados en la Subcuenca ZH.



Elaborado: Maza C.

a: Pastizales, Se considera a este tipo de asociación vegetal a aquellas tierras en que la cubierta vegetal ha sido eliminada por colonización para dedicarlos a pasto para la ganadería. Los pastos como predominantes, comprenden rangos de ocupación espacial



entre el 40 al 90%; mientras que el bosque intervenido del 10 al 30%; y los cultivos del 10 al 40% (Hofstede, 1997).

Este tipo de formación vegetal se encuentra presente en las cuatro microcuencas (Minas, Mendieta, El Carmen y San Simón), desde los 2167m. hasta los 2613m. de altitud, también se pudo identificar que la especie plantada que mas predomina es el pasto Kikuyo.

b: Bosques Montano, éste tipo de formación vegetal va desde los 2170m. hasta los 2726m. de altitud, y son de mucha importancia ya que conforman parte del PNP., al igual que los pastizales se lo encuentra en casi todas las microcuencas en estado natural aunque en unas zonas se la encuentra en menor cantidad debido a los incendios que se han provocado y también por la deforestación el mismo que es uno de los impactos que mas afecta a las microcuencas.

c: Páramo Arbustivo, este tipo de formación vegetal se lo encuentra en las partes altas de las montañas y forma parte del PNP, es decir en la ceja de montaña, toda esta vegetación va desde los 2880m. hasta los 3360m. de altitud, por lo general en estas zonas se encuentran pendientes muy escarpadas.

d: Plantaciones de Arboles / Pino, estos se encuentran desde los 2200m. hasta los 2504m. de altitud, este tipo de formación vegetal fue introducido con el único fin de proteger los suelos, sin darse cuenta de la problemática que tiene con el resto de cobertura vegetal.

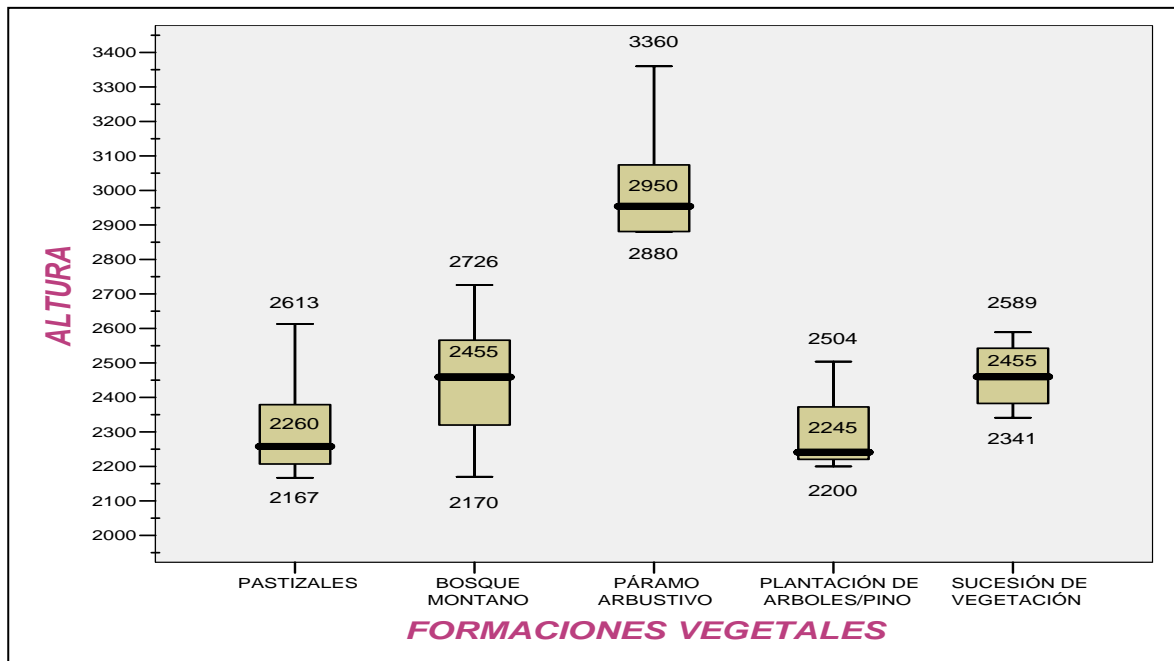
Un estudio del impacto ecológico de las plantaciones de pino demostró que en sitios más húmedos, en los valles del norte, la siembra de pinos resultó en la reducción de la materia orgánica y humedad del suelo, pero en sitios más secos, en los valles de los Andes centrales del Ecuador, donde los pinos fueron plantados en suelos erosionados, las plantaciones protegen a estos sitios de una mayor degradación (Hofstede, 1997).

e: Sucesiones de Vegetación, este tipo de formación vegetal crece después un proceso de deforestación o incendios dentro que se han dado dentro del área y se encuentran desde los 2341m. hasta los 2589m. de altitud.



A continuación se muestra un gráfico (Figura 10) más explicativo de los tipos de formaciones vegetales en relación con la altitud dentro del área de estudio.

Figura Nº 10: Relación entre altitud y formaciones vegetales.



Elaborado: Maza C.

Según El Comercio, 2000a., a la costa le queda solamente el 6% de bosques nativos, mientras que en la Amazonía (que cuenta con el 70% de bosques) se ha deforestado el 30%. En la Sierra del Ecuador quedan sólo remanentes de bosques nativos y páramo; éste último representa alrededor del 5% de la superficie total del país.

Se calcula que en el Ecuador existen unas 143000ha., de plantaciones forestales. En la Sierra 120000ha., son plantaciones de pino y eucalipto (El Comercio, 2000b).

En Ecuador las plantaciones se han realizado preferentemente en paramos. Los paramos absorben más carbono que una plantación, pues tienen la capacidad de almacenar carbono en los suelos, algas, hongos y otros microorganismos. En el caso de PROFAFOR se considera que en el mejor de los casos una plantación de árboles podría absorber 80Tm C/ha, mientras que por la destrucción del páramo se liberaría más de 1000Tm C/ha (Vidal, 1999).



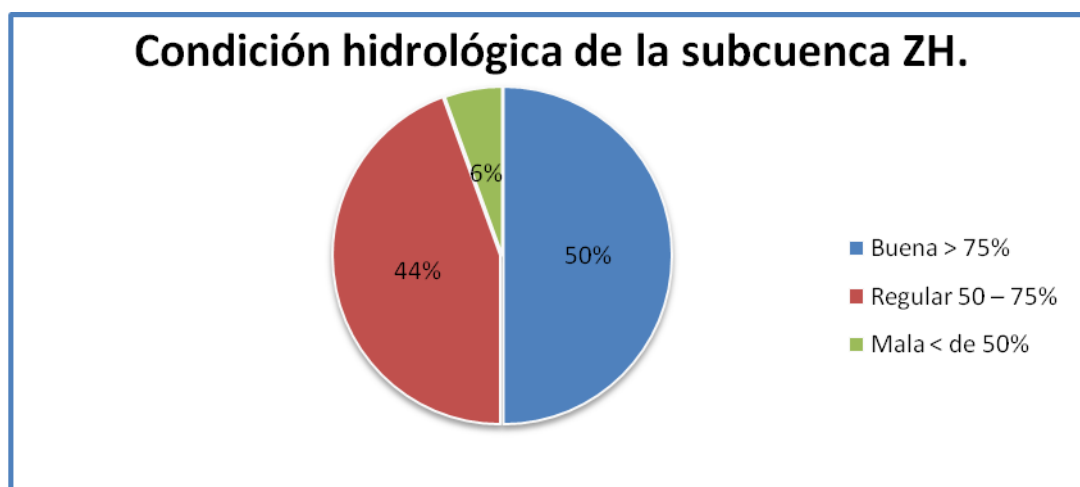
En el presente estudio se ha notado que las plantaciones de arboles principalmente de *Pinus*, afectan al ecosistema el mismo que es vital para la vida de las comunidades y los usuarios del agua, tal como lo menciona Hofstede, 1997. que las plantaciones de arboles afectan al ecosistema, y además menciona que los páramos poseen la función de almacenamiento y distribución de agua, siendo la fuente de abastecimiento de agua dulce más importante del país.

Si bien en plantaciones maduras se dan escasos ejemplos de regeneración natural, en la mayoría de los casos no hay ningún desarrollo de sotobosque. Las hojas de pino no se descomponen por la baja temperatura, los organismos no los aceptan como alimento, al no poder digerir sus hojas y quedan en el bosque como una capa densa. Los suelos bajo las plantaciones de pino se vuelven más ácidos, de textura más gruesa y menor contenido de humedad, materia orgánica y fósforo (Hofstede, 1997).

Las plantaciones forestales con especies exóticas son una amenaza real a la biodiversidad, al afectar páramos y bosques nativos. Atentan también contra la soberanía alimentaria del Ecuador afectando zonas comunitarias que proveen a las comunidades de agua, alimentos y plantas.

5.2 CONDICIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL.

Figura N ° 11: Condición hidrológica en la subcuenca ZH.



Elaborado: Maza C.

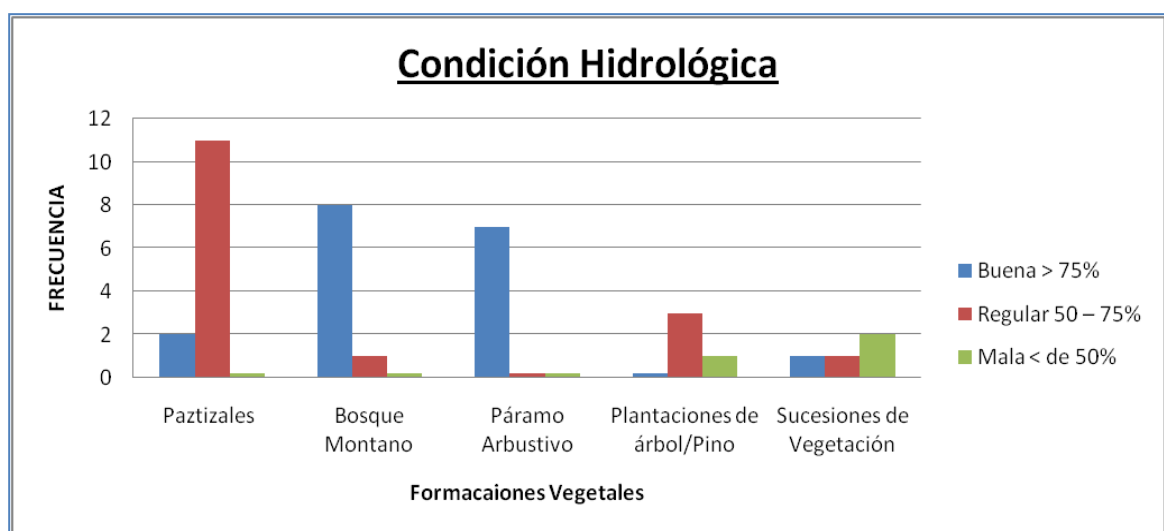


En lo que se refiere a la condición hidrológica general de la subcuenca ZH (figura 11) se tiene un 50% como buena, lo cual se registro en las formaciones de vegetación Bosque montano y Páramo arbustivo en las partes más altas existiendo escasa pérdida de agua por escurrimiento con ausencia de erosión

En cambio para una condición hidrológica regular se tiene un 44% representado en las de pastizales y plantaciones de árbol/pino, esto por lo general está localizado en las partes medias de las microcuencas lo cual se produce por las acciones antropicas del hombre, en esta parte se presenta una erosión ligera por el deterioro de la capa vegetal y baja producción e infiltración de agua.

Y con respecto a una condición hidrológica mala se tiene un 6% en la formación vegetal de sucesión de vegetación, localizado en las partes bajas de las microcuencas produciendo gran perdida de agua por escurrimiento; todo esto se da por la colonización lo cual implica una gran intervención para la formación vegetal de esta zona, esto se puede corroborar con la figura 12.

Figura N ° 12: Condición hidrológica de las formaciones vegetales



Elaborado: Maza C.

Para una mejor comprensión de la Condición hidrológica de las formaciones vegetales dentro del área de estudio ver el Mapa 1 en el Anexo 6.



5.3 IMPACTOS ANTROPOGÉNICOS CAUSADOS EN LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA SZH SEGÚN LA MATRIZ DE LEOPOLD.

De la valoración de los impactos antropogénicos positivos y negativos de la matriz de Leopold aplicada al área de estudio se obtuvo los siguientes resultados: 19 positivos (P) y 122 Negativos (N) (*Anexo 4*) según el efecto.

Y en lo que se refiere al grado de afectación se obtuvo los siguientes resultados: 96 Altos (A), 23 Medios (M) y 22 Bajos (B) (*Anexo 4.1*). El valor alto se debe a que existe una gran cantidad de actividades que afectan a los factores del.

El valor alto tanto para acciones como factores se debe a que en el área de estudio existe una gran cantidad de impactos, los mismos que afectan el área de estudio, afectando principalmente al recurso hídrico del cual se provee con más del 55% la ciudad de Loja.

Entre las acciones más importantes está la introducción de flora y fauna (propia del lugar) como positiva y las que mayor afectación causan a la cobertura vegetal se tiene la modificación del hábitat, incendios y explotación forestal como negativo; de acuerdo al grado de afectación alto esta la alteración de la cubierta vegetal.

En cambio el factor, empleo es el más importante como positivo el mismo que se genera por la mayoría de las acciones que son ejercidas por el ser humano. Y los factores más afectados son el uso del territorio, agua (calidad y cantidad) y flora (formaciones vegetales) como negativo, lo cual nos muestra que a estos hay que tomarlos más en cuenta para tratarlos.

5.3.1 Análisis de la valoración de criterios sobre los impactos antropogénicos a la subcuenca ZH.

En la figura 13 y 14 se detalla un resumen acerca de la matriz de Leopold en la cual se realiza un análisis de la valoración tanto positivos como negativo y de la misma forma para el grado de afectación el cual puede ser alto, medio y bajo, tanto como para los factores y las actividades que se dan dentro del área de estudio.



5.3.1.1 Factores ambientales más relevantes según el efecto (P/N) y el grado de afectación más altos (A).

El análisis de los factores ambientales más importantes de acuerdo a la matriz de Leopold (Anexo 4) se observa en la siguiente tabla.

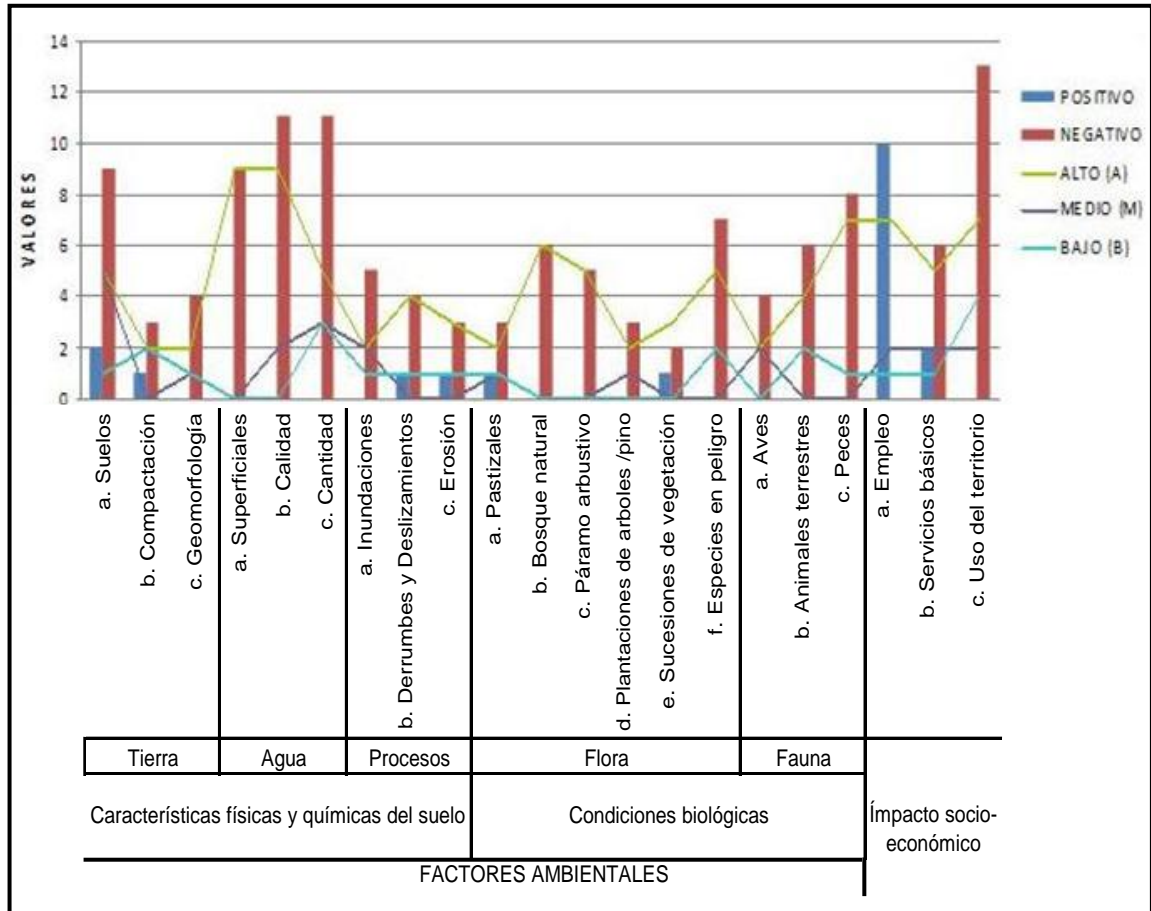
Tabla Nº 5: Factores ambientales más relevantes según el efecto (P/N) y el grado de afectación (A).

P/N/A	FACTORES	ANÁLISIS
N/A	AGUA (Superficiales, Calidad y Cantidad)	Este factor es uno de los mas importantes dentro de la subcuenca ZH, el cual según la valoración en la matriz a resultado como el mayormente afectado por la alteración de la cubierta vegetal, la extracción de material (Arena, Piedra etc.) y la explotación forestal, estas actividades han generado un mayor impacto principalmente en lo que se refiere a la calidad y cantidad de agua.
A	FLORA (Bosque naturales)	Para el factor flora según el grado de afectación resulta como uno de los más altos, por introducción de flora y los incendios.
A	FAUNA (Peces)	Este factor presenta un alto grado de afectación en lo que se refiere principalmente a los peces, por efecto de la situación y tratamiento de residuos (vertedero, Ubica. de residuos/desperdicios mineros y Vertido de residuos urbanos).
N/A	IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO (Uso del territorio)	En lo que se refiere al factor Impacto Socio-Económico, específicamente en el Uso del territorio también resulta como uno de los mayormente afectados por las actividades como la alteración de la cubierta vegetal, los incendios y la explotación forestal; las mismas que han generado un mayor impacto ambiental en las modificaciones de los suelos.
P/A	IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO (Empleo)	Y como factor ambiental mas relevante de valoración positiva se destaca principalmente el empleo el mismo que es generado por la mayoría de las actividades desarrolladas dentro del área de estudio.

Elaborado: Maza C.



Figura N° 13: Valoración de factores ambientales de acuerdo a los criterios de valoración con mayor afectación en la subcuenca ZH.



Elaborado: Maza C.

5.3.1.2 Actividades más relevantes según el efecto (P/N) y el grado de afectación más altos (A).

El análisis de las actividades con mayor importancia de acuerdo a la matriz de Leopold se observa en la siguiente tabla.

Tabla N° 6: Actividades según el efecto (P/N) y el grado de afectación (A).

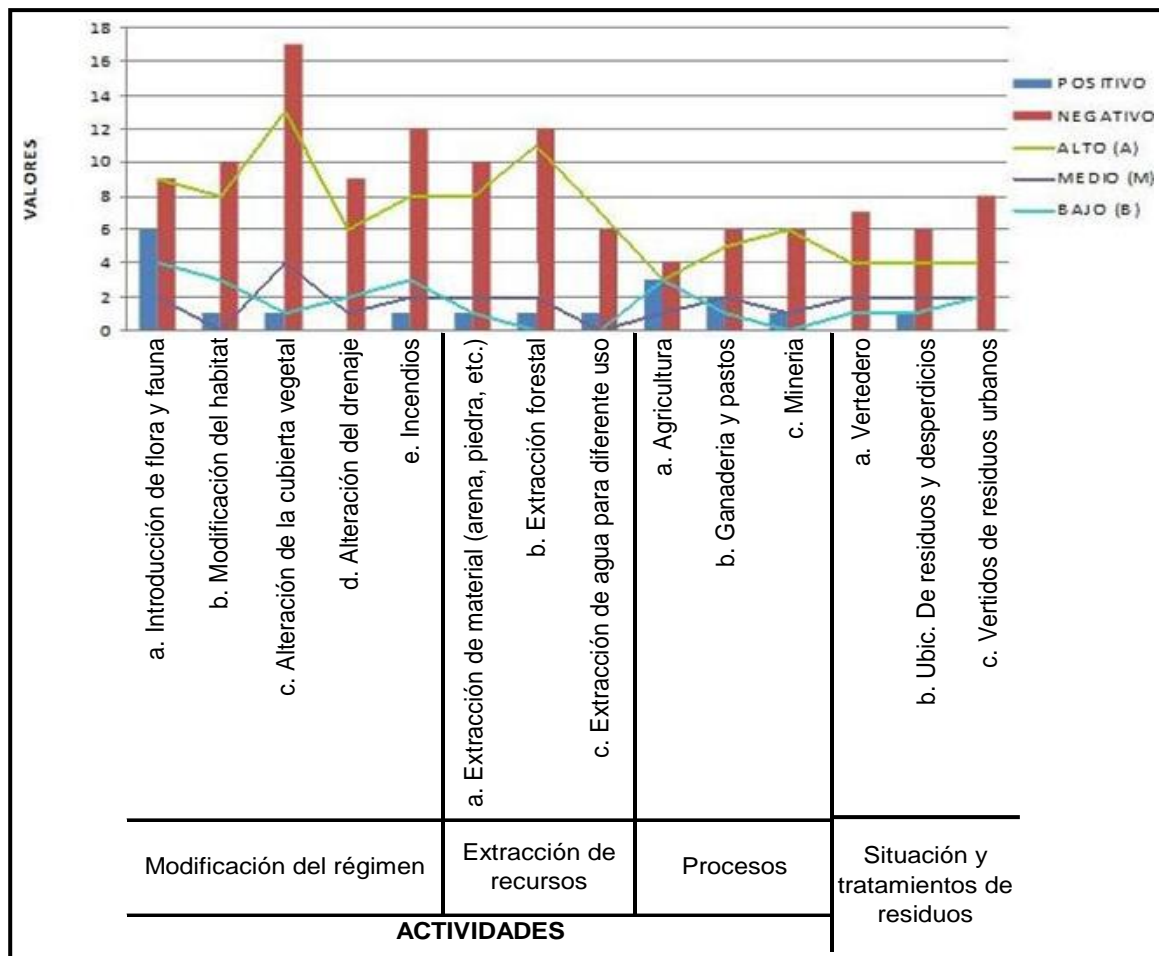
P/N/A	ACTIVIDADES	ANÁLISIS
N/A	Alteración de la cubierta vegetal	Esta actividad está afectando casi a la mayoría de los factores tanto de las características físicas y químicas como los de las condiciones biológicas de la zona, en mayor porcentaje de afectación esta el factor de flora con todos los tipos de cobertura encontrados.



N/A	Incendios	En lo que se refiere a la actividad de incendios los mismos que son producidos tanto naturalmente como por acción del hombre, están en mayor afectación en el factor flora al igual que en la alteración de la cubierta vegetal en todos los tipos de cobertura vegetal encontrados.
N/A	Explotación forestal	Esta actividad se encuentra mayormente afectando al factor flora en lo que se refiere principalmente a los bosques naturales, los mismos que mantienen arboles madereros de suma importancia.
P/A	Introducción de flora y fauna	Esta es una actividad que representa una mayor afectación pero en valoración positiva al factor flora ya que por medio de la introducción de flora se puede evitar la erosión y regenerar la vegetación, lo cual genera una mayor estabilidad para la subcuenca y para el recurso hídrico.
N/A	Modificación del hábitat y Ext. , de material (Arena, Piedra etc.)	Estas actividades también causan un alto grado de afectación pero en menor proporción que los anteriores, afectando principalmente al factor flora, agua y uso del territorio; y en un alto grado de afectación positivamente al factor empleo.

Elaborado: Maza C.

Figura N° 14: Valoración de actividades con mayor afectación en la subcuenca ZH.



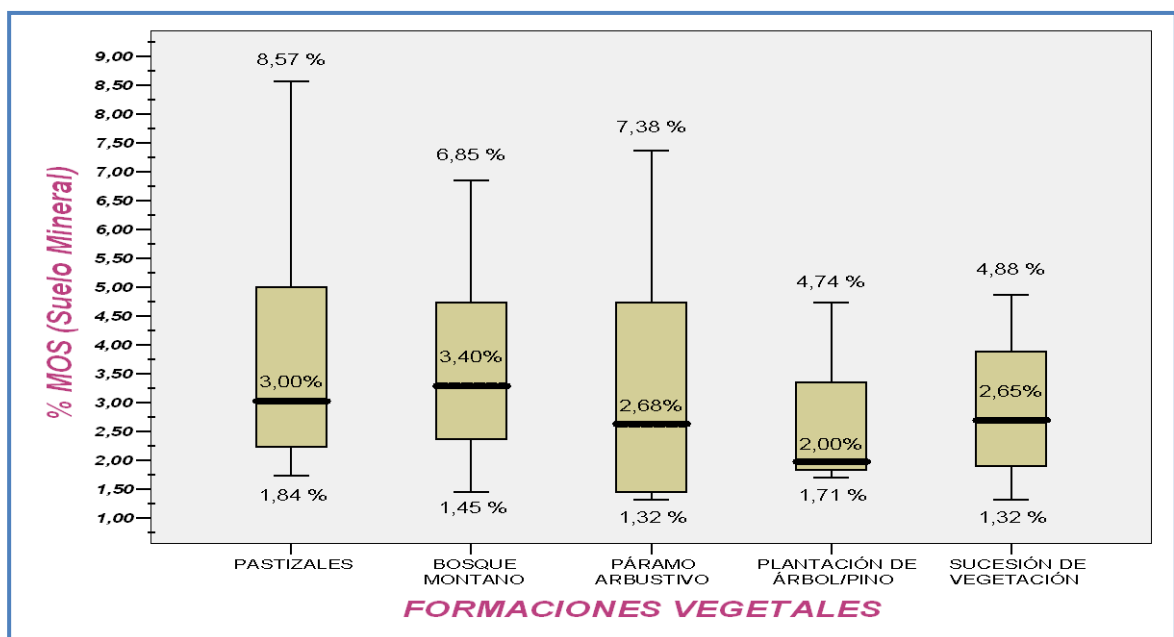
Elaborado: Maza C.



5.4 ANALISIS DE RELACIÓN ENTRE LAS FORMACIONES VEGETALES Y LA MOS.

En la Figura 15 se muestra la relación entre las agrupaciones de formaciones vegetales que mas predominantes en el área de estudio, de acuerdo a la disponibilidad de porcentaje de materia orgánica de suelo mineral.

Figura N° 15: Relación de MOS y Formaciones Vegetales.



Elaborado: Maza C.

Todas las consideraciones para interpretar el porcentaje de MOS en cada tipo de formación vegetal se lo realizo de acuerdo a la tabla elaborada por Rodríguez, 2002

Los porcentajes de MOS obtenidos del área de estudio presenta una gran variabilidad con porcentajes que van desde 1,32% considerados como bajo hasta porcentajes de 8,57%, considerado como muy alto (Figura 15). Esto se debe a que la mayoría de las muestras tomadas presentan un amplio rango de altitudes que van desde los 2167m. como mínimo y hasta los 3360m. como máximo, lo cual se representa en cada uno de las diferentes formaciones vegetales.

Los porcentajes promedios de MOS para los pastizales y bosque montano se encuentran de un 3,00% hasta un 3,40%; lo cual quiere decir que se encuentran en un nivel medio;



en cambio en el páramo arbustivo, plantaciones de árbol / pino y sucesión de vegetación se encuentran valores desde un 2,00% hasta un 2,68% considerado también como medio.

Los porcentajes máximos de MOS se hallan principalmente en los Pastizales con un 8,57%, seguido por los páramos arbustivos con un porcentaje de 7,38% y los bosque montano con 6,85% considerados como muy altos; y en cambio los porcentajes mínimos se dan en un porcentaje de 1,32% como bajos tanto para páramo arbustivo, como para las sucesiones de vegetación.

Según Ewel & Madriz, 1968., demostraron que las condiciones de precipitación, temperatura y evapotranspiración en las que está basada la clasificación de las zonas de vida de Holdridge tienen influencia sobre el contenido de materia orgánica, en la que se describe que el bosque tropical húmedo posee mayor porcentaje de materia orgánica que los suelos que se encuentran a menor altura.

De acuerdo a la figura 15 el contenido de MOS para los Pasto, Bosque montano y Páramo arbustivo presentan mayor diferencia entre los contenidos existentes de los demás tipos de formaciones vegetales, dando como resultado un contenido alto. El contenido de materia orgánica superficial es mayor de 1,5% en todos los suelos, nivel que se considera alto desde el punto de vista nutritivo (Berroteran, 1994).

Dentro de este estudio una de las razones por la que existe mayor cantidad de materia orgánica en los pastizales (Figura 15) se puede atribuir a que en casi todas las cuadrículas muestreadas se encontró la presencia de ganado o de que existieron pero en poca magnitud, estos animales al depositar el estiércol en estas zonas se incrementan los porcentajes de materia orgánica, al igual sucede cuando existen quemadas en el sitio.

Según lo mencionado por Ordóñez, 2004., la incorporación de estiércol, y las prácticas de labranza mínima ó de conservación, añaden enormes beneficios a la estructura de los suelos, en el Anexo 7 se muestran los porcentajes de nutrientes que aporta el estiércol. Los suelos más oscuros indican mayor contenido de materia orgánica; esto a su vez, significa mayor porosidad en el suelo.



Macas & Cuenca, 1985., mencionan en su estudio que en los suelos de la Subcuenca Zamora varia el contenido de materia orgánica en los tres horizontes, así: muy alto para el primer, medio en el segundo y muy bajo en el tercer horizonte, es decir, disminuye con la profundidad, así como también la humedad y además que los horizontes superficiales tienen mayor porosidad.

El nivel de M.O. en los suelos es proporcional al contenido de nitrógeno (N), es decir cuando la materia orgánica es muy alta, al igual nitrógeno estos permiten que los suelos almacenen gran cantidad de agua y mantengan una humedad efectiva del suelo, lo que favorece la acumulación de materia orgánica y nitrógeno de los suelos (Buckman & Brady 1970 citado en Lozano, 2009).

El contenido de materia orgánica y nitrógeno esta influenciado por el clima, especialmente la temperatura y la lluvia, ejercen una influencia dominante en las cantidades de nitrógeno y de materia orgánica hallada en los suelos. Pasando de un clima más cálido a otro más frío, la materia orgánica y el nitrógeno de los suelos tiende a aumentar. La acumulación de materia orgánica y nitrógeno aumenta a medida que aumenta la humedad del suelo (Buckman & Brady 1970 citado en Lozano, 2009).

El contenido promedio de MOS de las diferentes formaciones vegetales no presenta una diferencia marcada como se puede visualizar en la tabla 7. Para lo cual se aplico la prueba de Kruskal – Wallis, la misma que es el método más adecuado para comparar poblaciones cuyas distribuciones no son normales. Incluso cuando las poblaciones son normales, este contraste funciona muy bien, por lo general se comparan varios grupos pero usando la mediana de cada uno de Ellos.



Tabla 7. Prueba de Kruskal – Wallis.

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Grupos
MOS | Pastizal	1.840	8.570	4.004	A
MOS | Bosque Montano	1.450	6.850	3.644	A
MOS | Páramo Arbustivo	1.320	7.380	3.360	A
MOS | Plantación Árbol/Pino	1.710	4.740	2.810	A
MOS | Sucesión de vegetación	1.320	4.880	2.900	A

p - valor (bilateral) 0.734
Nivel de significancia 0.05

HIPOTESIS
H0: Las muestras no son significativamente diferentes.
Ha: Las muestras no vienen de la misma población.

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

Variable	MOS | Pastizal	MOS | Bosque Montano	MOS | Páramo Arbustivo	MOS | Plantación Árbol/Pino	MOS | Sucesión de vegetación
MOS | Pastizal	No	No	No	No	No
MOS | Bosque Montano	No	No	No	No	No
MOS | Páramo Arbustivo	No	No	No	No	No
MOS | Plantación Árbol/Pino	No	No	No	No	No
MOS | Sucesión de vegetación	No	No	No	No	No

Elaborado: Maza C.

Interpretación: Como el “p-valor” 0.734 es mayor que el nivel de significancia 0.05, se acepta la hipótesis nula y se concluye que las muestras no son significativamente diferentes.

Según la prueba estadístico de Kruskal – Wallis (Tabla 7) se corrobora que el contenido de materia orgánica en el suelo no tiene diferencia significativa entre las diferentes formaciones vegetales encontradas en la zona de estudio; aunque se puede observar que en los pastizales el porcentaje de MOS es mayor (Figura 15).

También numerosos estudios coinciden que la MOS, es el principal indicador e indudablemente el que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad (Quiroga & Funaro, 2004).



ubicados a menor altitud los factores determinantes se relacionaron con la disminución gradual de la temperatura y el aumento de la precipitación (Jaimes & Elizalde, 1990).

Otro factor de suma importancia que afecta el contenido de materia orgánica es la topografía o relieve a través de su influencia sobre el clima, escurrimiento, evaporación y transpiración. Variaciones locales en topografía tales como lomas, laderas, depresiones, modifican el microclima de las plantas, según Aandahl, 1949 citado por Stevenson, 1982.

Suelos que aparecen en depresiones donde el clima es localmente húmedo, tienen mayor contenido de materia orgánica que aquellos que aparecen en lomas, donde el clima es localmente árido. Naturalmente suelos húmedos y pobremente drenados son usualmente altos en materia orgánica debido a las condiciones anaeróbicas las cuales prevalecen durante períodos húmedos del año, previendo la destrucción de la materia orgánica.

En si se concluye que a medida que aumenta la precipitación por lo general se da un aumento de los porcentajes de materia orgánica al igual que un aumento en el desarrollo de la cobertura vegetal en buen estado y, por tanto, aumenta sus aportes al suelo; mientras que con el aumento de la temperatura, hay una disminución del contenido de materia orgánica y al igual que se produce un aumento en la tasa de descomposición.

Para una mejor visualización de la distribución de la MOS dentro de la subcuenca ZH ver Mapa 2 en el *Anexo 8*.

5.5 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

El análisis de correlación (r de Pearson) nos permite conocer de forma individual las relaciones entre variables de mayor interés, los coeficientes de correlación se puede expresar de -1 o de $+1$ lo cual indica un coeficiente perfecto. Los valores mayores indican que la relación es más estrecha y un valor de 0 indica que no existe una relación lineal (Lind *et al.*, 2004). A continuación se muestra la matriz de correlación según Pearson (Tabla 8) con un número total de 36 datos tomados dentro del área de estudio, en la misma que tomaron las siguientes variables: altura, formaciones vegetales, MOS, pendiente.



Tabla Nº 8: Matriz de coeficiente de correlación de las variables consideradas en el estudio según Pearson.

VARIABLES	CORRELACIONES SEGUN PEARSON			
	Altura	Formaciones vegetales	M.O.S	Pendiente
Altura	1			
Formaciones vegetales	,290 (,091)	1		
M.O.S	-,156 (,369)	-,211 (,224)	1	
Pendiente	,019 (,915)	-,009 (,961)	,207 (,233)	1
(*) Correlación con Nivel de Significancia $P < 0.05$				
(**) Correlación con Nivel de Significancia $P < 0.01$				
N: 36; () Valor de Probabilidad				

Elaborado: Maza C.

Según la matriz (Tabla 8) no se obtuvo ningún tipo de correlación entre la cobertura vegetal y la materia orgánica, el cual era lo principal que se esperaba por parte de este estudio con los datos tomadas en la subcuenca ZH.

Según el análisis de la no existencia de correlaciones se debe a que los porcentajes de materia orgánica presenta una gran variabilidad, esta considerable variabilidad de los porcentajes de materia orgánica en los suelos puede ser atribuido por los diferentes factores como: clima, vegetación, material parental, relieve, tiempo; esto coincide según estudios de Stevenson, 1982; al igual que Senstius, 1958 (citado por Stevenson, 1982.) atribuyó los bajos niveles de materia orgánica en los suelos tropicales, los mismos que se deben a una menor actividad de la MOS por las altas temperaturas.

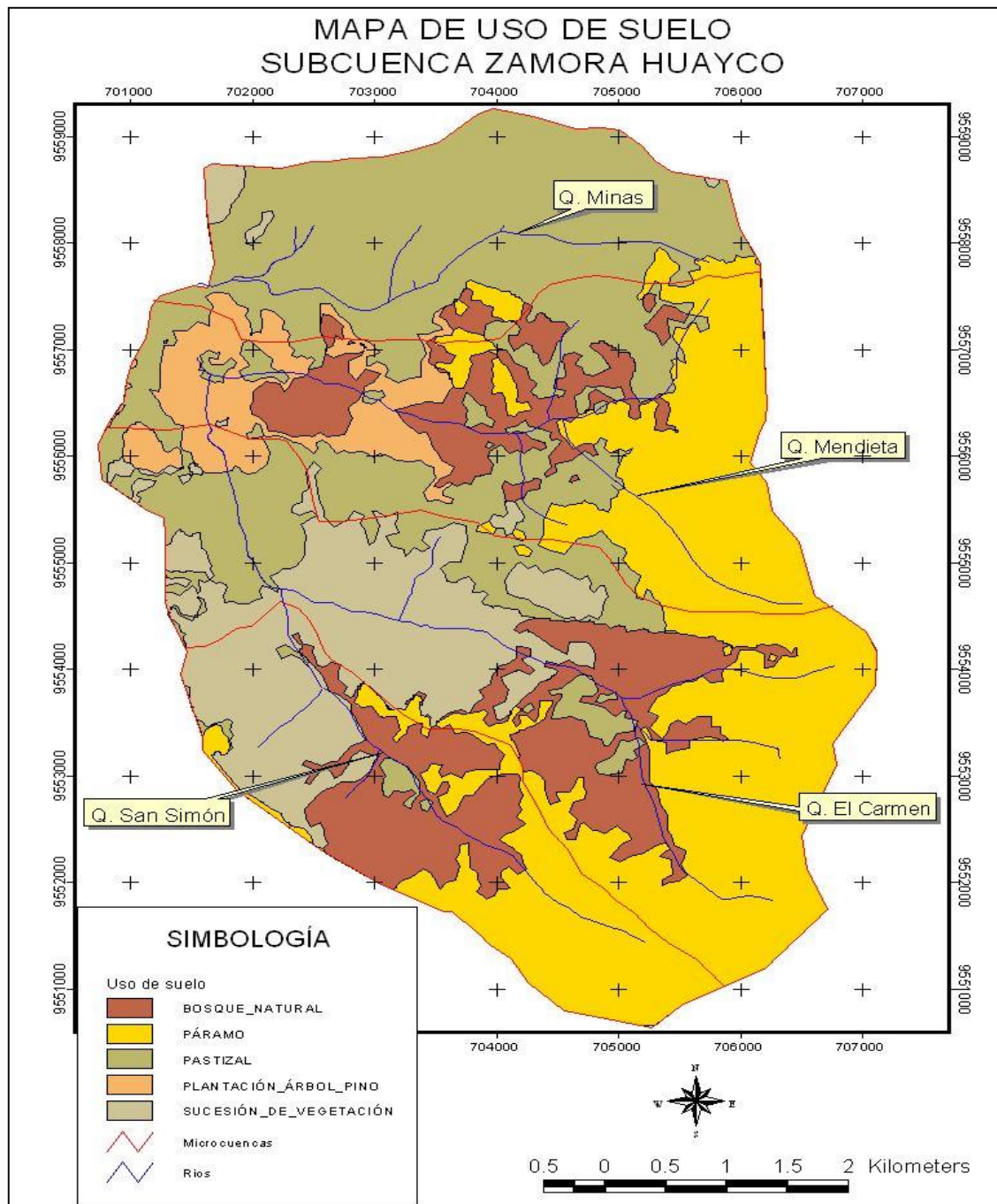
La materia orgánica se la puede atribuir como un nutriente muy importante, ya que puede actuar como un indicador de la calidad del suelo, por lo que incide directamente sobre propiedades edáficas, como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno como lo menciona (Gregorich *et al.*, 1984).

5.6 MAPA DE COBERTURA VEGETAL

Para la elaboración del mapa de cobertura vegetal de la subcuenca ZH nos basamos principalmente en los 5 tipos de formaciones vegetales determinados como son: pastizales, bosque montano, páramo arbustivo, plantaciones de árboles y sucesión de vegetación.



En el Mapa 3, se presenta los tipos de vegetación más representativos del área de estudio, así mismo sus respectivos porcentajes en cuanto al área de cada tipo de cobertura vegetal.



Elaborado: Maza C.

Mapa N° 3: Mapa de uso de suelo y Cobertura vegetal de la Subcuenca Zamora Huayco. El análisis del mapa de uso de suelo y cobertura vegetal se describe a continuación.



En la Tabla 9 se muestra los porcentajes totales de los tipos de cobertura vegetal encontrados dentro de la subcuenca ZH.

Tabla 9: Porcentajes totales de las formaciones vegetales

<i>Uso del suelo</i>	SUPERFICIE	
	<i>Perímetro (m)</i>	<i>Área (Ha)</i>
Pastizales	84050.509	705.953
Bosque Montano	62119.517	1193.251
Páramo Arbustivo	90594.076	1230.984
Plantación de Árbol/Pino	24782.344	200.083
Sucesión de Vegetación	38148.364	555.749
TOTAL	299.694.810	3.886.020

Elaborado: Maza C.

- En la quebrada Minas, la formación vegetal pastizal cubre el área en su totalidad el mismo que esta destinado a la ganadería extensiva y de esta manera provocando el desplazamiento de la cobertura natural de la zona.
- En la quebrada Mendieta, se observa que el porcentaje de bosque montano esta descendiendo paulatinamente, pero se está reforestando con especies exóticas como son plantaciones de pino y en una pequeña parte están presentes lo que son las sucesiones de vegetación, tales que se dan después de haberse producido deforestaciones o incendios. También se evidencia que los pastizales esta presentes dentro de esta microcuenca pero en menor cantidad que la anterior.
- En la quebrada El Carmen, están presentes los 5 tipos de formaciones vegetales, pero existe mayor cantidad de sucesiones de vegetación que en las demás quebradas y en menor proporción las plantaciones de pino en comparación que las otras. Precisamente en esta microcuenca "El Carmen" que forma parte del presente estudio, se reportó en el 2006 un incendio de considerable magnitud. Los propietarios aseguran de que se quemaron alrededor de 50ha., principalmente de matorrales y bosques, que como veremos posteriormente son importantes para la generación de agua dentro de las microcuencas.



Durante los últimos 10 años en la Hoya de Loja han sido reportados no menos de 100 incendios, algunos pequeños, otros de gran magnitud y en la mayoría de los casos el reporte inicial considera la negligencia en el uso del fuego para actividades agrícolas como la principal causa para que ocurran estos percances. (Naturaleza y Cultura Internacional, 2006).

- En la quebrada San Simón, se observa las siguientes formaciones vegetales: bosque montano, páramo arbustivo, sucesiones de vegetación y pocas cantidades pastizales, lo cual resulto menor en relación a las demás quebradas.

Considerando las cuatro quebradas estudiadas, el porcentaje total de cobertura vegetal esta es aproximadamente 3886.020ha., considerando los diferentes porcentajes de cada formación vegetal. La cubierta vegetal contribuye a la reducción de la pérdida de agua por escorrentía, factor determinante en la pérdida de nutrientes y contaminantes disueltos (Rodríguez *et al.*, 2004). Vale decir que en las partes altas del área de estudio esta representada en su totalidad por los paramos, lo cual es de suma importancia ya que ahí es donde se da la mayor concentración de agua que aporta a las partes bajas de la subcuenca ZH.

Dentro del área de estudio se nota algunos cambios muy significativos los mismos que se dan por dos procesos distintos: 1) la deforestación y 2) la degradación del bosque nativo. La primera es “la conversión de bosques a otro uso de la tierra o la reducción a largo plazo de la cubierta forestal por debajo del 10%”. Esto implica que la pérdida debe ser permanente y que el sitio ha cambiado a otros tipos de usos tales como agricultura, pastizales, o áreas urbanas (FRA 2005).

Algunas áreas deforestadas corresponden a zonas donde el bosque fue remplazado para el desarrollo de la ganadería. Por su lado, la degradación se define como los cambios dentro del bosque que afectan negativamente la estructura o función del mismo, reduciendo su capacidad de proporcionar productos y/o servicios (FRA, 2005).

Finalmente Cisneros & Espinosa, 2002 citado en (Naturaleza y Cultura Internacional, 2006). Mencionan que con el pasar del tiempo, las cuencas hidrográficas abastecedoras de agua han enfrentado problemas de deforestación, agricultura y ganadería mal manejadas, situación que ha sido de difícil tratamiento por lo parcelado de los terrenos y el problema social que se ha generado entre propietarios y gobierno municipal.



VI. CONCLUSIONES

- Las formaciones vegetales que predominan en la parte alta son los paramos arbustivos, en la parte intermedia los bosque montano y en la mayor parte de la zona baja los pastizales.
- En el uso de los terrenos para el pastoreo de ganado bovino especialmente en las microcuencas Minas y El Carmen, a ocasionando la disminución de caudales de agua por perdida gradual de la cobertura vegetal. Las plantaciones forestales con especies exóticas son una amenaza real que afectan a los páramos y bosques nativos y específicamente al recurso hídrico.
- Dentro de la condición hidrológica de la cobertura vegetal en buen estado, están presentes las microcuencas Mendieta y El Carmen en las partes altas de la zona y la San Simón (pequeña parte) en la parte intermedia; y con una condición hidrológica mala, están las microcuencas Mendieta y San Simón que se encuentran en las partes bajas del área de estudio.
- Los porcentajes de MOS obtenidos del área de estudio presenta una gran variabilidad con porcentajes que van desde 1,32% hasta porcentajes de 8,57%, esto se debe a que existe un amplio rango de altitudes que van desde los 2120m.- 3420m. de altitud; Los porcentajes máximos de MOS se hallan principalmente en los Pastizales con un 8,57%. Las condiciones de la altitud, precipitación, temperatura, evapotranspiración y la influencia del relieve afectan sobre el contenido de MOS.
- De acuerdo a la matriz de Leopold se obtuvo que los factores negativos y más altos según el efecto sobresalen son los de calidad y cantidad del agua y uso del territorio, los mismos que se debe a una gran cantidad de impactos. Y como factor positivo y alto esta el empleo que es generado por la mayoría de las acciones. Dentro de lo que se refiere a las acciones negativas y más altas están la alteración de la cubierta vegetal, incendios y explotación forestal. Y como acción positiva esta la introducción de la flora y fauna (propia del lugar).



- El análisis de correlación permite conocer de forma individual las relaciones entre variables de mayor interés, pero dentro de nuestro estudio no se obtuvo ninguna correlación entre MOS y formaciones vegetales, lo cual se debe a que existe una gran variabilidad de los porcentajes de materia orgánica.
- El área de drenaje de la subcuenca ZH posee una cubierta vegetal variada y alterada, la cual a pesar de no ser muy abundante brinda al suelo una adecuada protección hidrológica, la misma que se ve influenciada por la gran intervención humana que existe en la zona, lo que ha producido la aparición de sucesiones secundarias como: pastos, rastrojos de cultivos etc.
- Del mapa de uso de suelo y cobertura vegetal del área de estudio, desde un primer abordaje, se puede ver cómo se distribuye la vegetación y los diferentes usos del suelo en relación a las características del territorio. Esto permite identificar sitios claves para diferentes usos y conservación, resultando de gran importancia en la gestión y manejo de microcuencas.
- Desde el punto de captación hacia arriba, poseen coberturas naturales en buen estado de conservación, factor que permite planificar acciones de conservación en estas zonas. Las coberturas de tipo antrópico se dan en los territorios desde los puntos de captación hacia abajo dando un porcentaje alto, lo que refuerza la idea de conservar las partes altas de las cuencas.
- Es importante tomar en cuenta para un manejo integral, las zonas bajas de los puntos de captación con la finalidad de manejar en forma integral las microcuencas que proveen a la ciudad del recurso hídrico.



VII. RECOMENDACIONES

- Para la realización de la fase de campo, es recomendable tener en cuenta el estado del tiempo.
- Para la toma de datos con el GPS, es preferible realizarlo en días sin lluvia o poca lluvia, con poca nubosidad y principalmente fuera del bosque, para de esta manera obtener una mejor lectura de los datos.
- En lo que se refiere a las áreas de captación de agua ubicadas en las vertientes altas, deben permanecer como bosques protectores y sin ninguna intervención humana.
- Prohibir la extracción de piedra y arena de las quebradas, lo cual es importante para que los cauces lleguen a estabilizarse.
- Orientar el manejo de la microcuenca a mantener el paisaje y reforestar mediante el uso de especies nativas del lugar.
- Las actividades de conservación, protección y manejo de la microcuenca deben estar dirigidas por la I. Municipalidad de Loja.
- Realizar un programa de conservación de suelos y cobertura vegetal especialmente en la microcuencas proveedoras del recurso hídrico para la ciudad de Loja.
- Se sugiere realizar un análisis multitemporal del estado de la cobertura vegetal para las microcuencas en estudio, de tal manera que se disponga de la información necesaria para entender los cambios de cobertura vegetal en un periodo de años representativos, así como medir la tasa de deforestación e inferir sus causas.



VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, A., 2004. Producción de madera con bajos insumos: Reciclaje de nutrimentos en plantaciones y bosques tropicales. Memorias de IX Congreso Ecuatoriano y I Binacional (Ecuador-Perú) de la Ciencia del Suelo.
- Alvarado, R., 2002. Levantamiento de las Unidades de Paisaje de la Cuenca Zamora Huayco. Provincia de Loja. Fundación Ecológica Arcoíris. Programa Atlas de las Américas. The Nature Conservancy. Loja – Ecuador.
- Araujo, J., 2001. El agua, sorbos de vida. Lunwerg. Barcelona.
- Baquero, F.; Sierra, R.; Ordóñez, L.; Tipán, M.; Espinosa, L.; Rivera, M.; Soria, P., 2004. La Vegetación de los Andes del Ecuador. Memoria explicativa de los mapas de vegetación: potencial y remanente a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras. EcoCiencia/CESLA/Corporación EcoPar/MAG SIGAGRO /CDC – Jatun Sacha/ División Geográfica – IGM. Quito.
- Barredo, J., 1996. Madrid, España. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio. Editorial Ra-ma.
- Benavides, J. & Solano, C. 2005. Evaluación del Impacto Ambiental de los Planes de Forestación y Reforestación Ejecutados en la Cuenca Zamora Huayco del Cantón Loja. Tesis de Ingeniería en Gestión Ambiental. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja – Ecuador.
- Bennett, A., 1999. Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. Programa de conservación de bosque UICN, Conservando los ecosistemas boscosos serie No. 1, primera y segunda parte. Unión Mundial para la Naturaleza. 275 pp.
- Berroteran, J., 1994. Suelos y tipo de vegetación en los Llanos Centrales de Venezuela.



- Carter, M., 1993. Muestreo del Suelo y métodos de análisis. Editorial Lewis. Boca Raton, Florida.
- Cañadas Cruz, L., 1983, El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional de Regionalización (PRONAREG). Quito-Ecuador.
- Dalence, S.; Gutiérrez, G.; Guzmán, G.; Segovia, D., 1999. Levantamiento semidetallado de suelos en el valle alto. Zona Punata –Arani. Informe de trabajo de campo. CLAS. Cochabamba-Bolivia. 56p.
- Ecosur. 2007. Loja: ciudad ecológica. Consultado 30-05-2008. Disponible en: http://www.ecosur.org/index2.option.com.content&do_pdf1&id115.
- El Comercio. 2000a. “Ecuador tiene una mina en sus bosques”. 25 de marzo, Quito.
- El Comercio. 2000b. “La captura de CO2 puede ser un excelente negocio”. 22 de junio Quito.
- Escobar, P. & Carlos, E., Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 2003. Las coberturas vegetales en el control de la erosión. Consultado 19-03-2008. Disponible en: http://www.geocities.com/carlose_escobar/1_presentacion.htm.
- ESPOL (Escuela politécnica del litoral).2003, Guayaquil. Deterioro de los recursos naturales. Consultado 30-05-2008. Disponible en: <http://www.fimcm.espol.edu.ec/Webpages/help/seminario/docs/cuencas-hid.ppt>.
- Ewel, J. & Madriz, J. 1968. Zonas de Vida en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas. 265 pp.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 1990. Tercer seminario nacional, manejo de cuencas hidrográficas Proyecto Regional Manejo de cuencas. La Ceiba, Honduras 125 p.



- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2003. Situación de los Bosques en el Mundo.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2006. Guidelines for soil description. Fourth Edition. FAO. Rome (Italy) 98 p.
- Foster, S.; Ventura, M.; Hirata, R. 1987. Contaminación de las aguas subterráneas. Un enfoque ejecutivo de la situación en América Latina y el Caribe en relación con el suministro de agua potable. OMS/ OPS/CEPIS. 42pp.
- FRA 2005: Definiciones y Términos. Programa de evaluación de los recursos forestales. Departamento de Montes. FAO. Págs. 20
- Fundación Ecológica Arcoíris. 1999. Plan de Conservación de la Microcuenca Zamora Huayco. Loja. Ecuador.
- Garmendia, A.; Salvador, A.; Crespo, C.; Garmendia, L. 2005. Madrid. Evaluación de Impactos Ambientales. Editorial Pearson Educación. Pag. 398.
- GEOLOJA., 2007. Perspectivas del medio ambiente urbano. Publicado por PNUMA, Municipalidad de Loja y Naturaleza y Cultura Internacional. Loja (Ecuador). 191 p.
- González, P., 1997. Efecto del laboreo sobre la materia orgánica y las propiedades químicas del suelo. (eds.), Agricultura de Conservación AEAC/SV, Córdoba, pp. 41-49.
- Gregorich, E.; Carter, M.; Angers, V.; Monreal, M.; Ellert, B. 1984. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soil. Can J. Soil Sci., 367-385.
- Gutiérrez, J., 2000. España. Sistema de Información Geográfica. Ed. Síntesis. 246pp.
- Heathcote, W., 1998. Integrated Watershed Management – principles and practice. John Wiley & Sons Inc. 414pp.



- Heckadon, M., 1999. La Cuenca del Canal: Deforestación, Urbanización y contaminación. PMCC. Sumario Ejecutivo. Smithsonian Tropical Research Institute, United States Agency for International Development, Autoridad Nacional del Ambiente. 120 pp.
- Hofstede, R., 1997. “El impacto ambiental de las plantaciones de Pinus en la sierra del Ecuador”. Resultado de una investigación comparativa. Proyecto ECOPAR. Universidad de Ámsterdam, Ámsterdam.
- Holdridge, L., 1979. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Costa Rica. 216 pp.
- Ilustre Municipio de Loja, 2005. Loja. Informe de Gestión Ambiental 2005. Consultado 15-09-2008. Disponible en:
http://www.loja.gov.ec/loja/index.php?option=com_content&task=view&id=54&Itemid=115.
- INEC (instituto nacional de estadísticas y censos). 2003. Censo de población y vivienda 2001. Quito, Ecuador. Quito, Ecuador.
- INERHI, PREDESUR & CONADE. 2000. Loja. Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. Consultado 30-05-2008. Disponible en:
<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea02s/begin.htm>.
- Jaimes, E. & Elizalde, G., 1990. Contenido de materia orgánica de epipedones de suelos venezolanos de acuerdo a gradientes alto térmicos. Agricultura Andina. 5: 25-38.
- Klingebiel, A. & Montgomery, P., 1961. Land capability classification. Agricultural Handbook 210. USDA. Soil Conservation Service. Washington, D.C., EE.UU.
- Ley de Aguas., 2007. Reglamento y Legislación conexas. Legislación Codificada. Quito, Corporación de Estudios y Publicaciones.



- Lind, D.; Marchal, W.; Mason, R. 2004. Estadística para Administración y Economía. Regresión Lineal y Correlación; Capitulo 13.11ª Edición. Mexico. Pag. 830.
- López, E., 1999. Cambio de uso del suelo y crecimiento urbano en la ciudad de Morelia. Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Biología. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. 134 p.
- Lozano, P.; Küppers, M.; Bussmann, R. 2009. Influencia de los bosques montanos como regeneradores de áreas antropicas perturbadas. Consultado 21-05-2009. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S181582422007000100012&script=sci_arttext
- Macas, N & Cuenca, J., 1985. Plan de Manejo de los recursos suelo, agua y vegetación de la Subcuenca Zamora Huayco, proveedora de agua para la ciudad de Loja. (Tesis). Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Martín Pliego, F.J. (1994): Introducción a la Estadística Económica y Empresarial (Teoría y Práctica). Editorial AC, Madrid.
- Martínez, J., 1992., Ed: MOPT. Madrid, España. Árboles en la ciudad, fundamentos de una política ambiental basada en el arbolado urbano Rodríguez.
- Ministerio de Agricultura, 2002. Lima Perú. Dirección general de aguas, suelos E irrigaciones. Reglamento Para la Ejecución de Levantamiento de Suelos. Decreto Supremo N° 033-85-AG. Consultado 19-05-2009. Disponible en:
http://www.inrena.gob.pe/ogateirn2/blegal/suelo/ds_033-85-ag.pdf
- Mozo, T., 1999. Santa Fe Bogotá. Ecología y Conservación de Recursos Renovables.
- Mustin, M., 1987. El Compost. Paris. 954 p.



- Muñoz, F., 2007. Manejo de Cuencas Hidrográficas. Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión”, Núcleo de Loja. 206 p.
- Naturaleza y Cultura Internacional, 2006. Valoración del Recurso Hídrico en microcuencas abastecedoras de agua para el Cantón Loja. Memoria Técnica.
- Navarro, J.; Moral, L.; Beneyto, M., 1995. Residuos Orgánicos y Agricultura. Universidad de Alicante. España. 108 pp.
- Ochoa, G.; Malagón, D.; Pereyra, J. 1981. El contenido de materia orgánica, nitrógeno total y factores que los afectan en algunos suelos de Venezuela. CIDIAT, SC-44. 9 p.
- Ordóñez, R., 2004. Cambios inducidos en la fertilidad de un suelo por la Agricultura de Conservación. Mundi-Prensa. Madrid. Capítulo 17.
- PMCC., 1999. Informe Final. Proyecto Monitoreo de la Cuenca del Canal de Panamá. USAIDANAM-STRI.
- Quiroga, A. & Funaro, D., 2004. Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en Molisoles, de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas Pp: 476.
- Ramakrishna, B., 1997. Estrategias de Extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas: Conceptos y Experiencias. San José, CR. IICA/GTZ. 338 p.
- RAMSAR., 2004. Manejo de cuencas hidrográficas convención sobre los humedales, Segunda edición. Gland (Suiza), 36 p.
- Rodríguez, J. 2002. Métodos de análisis de suelos y plantas: Criterios de interpretación. México. 196 p.



- Rodríguez, A., Ordóñez, R. y González, E., 2004. Agricultura de Conservación en cultivos leñosos (olivar): cubiertas vegetales. Cualidades y tipos principales. Técnicas de Agricultura de Conservación. Mundi-Prensa. Madrid. Capítulo 17.
- Rohrmann, R. & Valiente, M. 2004. Argentina. La vinculación de estudios de recurrencia e imágenes satelitales en la elaboración de mapas de riesgo por inundación en áreas rurales de llanura. Consultado 24-04-2008. Disponible en: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo4/archivos/rohrmann.pdf>
- Sendra, J., 1992. Madrid, España. Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp S.A.
- Skole, P. & Turner P., 1994. Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo. Consultado 24-04-2008. Disponible en: <http://www.Análisis de cobertura y uso de terreno en el contexto de su dinámica espacio-temporal.htm>.
- Stevenson, F., 1982. Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions. John Wiley and Sons. New York. 443 pp.
- Tapia, MF & Valdivieso, M., 2007. "Análisis y modelamiento espacio – temporal de la dinámica de la vegetación de la Cuenca alta del Río Zamora". Tesis de Ingeniería en Gestión Ambiental. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja - Ecuador
- UICN (Unión Mundial para la Naturaleza). 2000. Visión del Agua y la Naturaleza: Estrategia Mundial para la Conservación de los Recursos Hídricos en el siglo XXI. Cambridge, UK. 52 p.
- UMAPAL (Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja).1998 Proyecto de manejo, Conservación y Protección de la Micro cuenca Zamora Huayco. Ilustre Municipio de Loja.
- UMAPAL (Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja).2007. Resumen de Emisión de Agua Potable para la ciudad de Loja.



- Vidal, V., 1999 “La aplicación de políticas sobre cambio climático en el sector forestal del Ecuador”. Universidad Autónoma de Barcelona. Bella terra.
- Villalobos, M. 2005. Diseño de drenaje superficial. Publicado por Editorial Tecnológica de CR. Consultado 15-04-2009. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=i5d82Djs8qUC>.
- Walkley, A. & Black, I., 1934. An Examination of Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. Soil Sci. 37:29-37.
- Zuñiga, F. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Publicado por Instituto Nacional de Ecología. Consultado 19-05-2009. Disponible en: http://books.google.com.ec/books?id=iChhyOsktnMC&printsec=frontcover&source=gb_s_summary_s&cad=0



ANEXOS

ANEXO Nº. 1

FOTOS

IMPACTOS AMBIENTALES EN LA SUBCUENCA ZAMORA HUAYCO

Extracción de madera



Extracción de material pétreo (Arena, Piedra, Etc.)



Incendios



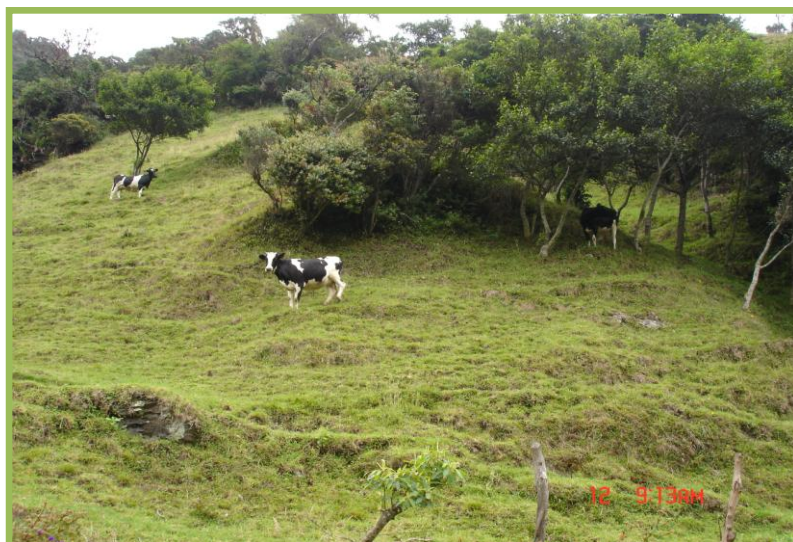
Afectación del pino al suelo



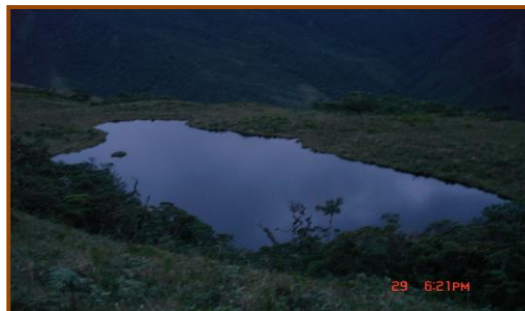
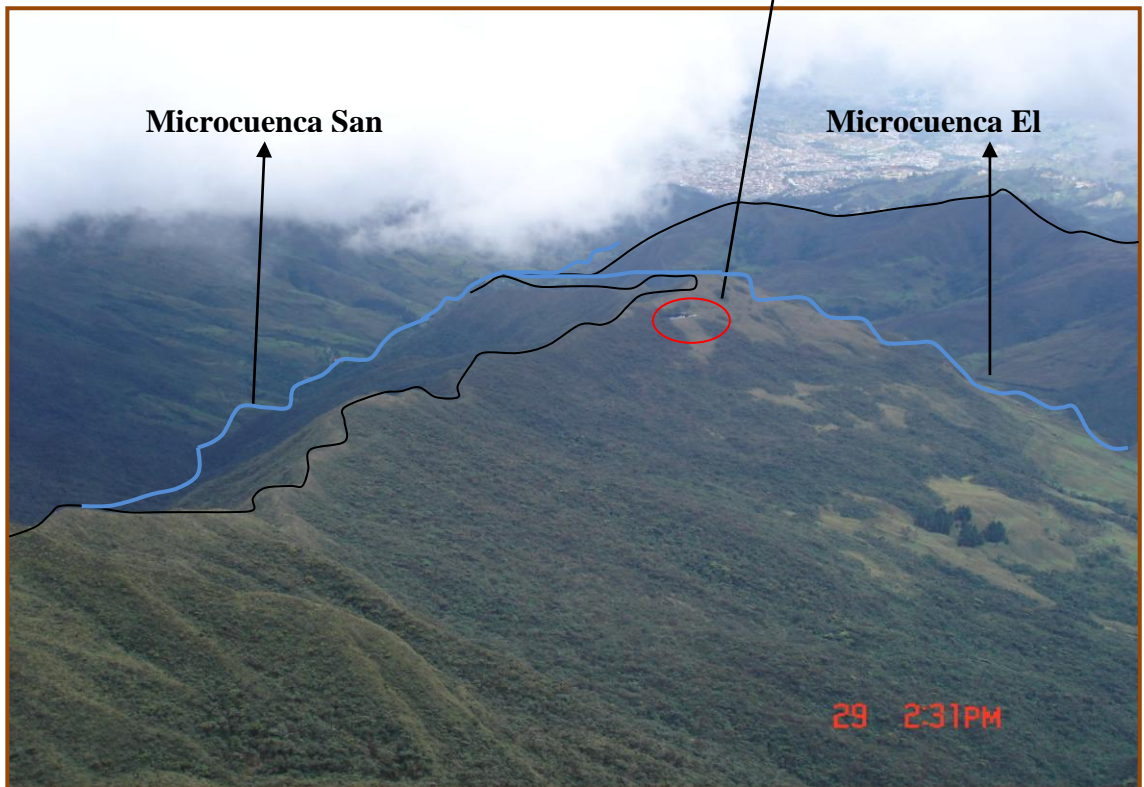
Erosión de suelos



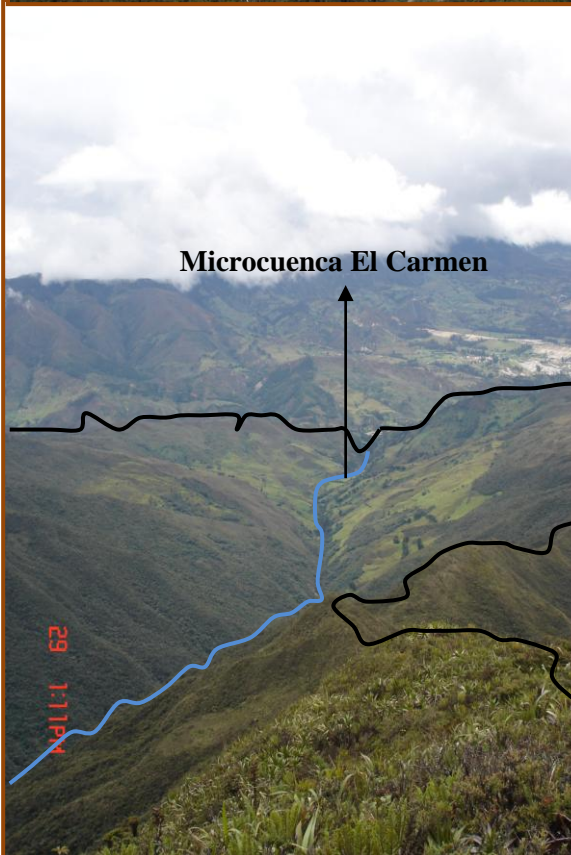
Pastoreo de ganado vacuno



Laguna en el filo de la microcuenca el Carmen



Microcuencas del área de estudio



Equipo de trabajo



ANEXO Nº 2

Proceso para extraer las muestras de suelo



Ubicación del punto de muestreo con GPS.



Muestreo de submuestras de profundidad 20 cm.



Extracción de la muestra.



Se coloca las submuestras en un plástico limpio.



Mezclado y homogenización de las submuestras.



Mediante cuarteo obtención de la muestra final.

ANEXO Nº 3

Método Relase propuesto por Walkley & Black, 1934.

MATERIALES:

Matraces de 300ml, Pipeta volumétrica de 10ml, Probeta de 200ml, Bureta de 50 ml, Balanza analítica, Soporte universal, Agitador magnético, Barras magnéticas de agitación

REACTIVOS:

Dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$), Sulfato Ferroso ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), Acido Sulfúrico (H_2SO_4), Ferroina

PROCEDIMIENTO:

El procedimiento a seguir para obtener el porcentaje de materia orgánica es el siguiente:

- Pesar 0.25g de suelo orgánico y en caso de suelo mineral 0.5g en un matraz de 500ml.
- Dejar un matraz en blanco o como testigo sin pesar los 0.25g de suelo orgánico
- Adicionar 5ml. de solución de Dicromato de Potasio a cada muestra incluyendo el testigo
- Poner en la campana de gas (Horno) todas las muestras.
- Adicionar 10ml. de Acido Sulfúrico a cada muestra
- Después de terminar de adicionar los 10ml. de Acido Sulfúrico a todas las muestras dejar 30 minutos en la campana de gas (Horno)
- Luego de haber transcurrido los 30 minutos sacar de la campana de gas (Horno)
- Adicionar 5 gotas de Ferroina en cada muestra
- Seguidamente adicionar 100ml. de agua destilada a cada muestra
- Realizar el viraje y observar en cuantos ml. cambia de color a violeta oscuro, realizara esta paso con todas las muestras incluyendo el blanco o testigo.
- Realizar los cálculos con los cantidades de ml. de cada muestra.
- Preparar un testigo de control de calidad con cada tanda de muestras analizadas.

Después de obtener los porcentajes en ml se procedió a aplicar las siguientes formulas propuesta por Walkley & Black, 1934.

CALCULO:

$$F = \frac{\text{VCr207K2 (Blanco)}}{\text{VDO4Fe (Ferroso)}}$$

De donde:

VCr207K2 = Volumen de Dicromato de Potasio del Blanco (ml)

VDO4Fe = Volumen del Sulfato Ferroso gastado en la titulación del Blanco (ml)

$$\% \text{ C Orgánico} = \frac{(\text{B-M}) * F * 0.003 * 1.3 * 100}{\text{WM}}$$

De donde:

B= Volumen del Sulfato Ferroso gastado en la titulación del Blanco (ml)

M= Volumen del Sulfato Ferroso gastado en la titulación de la muestra (ml)

WM= Peso de la Muestra (g)

$$\% \text{ MO} = \% \text{ C Orgánico} * 1.724$$

Al finalizar con todo este procedimiento se obtuvo el porcentaje de la materia orgánica del suelo por cada una de las muestras.

ANEXO Nº. 4

Matriz de Leopold aplicada a la subcuenca Zamora Huayco.

EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA SUBCUENCA ZAMORA HUAYCO																																																		
ACCIÓN - CAUSA																																																		
VALORACIÓN	Elementos y características ambientales		Acciones propuestas causantes de problemas ambientales		A. MODIFICACION DEL REGIMEN			C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS			D. PROCESOS		G. SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS			EVALUACIÓN																																		
					a. Introducción de flora y fauna	b. Modificación del habitat	c. Alteración de la cubierta vegetal	d. Alteración del drenaje	e. Incendios	a. Extracción de material (Arena, Piedra e	b. Explotación forestal	c. Extracción de agua para diferentes usos	a. Agricultura	b. Ganaderías y pastoreo	c. Minería	a. Vertedero	b. Ubica. de residuos y desperdicios	c. Vertido de residuos urbanos	POSITIVOS	NEGATIVOS																														
FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES PROPUESTAS																																																	
	A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	a. Suelos	N	N	N	N	P	N	N			P	N		N			2	9																														
			b. Compactación de suelos	N					N				P	N					1	3																														
			c. Geomorfología			N			N		N	N							0	4																														
		AGUA	a. Superficiales			N	N		N	N	N			N	N	N	N		0	9																														
			b. Calidad	N		N	N	N	N		N		N	N	N	N	N		0	11																														
			c. Cantidad	N		N	N	N	N	N	N			N	N	N	N		0	11																														
		PROCESOS	a. Inundaciones			N	N		N						N		N		0	5																														
			b. Derrumbes y Deslizamientos	P	N	N			N	N									1	4																														
			c. Erosión	P	N	N			N										1	3																														
	B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	a. Pastizales	P		N	N							N					1	3																														
			b. Bosque natural	N	N	N		N		N		N							0	6																														
			c. Páramo Arbustivo	N	N	N		N		N									0	5																														
			d. Plantación de árboles/pino	N		N	N												0	3																														
			e. Sucesión de vegetación	P		N	N												1	2																														
			f. Especies en peligro	N	N	N	N	N		N		N							0	7																														
	FAUNA	a. Aves		N	N		N		N									0	4																															
		b. Animales terrestres		N	N		N		N		N					N		0	6																															
		c. Peces		N		N		N		N			N	N	N	N		0	8																															
	C. IMPACTO SOCIO-ECONOMICO	a. Empleo	P	P	P			P	P	P	P	P	P		P			10	0																															
		b. Servicios básicos	P			N	N		N	N		P		N		N		2	6																															
		c. Uso del territorio	N	N	N	N	N	N	N			N	N	N	N	N	N	0	13																															
						<table border="1"> <tr> <td>POSITIVOS (P)</td> <td>6</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td> <td>TOTAL</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>NEGATIVOS (N)</td> <td>9</td><td>10</td><td>17</td><td>9</td><td>12</td><td>10</td><td>12</td><td>6</td><td>4</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>6</td><td>8</td> <td></td> <td>122</td> </tr> </table>											POSITIVOS (P)	6	1	1	0	1	1	1	1	3	2	1	0	1	0	TOTAL	19	NEGATIVOS (N)	9	10	17	9	12	10	12	6	4	6	6	7	6	8		122
	POSITIVOS (P)	6	1	1	0	1	1	1	1	3	2	1	0	1	0	TOTAL	19																																	
	NEGATIVOS (N)	9	10	17	9	12	10	12	6	4	6	6	7	6	8		122																																	

ANEXO Nº. 4.1

Matriz de Leopold aplicada a la subcuenca Zamora Huayco.

EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA SUBCUENCA ZAMORA HUAYCO																																																																									
ACCIÓN - CAUSA																																																																									
CRITERIO: GRADO DE AFECTACION	Acciones propuestas causantes de problemas ambientales										EVALUACIÓN																																																														
	A. MODIFICACION DEL REGIMEN	C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS		D. PROCESOS		G. SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS		ALTO (A)	MEDIO (M)	BAJO (B)																																																															
	a. Introducción de flora y fauna	b. Modificación del habitat	c. Alteración de la cubierta vegetal	d. Alteración del drenaje	h. Incendios	a. Extracción de material (Arena, Piedra)	b. Explotación forestal	c. Extracción de agua para diferentes us	a. Agricultura	b. Ganaderías y pastoreo	c. Minería	a. Vertedero	b. Ubica. de residuos y desperdicios	d. Vertido de residuos urbanos																																																											
FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES PROPUESTAS																																																																								
	A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	a. Suelos	A	A	A	M	B	M	A		M	A	M	M	5	5	1																																																							
			b. Compactación de suelos	A					B			B	A			2	0	2																																																							
			c. Geomorfología			M			A		A	B					2	1	1																																																						
		AGUA	a. Superficiales			A	A		A	A	A			A	A	A	9	0	0																																																						
			b. Calidad	A	A	A	M		A		A		M	A	A	A	9	2	0																																																						
			c. Cantidad	B	A	A	B		M	A	A			A	M	B	M	5	3	3																																																					
	PROCESOS	a. Inundaciones			B	A		A					M		M		2	2	1																																																						
		b. Derrumbes y Deslizamientos	B	A	A			A	A								4	0	1																																																						
		c. Erosión	B	A	A			A									3	0	1																																																						
	B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	a. Pastizales	B		M		A							A			2	1	1																																																					
			b. Bosque natural	A	A	A		A		A			A					6	0	0																																																					
			c. Páramo Arbustivo	A	A	A		A		A								5	0	0																																																					
			d. Plantación de árboles/pino	A		M		A										2	1	0																																																					
			e. Sucesión de vegetación	A		A		A										3	0	0																																																					
			f. Especies en peligro	A	A	A	B	A		A		B						5	0	2																																																					
	C. IMPACTO SOCIO-ECONOMICO	FAUNA	a. Aves		A	A		M		M								2	2	0																																																					
			b. Animales terrestres		A	A		A		A			B					4	0	2																																																					
			c. Peces		B		A		A		A			A	A	A			7	0	1																																																				
			a. Empleo	M	B	M			A	A	A	A	A	A		A			7	2	1																																																				
			b. Servicios básicos	M			A	B		M	A		A		A			5	2	1																																																					
		c. Uso del territorio	A	B	A	B	A	A	A		A	M	A	B	M	B			7	2	4																																																				
<table border="1"> <tr> <td>ALTO (A)</td> <td>9</td><td>8</td><td>13</td><td>6</td><td>8</td><td>8</td><td>11</td><td>7</td><td>3</td><td>5</td><td>6</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>TOTAL</td> <td>96</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>MEDIO (M)</td> <td>2</td><td>0</td><td>4</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td>23</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>BAJO (B)</td> <td>4</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td> <td></td><td></td><td>22</td><td></td> </tr> </table>																	ALTO (A)	9	8	13	6	8	8	11	7	3	5	6	4	4	4	TOTAL	96			MEDIO (M)	2	0	4	1	2	2	2	0	1	2	1	2	2	2		23			BAJO (B)	4	3	1	2	3	1	0	0	3	1	0	1	1	2			22	
ALTO (A)	9	8	13	6	8	8	11	7	3	5	6	4	4	4	TOTAL	96																																																									
MEDIO (M)	2	0	4	1	2	2	2	0	1	2	1	2	2	2		23																																																									
BAJO (B)	4	3	1	2	3	1	0	0	3	1	0	1	1	2			22																																																								

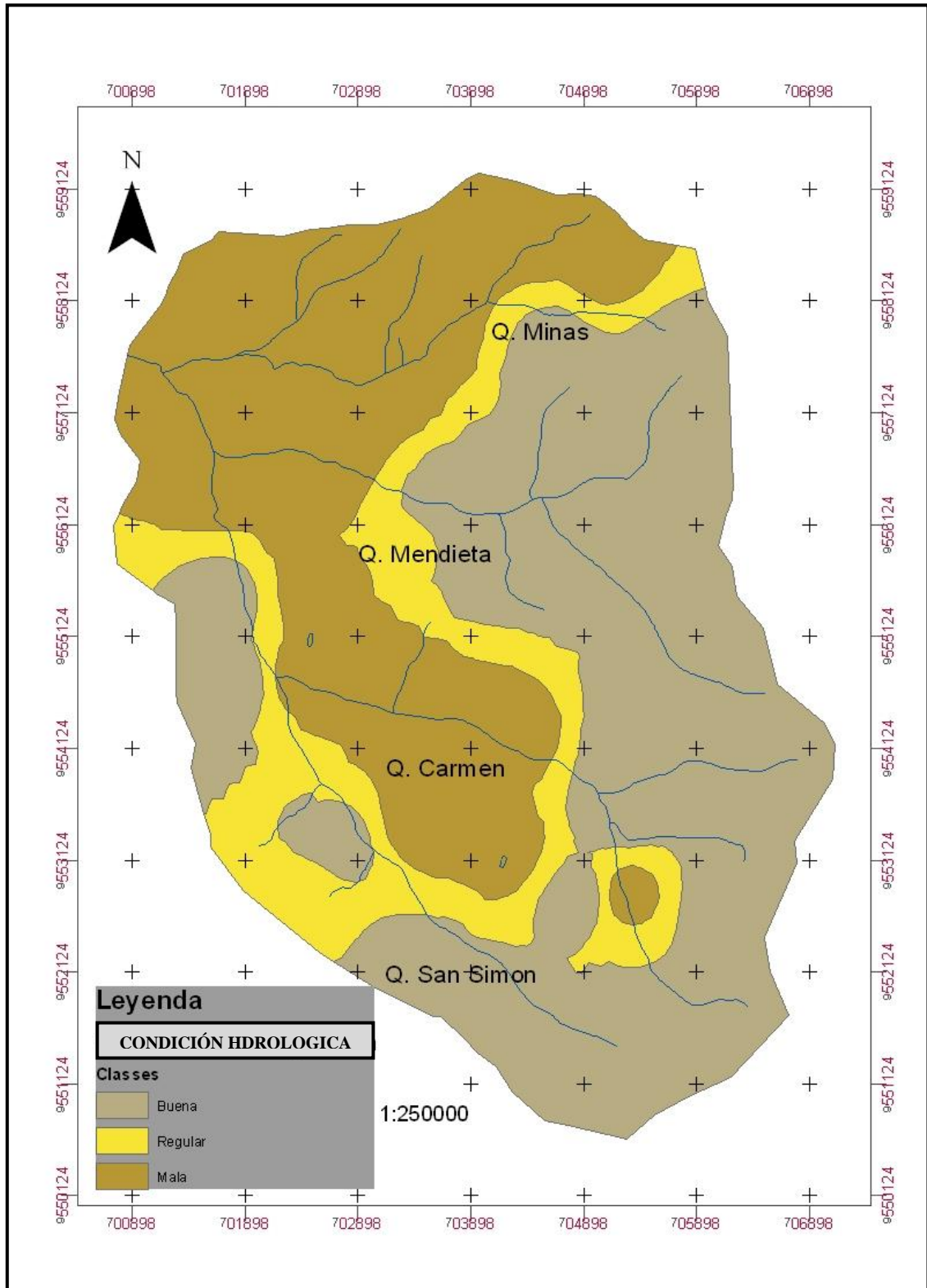
ANEXO N°. 5

Variables utilizadas para la correlación según Pearson.

Microcuencia	Código	Altura GPS	% Pendiente	% M.O.(S.M)	Formaciones vegetales
MINAS	MIN 01	2250	14	2,24	Pastizal
MINAS	MIN 02	2530	50	4,74	Pastizal
MINAS	MIN 03	2566	75	2,24	Bosque Montano
MINAS	MIN 04	2613	35	2,24	Pastizal
MENDIETA	MEN 05	2997	100	7,38	Páramo Arbustivo
MINAS	MIN 06	2381	65	3,29	Bosque Montano
MINAS	MIN 07	2258	30	5,67	Pastizal
MINAS	MIN 08	2198	47	7,38	Pastizal
MINAS	MIN 09	2241	82	1,98	Plantación Árbol/Pino
ZAMORA HUAYCO	ZH 10	2200	30	1,71	Plantación Árbol/Pino
MENDIETA	MEN 11	2167	64	2,77	Pastizal
MENDIETA	MEN 12	2170	60	2,50	Bosque Montano
MENDIETA	MEN 13	2264	56	6,85	Bosque Montano
MENDIETA	MEN 14	2881	53	3,56	Páramo Arbustivo
MENDIETA	MEN 15	2911	70	1,45	Páramo Arbustivo
MENDIETA	MEN 16	2320	36	5,93	Bosque Montano
MENDIETA	MEN 17	2424	37	2,90	Sucesión de vegetación
ZAMORA HUAYCO	ZH 18	2504	10	4,74	Plantación Árbol/Pino
ZAMORA HUAYCO	ZH 19	2188	40	1,84	Pastizal
ZAMORA HUAYCO	ZH 20	2266	25	1,98	Pastizal
EL CARMEN	CAR 21	2207	44	1,84	Pastizal
EL CARMEN	CAR 22	2258	44	8,57	Pastizal
EL CARMEN	CAR 23	2333	16	3,03	Pastizal
EL CARMEN	CAR 24	2555	13	2,37	Bosque Montano
EL CARMEN	CAR 27	2379	48	5,01	Pastizal
EL CARMEN	CAR 28	2726	23	3,43	Bosque Natural
SAN SIMON	SIM 29	2589	32	1,32	Sucesión de vegetación
SAN SIMON	SIM 30	2341	37	4,88	Sucesión de vegetación
SAN SIMON	SIM 31	2496	25	2,50	Sucesión de vegetación
SAN SIMON	SIM 32	2630	35	1,45	Bosque Montano
EL CARMEN	CAR 33	2545	34	4,74	Pastizal
EL CARMEN	CAR 34	2459	80	4,74	Bosque Montano
EI CARMEN	CAR 35	3360	32	4,74	Páramo Arbustivo
EL CARMEN	CAR 36	3074	32	1,32	Páramo Arbustivo
EL CARMEN	CAR 37	2880	26	4,74	Páramo Arbustivo
EL CARMEN	CAR 38	3360	28	1,71	Páramo Arbustivo

ANEXO N°. 6

Mapa 1: Condición hidrológica de la cobertura vegetal en la subcuenca ZH.



ANEXO N°. 7

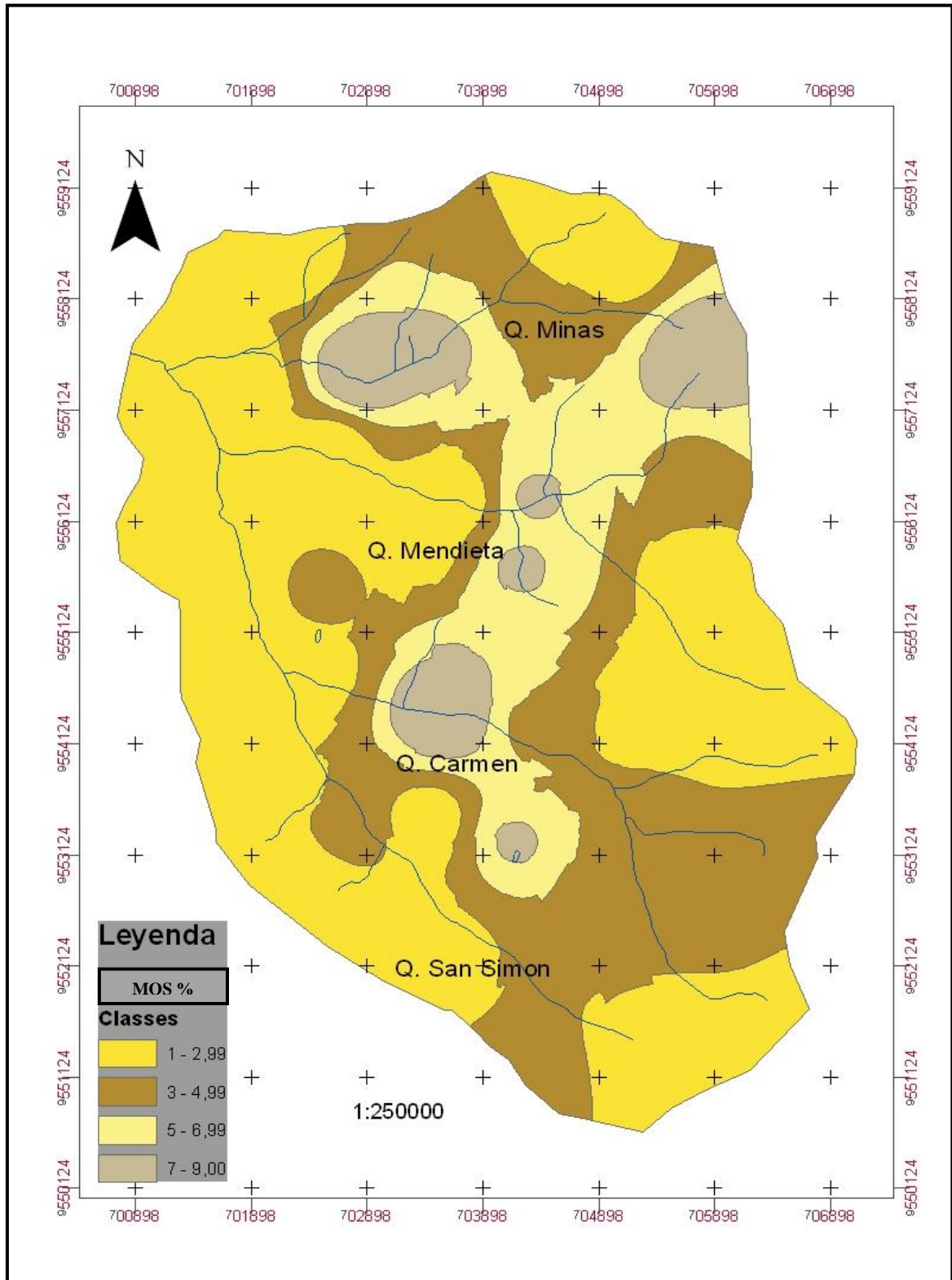
Porcentajes de nutrientes que aporta el estiércol.

Tipo	Nitrógeno N	Fósforo P2O5	Potasio K2O	Calcio Ca	Magnesio Mg	M.O.S	Humedad Relativa
Fresco	%	%	%	%	%	%	%
Bovinos	0.5	0.3	0.5	0.3	0.1	16.7	81.3
Ovinos	0.9	0.5	0.8	0.2	0.3	30.7	64.8
Pollos	0.9	0.5	0.8	0.4	0.2	30.7	64.8
Caballos	0.5	0.3	0.6	0.3	0.12	7.0	68.8
Cerdos	0.6	0.5	0.4	0.2	0.03	15.5	77.6
Seco	%	%	%	%	%	%	%
Bovinos	2.0	1.5	2.2	2.9	0.7	69.9	7.9
Ovinos	1.9	1.4	2.9	3.3	0.8	53.9	11.4
Pollos	4.5	2.7	1.4	2.9	0.6	58.6	9.2

FUENTE: *Ordóñez, R. 2004.*

ANEXO Nº. 8

Mapa 2. Distribución de la materia orgánica en la subcuenca ZH.



ANEXO Nº. 9

Datos de la subcuenca Zamora huayco – Cantón Loja.

DATOS TOMADOS EN LA SUBCUENCA ZAMORA HUAYCO							
Microcuenca	Altura GPS	Codigo	% Pendiente	% M.O.(S.M)	Tipos de vegetación	Condición de Vegetación	USO/suelo
MINAS	2250	MIN 01	14	2.24	Pastizal	Regular	Terrazas
MINAS	2530	MIN 02	50	4.74	Pastizal	Regular	Terrazas
MINAS	2566	MIN 03	75	2.24	Bosque montano	Regular	Sin Tratamiento
MINAS	2613	MIN 04	35	2.24	Pastizal	Regular	Terrazas
MENDIETA	2997	MEN 05	100	7.38	Páramo arbustivo	Buena	Sin Tratamiento
MINAS	2381	MIN 06	65	3.29	Bosque montano	Buena	Sin Tratamiento
MINAS	2258	MIN 07	30	5.67	Pastizal	Regular	Curvas de Nivel
MINAS	2198	MIN 08	47	7.38	Pastizal	Regular	Terrazas
MINAS	2241	MIN 09	82	1.98	Plantacion Arbol/Pino	Regular	Sin Tratamiento
ZAMORA HUAYCO	2200	ZH 10	30	1.71	Plantacion Arbol/Pino	Regular	Sin Tratamiento
MENDIETA	2167	MEN 11	64	2.77	Pastizal	Regular	Curvas de Nivel
MENDIETA	2170	MEN 12	60	2.50	Bosque montano	Buena	Sin Tratamiento
MENDIETA	2264	MEN 13	56	6.85	Bosque montano	Buena	Sin Tratamiento
MENDIETA	2881	MEN 14	53	3.56	Páramo arbustivo	Buena	Sin Tratamiento
MENDIETA	2911	MEN 15	70	1.45	Páramo arbustivo	Buena	Sin Tratamiento
MENDIETA	2320	MEN 16	36	5.93	Bosque montano	Buena	Sin Tratamiento
MENDIETA	2424	MEN 17	37	2.90	Sucesión de vegetación	Mala	Sin Tratamiento
ZAMORA HUAYCO	2504	ZH 18	10	4.74	Plantacion Arbol/Pino	Regular	Sin Tratamiento
ZAMORA HUAYCO	2188	ZH 19	40	1.84	Pastizal	Buena	Terrazas
ZAMORA HUAYCO	2266	ZH 20	25	1.98	Pastizal	Buena	Terrazas
EL CARMEN	2207	CAR 21	44	1.84	Pastizal	Regular	Sin Tratamiento
EL CARMEN	2258	CAR 22	44	8.57	Pastizal	Regular	Curvas de Nivel
EL CARMEN	2333	CAR 23	16	3.03	Pastizal	Regular	Terrazas
EL CARMEN	2555	CAR 24	13	2.37	Bosque montano	Buena	Sin Tratamiento
EL CARMEN	3088	CAR 25	.....	.....	Páramo arbustivo	Buena	Sin Tratamiento
EL CARMEN	2379	CAR 26	.....	.....	Páramo arbustivo	Buena	Sin Tratamiento
EL CARMEN	2379	CAR 27	48	5.01	Pastizal	Regular	Curvas de Nivel
EL CARMEN	2726	CAR 28	23	3.43	Bosque montano	Buena	Sin Tratamiento
SAN SIMON	2589	SIM 29	32	1.32	Sucesión de vegetación	Regular	Sin Tratamiento
SAN SIMON	2341	SIM 30	37	4.88	Sucesión de vegetación	Buena	Terrazas
SAN SIMON	2496	SIM 31	25	2.50	Sucesión de vegetación	Mala	Sin Tratamiento
SAN SIMON	2630	SIM 32	35	1.45	Bosque montano	Buena	Sin Tratamiento
EL CARMEN	2545	CAR 33	34	4.74	Pastizal	Regular	Sin Tratamiento
EL CARMEN	2459	CAR 34	80	4.74	Bosque montano	Buena	Sin Tratamiento
EL CARMEN	3360	CAR 35	32	4.74	Páramo arbustivo	Buena	Sin Tratamiento
EL CARMEN	3074	CAR 36	32	1.32	Páramo arbustivo	Buena	Sin Tratamiento
EL CARMEN	2880	CAR 37	26	4.74	Páramo arbustivo	Buena	Sin Tratamiento
EL CARMEN	3360	CAR 38	28	1.71	Páramo arbustivo	Buena	Sin Tratamiento