

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrados

**Propuesta de plan de manejo para la microcuenca del río
Manzano mediante la línea base ambiental, apoyada por el uso de
sistemas de información geográfica (SIG)**

Fabio Alejandro Ortega Pesantez

Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Magister en Sistemas de Información Geográfica

Quito, agosto de 2013

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Propuesta de plan de manejo para la microcuenca del río
Manzano mediante la línea base ambiental, apoyada por el uso de
sistemas de información geográfica (SIG)**

Fabio Alejandro Ortega Pesantez

Richard Resl, Ph.Dc.
Director de Tesis

.....

Rafael Beltrán, Ms.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Richard Resl, Ph.Dc.
**Director de la Maestría en Sistemas
de Información Geográfica**

.....

Stella de la Torre, Ph.D.
**Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales**

.....

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.
Decano del Colegio de Posgrados

.....

Quito, agosto de 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: FABIO ALEJANDRO ORTEGA PESANTEZ

C. I.: 1716580053

Quito, agosto del 2013

RESUMEN

Los Planes de Manejo de Cuencas son instrumentos directrices para ordenar las actividades que se realizan en una cuenca hidrográfica y así lograr un uso sostenible de sus recursos y una mejor calidad de vida de las personas que habitan en ella.

La propuesta del Plan de Manejo se la realiza a través de herramientas SIG, primeramente se obtiene un diagnóstico de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, estos componentes son analizados a través de ponderaciones y posteriormente por medio de operaciones algebraicas se obtiene la Zonificación Ecológica Económica constituyendo una parte fundamental del Plan de Manejo de la Microcuenca del Río Manzano.

La Zonificación Ecológica Económica es generada con el valor ecológico, sensibilidad ambiental y análisis socioeconómico de los componentes de la microcuenca, con los resultados obtenidos se realizan los programas del Plan de Manejo para cada zona, proponiendo soluciones a los conflictos encontrados, conservar las capacidades encontradas en la microcuenca y un mejor estilo de vida para las comunidades de la zona con el ambiente.

ABSTRACT

Watershed management plans are activities guidelines that are used to organize the activities that are carry out in a watershed and thus achieve a sustainable use of its resources and a better quality of life of the people living in it.

The proposed Management Plan is carried out through the use of GIS tools; the first step is to get a diagnosis of abiotic, biotic and socio-economic components, these components are analyzed by weighting, and then through algebraic operations we are able to obtain the Ecological-Economic Zoning, this constitutes a fundamental part of the management plan for the Manzano river micro-watershed

Ecological-Economic Zoning is generated with the ecological value, environmental sensibility and the analysis of the socio-economic components of the micro-watershed, with the obtained results, it is possible to carry out the managing programs for each zone and to propose solutions to conflicts and retain the capabilities found in the micro-watershed and a better way of living for the communities with the environment in the area.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

| | |
|---------------------------------------------------------------|----|
| RESUMEN | 5 |
| ABSTRACT | 6 |
| TABLA DE CONTENIDO | 7 |
| LISTA DE FIGURAS | 15 |
| TABLAS..... | 15 |
| ILUSTRACIONES..... | 18 |
| CAPITULO I..... | 20 |
| INTRODUCCIÓN..... | 20 |
| 1.1 ANTECEDENTES..... | 20 |
| 1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 21 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER | 21 |
| 1.4 DESCRIPCIÓN..... | 22 |
| 1.4.1 Ubicación geográfica. | 22 |
| 1.5. OBJETIVOS..... | 23 |
| 1.5.1 Objetivo general..... | 23 |
| 1.5.2 Objetivos específicos. | 24 |
| 1.6. METAS | 24 |
| 1.7. ESQUEMA METODOLÓGICO | 26 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPITULO II..... | 27 |
| MARCO TEÓRICO | 27 |
| 2.1 CUENCA HIDROGRAFICA | 27 |
| 2.1.1 Elementos..... | 27 |
| 2.1.2 Partes de la cuenca..... | 27 |
| 2.1.3 Componentes y subsistemas de una cuenca hidrográfica. | 28 |
| 2.2 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS E HIDROGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA..... | 28 |
| 2.3. FACTORES ABIÓTICOS | 30 |
| 2.3.1 Geología – geomorfología. | 30 |
| 2.3.2 Hidrología. | 30 |
| 2.3.3 Agua..... | 30 |
| 2.3.4 Suelo. | 31 |
| 2.3.5 Sedimentos..... | 31 |
| 2.3.6 Clima..... | 31 |
| 2.4. FACTORES BIÓTICOS | 32 |
| 2.4.1 Flora..... | 32 |
| 2.4.2 Fauna..... | 32 |
| 2.5. FACTORES SOCIO ECONOMICOS CULTURALES | 32 |
| 2.5.1 Político – administrativo..... | 32 |

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5.2 | Demografía. | 33 |
| 2.5.3 | Vivienda y servicios básicos. | 33 |
| 2.5.4 | Educación. | 33 |
| 2.5.5 | Producción. | 34 |
| 2.5.6 | Comunicación y transporte. | 34 |
| 2.5.7 | Cultural. | 34 |
| 2.6. | RIESGOS | 34 |
| 2.7 | ANÁLISIS FODA. | 35 |
| 2.8 | ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS | 35 |
| 2.8.1 | Zonificación ecológica económica. | 35 |
| 2.8.2 | Características de la ZEE. | 36 |
| 2.8.3 | Tipos de ZEE. | 36 |
| 2.9 | DISEÑO Y ESTRUCTURACION DE UN SIG PARA ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA | 37 |
| 2.9.1 | Definición de estándares. | 37 |
| 2.9.2 | Modelo lógico y cartográfico. | 38 |
| 2.9.2.1 | <i>Modelo lógico.</i> | 38 |
| 2.9.2.2 | <i>Modelo cartográfico.</i> | 38 |
| 2.9.2.3 | <i>Base de datos alfanumérica.</i> | 38 |
| 2.9.2.4 | <i>Base de datos gráfica.</i> | 38 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | 10 |
| 2.9.2.5 Almacenamiento de la información geoespacial. | 39 |
| 2.10. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUEENCA DEL RÍO MANZANO..... | 39 |
| CAPITULO III | 40 |
| DIAGNÓSTICO DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES DE LA MICROCUEENCA DEL RÍO MANZANO..... | 40 |
| 3.1 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS E HIDROGRÁFICOS DE LA CUENCA | 40 |
| 3.2 FACTORES ABÍOTICOS..... | 42 |
| 3.2.1 Geología y erodabilidad..... | 42 |
| 3.2.1.1 Resultados..... | 42 |
| 3.2.2 Geomorfología..... | 44 |
| 3.2.2.1 Resultados..... | 45 |
| 3.2.3 Hidrología..... | 47 |
| 3.2.3.1 Resultados..... | 47 |
| 3.2.4 Agua..... | 48 |
| 3.2.4.1 Resultados..... | 49 |
| 3.2.5 Suelo..... | 50 |
| 3.2.5.1 Resultados..... | 50 |
| 3.2.6 Uso actual del suelo..... | 50 |

| | |
|-----------------------------------------|----|
| | 11 |
| 3.2.6.1 <i>Resultados</i> | 51 |
| 3.2.7 Sedimentos..... | 51 |
| 3.2.7.1 <i>Resultados</i> | 52 |
| 3.2.8 Clima..... | 53 |
| 3.2.8.1 <i>Resultados</i> | 53 |
| 3.3 FACTORES ABÍOTICOS..... | 55 |
| 3.3.1 Flora..... | 55 |
| 3.3.1.1 <i>Resultados</i> | 55 |
| 3.3.2 Fauna..... | 55 |
| 3.3.2.1 <i>Resultados</i> | 56 |
| 3.4 FACTORES SOCIO ECONÓMICOS..... | 57 |
| 3.4.1 Político – administrativo..... | 57 |
| 3.4.2 Demografía..... | 58 |
| 3.4.3 Servicios básicos y vivienda..... | 58 |
| 3.4.4 Educación..... | 59 |
| 3.4.5 Producción..... | 59 |
| 3.4.6 Transporte y comunicación..... | 61 |
| 3.5 RIESGOS NATURALES..... | 61 |
| 3.5.1 Resultados..... | 63 |
| 3.6 ANÁLISIS DE FODA..... | 64 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPITULO IV | 65 |
| DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN SIG PARA LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA | 65 |
| 4.1 DEFINICIÓN DE ESTÁNDARES..... | 65 |
| 4.2 BASE DE DATOS ALFANUMÉRICA | 68 |
| 4.3 BASE DE DATOS GRÁFICA | 69 |
| 4.4 MODELO LÓGICO Y CARTOGRÁFICO PARA ZEE..... | 71 |
| 4.4.1 Unidades integradas del territorio (UIT). | 73 |
| 4.4.2 Unidades ecológicas (UE)..... | 73 |
| 4.4.3 Unidades Socioeconómicas (USE). | 73 |
| 4.4.4 Unidades socioeconómicas (USE)..... | 73 |
| 4.4.5 Valor ecológico..... | 75 |
| 4.4.6 Capacidad de uso de suelo. | 76 |
| 4.4.6.1 Clases agrológicas..... | 79 |
| 4.4.7 Uso potencial del suelo. | 81 |
| 4.4.8 Sensibilidad ambiental..... | 83 |
| 4.4.9 Valoración para el potencial del sistema socioeconómico. | 87 |
| 4.4.9.1 Conflictos de uso del suelo. | 87 |
| 4.4.9.2 Servicios básicos..... | 89 |
| 4.4.10 Zonificación ecológica económica..... | 96 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| | 13 |
| CAPÍTULO V | 101 |
| ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUEENCA DEL RÍO MANZANO..... | 101 |
| 5.1 MOMENTO NORMATIVO | 104 |
| 5.1.1 Misión..... | 104 |
| 5.1.2 Visión..... | 104 |
| 5.1.3 Políticas y líneas estratégicas..... | 104 |
| 5.2 MOMENTO ESTRATÉGICO..... | 108 |
| 5.2.1 Formulación de metas..... | 110 |
| 5.3 MOMENTO OPERATIVO..... | 113 |
| 5.3.1 Zonificación ecológica económica..... | 113 |
| 5.3.2 Definición de programas..... | 114 |
| 5.3.2.1 Programa de desarrollo agrícola..... | 116 |
| 5.3.2.2 Programa de desarrollo pecuario..... | 118 |
| 5.3.2.3 Programa de reforestación de las áreas erosionadas y protección de pendientes..... | 120 |
| 5.3.2.4 Programa para el desarrollo de turismo y recreación..... | 121 |
| CAPÍTULO VI | 123 |
| CONCLUSIONES..... | 123 |
| RECOMENDACIONES | 125 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| BIBLIOGRAFÍA | 127 |
| GLOSARIO | 130 |
| ANEXOS | 131 |
| ANEXO: 1: Ilustración 1.01 – MAPA BASE | 131 |
| ANEXO: 2: Ilustración 1.02 – MAPA GEOLÓGICO | 132 |
| ANEXO: 3: Ilustración 1.03 – MAPA DE ERODABILIDAD | 133 |
| ANEXO: 4: Ilustración 1.04 – MAPA DE PENDIENTES | 134 |
| ANEXO: 5: Ilustración 1.05 – MAPA GEOMORFOLÓGICO | 135 |
| ANEXO: 6: Ilustración 1.06 – MAPA MUESTREO DE AGUA | 136 |
| ANEXO: 7: Ilustración 1.07 – MAPA DE TIPO DE SUELO | 137 |
| ANEXO: 8: Ilustración 1.08 – MAPA DE USO DE SUELO | 138 |
| ANEXO: 9: Ilustración 1.09 – MAPA DE METALES EN SEDIMENTOS | 139 |
| ANEXO: 10: Ilustración 1.10 – MAPA DE CLIMA | 140 |
| ANEXO: 11: Ilustración 1.11 – MAPA DE FLORA | 141 |
| ANEXO: 12: Ilustración 1.12 – MAPA DEMOGRÁFICO | 142 |
| ANEXO: 13: Ilustración 1.13 – MAPA DE VALOR ECOLÓGICO | 143 |
| ANEXO: 14: Ilustración 1.14 – MAPA CAPACIDAD DE USO SUELO | 144 |
| ANEXO: 15: Ilustración 1.15 – MAPA USO POTENCIAL DE SUELO | 145 |
| ANEXO: 16: Ilustración 1.16 – MAPA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL | 146 |
| ANEXO: 17: Ilustración 1.17 – MAPA CONFLICTOS DE USO SUELO | 147 |

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| ANEXO: 18: Ilustración 1.18 – MAPA DE SERVICIOS BÁSICOS | 148 |
| ANEXO: 19: Ilustración 1.19 – MAPA DE ZEE..... | 149 |

LISTA DE FIGURAS

TABLAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Clases de Riesgo con su ponderación..... | 35 |
| Tabla 2. Cuadro resumen de los parámetros morfométricos de la microcuenca..... | 40 |
| Tabla 3. Litología y erodabilidad de las rocas..... | 42 |
| Tabla 4. Clase de Pendientes | 45 |
| Tabla 5. Geoformas de la Microcuenca del Río Manzano | 45 |
| Tabla 6. Acción Glaciar Microcuencas del Río Manzano..... | 46 |
| Tabla 7. Tipo de Caudales según las clases..... | 47 |
| Tabla 8. Características del agua en la microcuenca del Río Manzano. | 49 |
| Tabla 9. Descripción de los tipos de Suelo dentro de la Microcuenca del Río Manzano | 50 |
| Tabla 10. Uso actual del suelo dentro de la microcuenca del Río Manzano..... | 51 |
| Tabla 11. Resultados Totales de Mg, Ca, Na y K en las muestras de sedimentos | 52 |
| Tabla 12. Ombrotipos presentes en el Ecuador Continental | 53 |
| Tabla 13. Termotipos presentes en el Ecuador Continental | 54 |
| Tabla 14. Tabla de número de especies de aves por localidad..... | 56 |
| Tabla 15. Tabla de número de especies de mamíferos por localidad..... | 56 |
| Tabla 16. Tabla de número de especies de herpetofauna por localidad | 56 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 17. Acceso a infraestructura comunitaria y servicios básicos, en comunidades cercanas al Qhapaq Ñan, zona 2 Chimborazo, UNACH, mayo del 2009 | 58 |
| Tabla 18. Población según nivel de escolaridad, comunidades Qhapaq Ñan, UNACH, mayo del 2009 | 59 |
| Tabla 19. Principales cultivos en las comunidades cercanas a Qhapaq Ñan, UNACH, mayo del 2009 | 60 |
| Tabla 20. Destino de producción y tipo de pastoreo de animales en las comunidades cercanas al Qhapaq Ñan, UNACH, mayo del 2009. | 60 |
| Tabla 21. Clases de riesgos. | 61 |
| Tabla 22. Mapa de riesgos naturales, tabla de ponderación. | 62 |
| Tabla 23. Área de las clases de riesgos | 63 |
| Tabla 24. Área de las clases de riesgos | 64 |
| Tabla 25. Coberturas Cartografía Temática de la Microcuenca del Río Manzano. | 65 |
| Tabla 26. Estructura de los componentes en relación a la base de datos espacial..... | 71 |
| Tabla 27. Rangos de valoración mediante factores ecológicos..... | 76 |
| Tabla 28. Valoración ecológica de la microcuenca del Río Manzano | 76 |
| Tabla 29. Ponderación para obtener el Mapa de capacidad de uso del suelo..... | 78 |
| Tabla 30. Escala de importancia del modelo de Capacidad de Uso..... | 80 |
| Tabla 31. Capacidad de uso del suelo de la microcuenca del Río Manzano | 80 |
| Tabla 32. Ponderación de mapas para obtener el uso potencial del suelo..... | 81 |
| Tabla 33. Uso potencial del suelo de la microcuenca del río Manzano | 82 |
| Tabla 34. Ponderación de mapas para obtención del mapa de Sensibilidad Ambiental | 84 |
| Tabla 35. Categorización de sensibilidad ambiental de la microcuenca del río Manzano... | 87 |
| Tabla 36. Simbología utilizada en uso actual y uso potencial..... | 87 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 37. Unidades para el mapa de conflictos de uso del suelo. | 88 |
| Tabla 38. Valoración y descripción para el servicio de Vialidad. | 90 |
| Tabla 39. Descripción y ponderación de Energía Eléctrica. | 90 |
| Tabla 40. Descripción y ponderación de Agua. | 90 |
| Tabla 41. Descripción y ponderación de Telefonía. | 91 |
| Tabla 42. Descripción y ponderación de Alcantarillado. | 91 |
| Tabla 43. Descripción y ponderación de Alcantarillado. | 91 |
| Tabla 44. Reclasificación y descripción de zonas con variables socioeconómicas. | 92 |
| Tabla 45. Ponderación de datos para conflictos de uso para propuesta ecológica. | 97 |
| Tabla 46. Ponderación de datos para conflictos de uso para propuesta ecológica. | 97 |
| Tabla 47. Matriz de valor con las zonas recomendables. | 97 |
| Tabla 48. Ponderación para obtener mapa de ZEE. | 97 |
| Tabla 49. Unidades temáticas del mapa de ZEE. | 98 |
| Tabla 50. Simbología de los criterios asignados a los indicadores. | 101 |
| Tabla 51. Estado de cada indicador analizado. | 101 |
| Tabla 52. Normativas y líneas estratégicas para la propuesta del plan de manejo. | 104 |
| Tabla 53. Metas formuladas para la propuesta de plan de manejo de la microcuenca del Río Manzano. | 110 |
| Tabla 54. Metas formuladas para la propuesta de plan de manejo de la microcuenca del Río Manzano. | 114 |
| Tabla 55. Definición de programas a través de la ZEE. | 116 |

ILUSTRACIONES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Ubicación del Área de Estudio..... | 23 |
| Ilustración 2. RE3: Piroclastos Dacítico..... | 38 |
| Ilustración 4. RE4: Andesita..... | 44 |
| Ilustración 5. Laguna Mapahuiña, Geomorfología..... | 46 |
| Ilustración 6. Geomorfología..... | 46 |
| Ilustración 7. Estructura y base de datos espacial | 70 |
| Ilustración 8. Geodatabase de Cartografía Base de la Microcuenca del Río Manzano..... | 72 |
| Ilustración 9. Geodatabase de Cartografía Temática de la Microcuenca del Río Manzano. | 72 |
| Ilustración 10. Geodatabase de Zonificación Ecológica Económica de la Microcuenca del Río Manzano. | 72 |
| Ilustración 11. Modelo Cartográfico para la ZEE (Basado en la ZEE de la Amazonia Peruana) | 74 |
| Ilustración 12. Modelo Cartográfico para determinar el Valor Ecológico | 75 |
| Ilustración 13. Modelo Cartográfico para el desarrollo del mapa de capacidad de uso del suelo..... | 77 |
| Ilustración 14. Modelo Cartográfico para el desarrollo del mapa del Uso Potencial del Suelo. | 82 |
| Ilustración 15. Modelo Cartográfico para el desarrollo del mapa de Sensibilidad Ambiental. | 86 |
| Ilustración 16. Matriz de evaluación para determinar conflictos de uso. | 88 |
| Ilustración 17. Modelo cartográfico para determinar los conflictos de uso del suelo. | 89 |
| Ilustración 18. Condiciones de los servicios básicos en el área de estudio. | 93 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ilustración 19. Modelo cartográfico para obtener la evaluación de servicios básicos. | 96 |
| Ilustración 20. Modelo cartográfico para obtener la ZEE. | 100 |
| Ilustración 21. Niveles del mapa estratégico | 108 |
| Ilustración 22. Mapa estratégico..... | 109 |

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La cuenca hidrográfica es concebida como el territorio delimitado por los escurrimientos superficiales que convergen a un mismo cauce, es el entorno básico indispensable para estudiar la función ambiental, económica y social de los cuerpos de agua y su impacto en la vida de las mujeres y hombres, en vista de que los recursos hídricos están directamente afectados, debido a la actividad agropecuaria y humana, en general, es necesario efectuar un diagnóstico del estado actual de las cuencas hidrográficas a fin de procurar su preservación.

Con el estudio de una cuenca se logra ordenar y regular la actividad humana en función de preservar, en calidad y cantidad, los recursos hídricos necesarios para sus propias actividades (económicas y sociales) y la sobrevivencia de los ecosistemas naturales.

En la cuenca del río Manzano se encuentra la parroquia de Achupallas. Localizada a 28 km de Alausí en la provincia de Chimborazo, a una altura aproximada de 3000 msnm, dentro de los límites de la microcuenca habitan 8 comunidades indígenas Huanca Pallaguchi, San Francisco, Shaglay, Mapaguiña, Azuay, Bactinag, San Antonio y Achupallas.

La Población de Achupallas se abastece de agua proveniente de la microcuenca del río Manzano, debido a lo cual ésta se convierte en una fuente natural de gran importancia vital para dichas comunidades.

Este proyecto se realizará en conjunto con la Universidad Nacional del Chimborazo (UNACH), que es una Institución pública que realiza proyectos con la finalidad de ayudar a

las poblaciones rurales de la provincia de Chimborazo, que mayormente son sustentadas por el sector agrícola y ganadero.

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la zona existen estudios a nivel regional, sin mayor grado de detalle ni actualización, lo que impide realizar una propuesta de Plan de Manejo y desarrollo de la microcuenca, para esto se identifica los principales problemas a nivel local, entre los cuales destacan una mala administración del territorio, para desarrollar actividades agrícolas y de pastoreo, así también respetar las áreas de protección y conservación; otro de los problemas es la falta de conocimiento de las condiciones en que se encuentra el territorio.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER

El área de estudio se encuentra en la zona rural, por lo que en su mayoría está ocupada por pastizales y cultivos de ciclo corto. Se aprecia cobertura vegetal como: forestal, de cultivo, arbustiva y pajonales; extensa en los alrededores, debido a que se encuentra cerca de la cumbre de la montaña, que en esta zona alcanza una altura de 4360 msnm, el área de la Microcuenca del río Manzano se ve necesario realizar estudios centralizados, que aporten a investigaciones a nivel regional, ésta Microcuenca pertenece a la cuenca del río Guayas, una de las más importantes y más grandes de las cuencas hidrográficas del País.

Se ha tomado en cuenta, para la Microcuenca del río Manzano, realizar una propuesta de plan de manejo mediante la metodología de Zonificación Ecológica Económica, para mantener y preservar los páramos andinos del territorio ecuatoriano donde se encuentra la reserva más grande de agua, su contenido de agua en la parte alta de la Microcuenca donde se encuentran lagunas que acumulan agua, de donde se desprende, mediante ríos a las comunidades, que se suministra de este recurso. Debido al área de 81,069 Km² de la

Microcuenca, y necesidad de las comunidades de cuidar dicha reserva de agua natural ubicado en los páramos del lugar.

Estos páramos son importantes ecosistemas que han proporcionado una significativa función socio-económica a la comunidad Andina como su principal fuente de agua por ello es necesario conservarlos¹, y para tal efecto, es imprescindible caracterizarlos.

1.4 DESCRIPCIÓN

1.4.1 Ubicación geográfica.

PAÍS: Ecuador
 PROVINCIA: Chimborazo
 CANTÓN: Alausí
 Límites de la microcuenca del río Manzano
 Proyección: UTM
 Datum: WGS84_zona17S

| No | ESTE | NORTE |
|----|--------|---------|
| 1 | 743000 | 9752000 |
| 2 | 755000 | 9752000 |
| 3 | 755000 | 9736000 |
| 4 | 743000 | 9736000 |



¹ Programa para el manejo del agua y del suelo, (V. Iñiguez - Universidad de Cuenca, Ecuador).

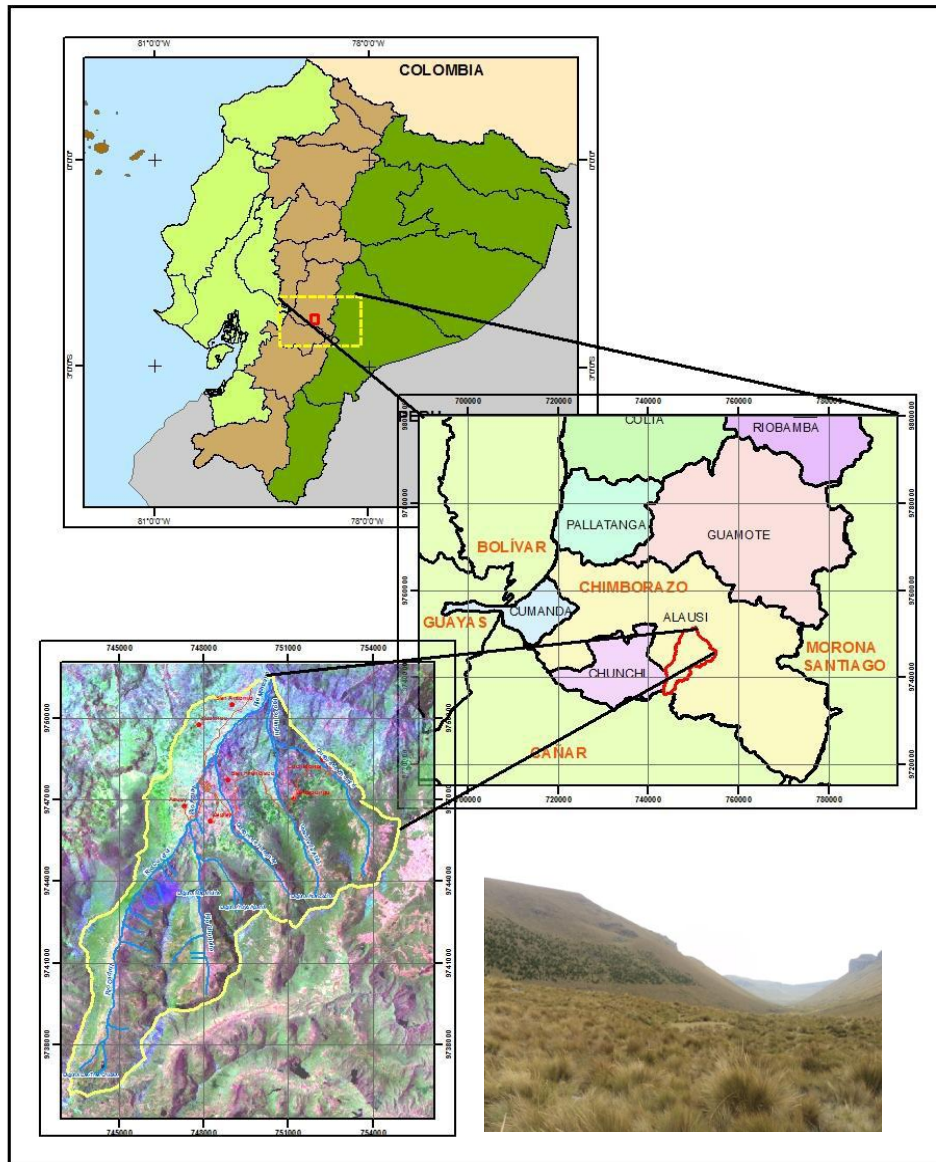


Ilustración 1. Ubicación del Área de Estudio

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general.

Realizar la propuesta de Plan de Manejo Integral a partir de la Línea Base Ambiental de la Microcuenca del río Manzano, cantón Alausí, Provincia de Chimborazo, mediante el uso de herramientas SIG.

1.5.2 Objetivos específicos.

- Diseñar y estructurar un SIG para la zonificación ecológica – económica en la microcuenca del Río Manzano.
- Identificar las aptitudes de uso y manejo de la tierra del lugar de análisis.
- Formular una propuesta de Plan de Manejo de la zona de estudio para alcanzar una mejor calidad de vida de la población así como el desarrollo sustentable y sostenible de la región.

1.6. METAS

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

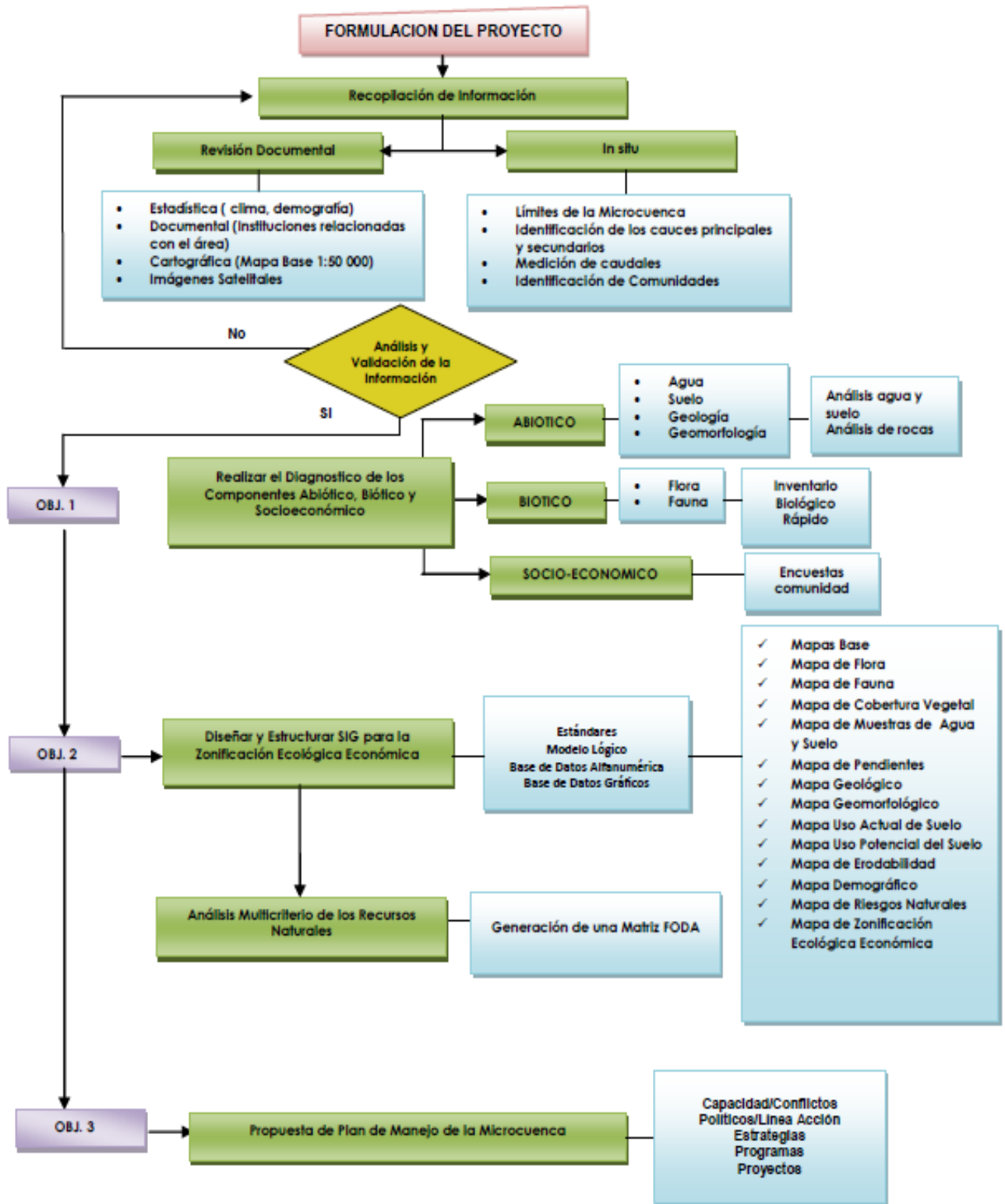
| MAPAS GENERADOS | | |
|----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO DE INFORMACIÓN | CARACTERÍSTICAS | ELABORADO POR: |
| Mapa Base | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Fuente: IGM Ing. Fabio Ortega: Digitalización y estructuración de información |
| Mapa de Flora | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de Fauna | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de Cobertura Vegetal | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de muestras de agua | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de Pendientes | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa Geológico | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |

| | | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|
| Mapa Geomorfológico | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de Uso de Suelos | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de Uso Potencial de Suelos | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de Erodabilidad | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de Demográfico | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de Riesgos Naturales | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |
| Mapa de Zonificación Ecológica-Económica | Esc. 1:50.000, proyección WGS 84 UTM Zona 17 S | Ing. Fabio Ortega |

| DATOS | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| TIPO DE INFORMACIÓN | PROPORCIONADO POR |
| Muestreo suelo (Tipo y Calidad) | Técnicos de la UNACH |
| Muestreo de Agua (Tipo y Calidad) | Técnicos de la UNACH |

- Una base de datos gráfica y alfanumérica que contenga toda la información básica y temática extraída de la microcuenca.
- Una Geodatabase
- Un Modelo Cartográfico del sistema.
- Un Plan de Manejo en el área de estudio.

1.7. ESQUEMA METODOLÓGICO



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 CUENCA HIDROGRAFICA

La Cuenca Hidrográfica es la unidad territorial natural que capta la precipitación, y es por donde transita el escurrimiento hasta un punto de salida en el cauce principal.

La Cuenca Hidrográfica al ser fuente de captación de agua natural y un sistema dinámico de elementos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos es una base para el desarrollo de las actividades antrópicas aunque también de riesgo cuando ocurren fenómenos naturales extremos como sequías o inundaciones o el agua se contamina.

2.1.1 Elementos.

- Río principal
- Los afluentes
- Divisoria de aguas
- Relieve de la cuenca
- Obras humanas

2.1.2 Partes de la cuenca.

- Cuenca de recepción.
- Garganta o canal de desagüe.
- Cono de deyección.

2.1.3 Componentes y subsistemas de una cuenca hidrográfica.

Los componentes del sistema (subsistemas) son subconjuntos organizados de recursos del sistema, con una misión específica condicionada al logro de los objetivos globales del sistema. Un aspecto importante, asociado con la identificación del sistema, se relaciona con la comprensión, por parte de la administración del sistema y de los componentes, de las interrelaciones existentes entre las misiones de los diferentes componentes, y la subordinación de las misiones particulares a la misión global del sistema. Esta comprensión permitirá, a cada componente, orientar sus esfuerzos hacia el logro de su misión, teniendo siempre presente el papel que desempeña en el logro de los objetivos globales del sistema. En el sistema cuenca hidrográfica se identifican los siguientes subsistemas: biótico, físico y socioeconómico cultural.

2.2 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS E HIDROGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA

Los parámetros morfométricos de una cuenca hidrográfica o también llamada cuenca de drenaje, se encuentra limitada por un contorno interior donde cae agua de lluvia se acumula y se dirige a un punto común que es denominado, salida de la cuenca o punto de desagüe.

- Perímetro (P)
- Área (A)
- Longitud Axial (La)
- Ancho promedio (Ap)
- Formas de la cuenca.

Para determinar la forma se utilizan varios índices asociados a la relación área- perímetro y los más comunes son:

- Coeficiente forma (Kf)
- Coeficiente de compacidad (Kc)

- Elevaciones o altitud de la cuenca.

Mediante este parámetro se puede relacionar la variabilidad climática y ecológica, así también como susceptibilidad de riesgos naturales y uso adecuado del suelo.

- Número de intervalos de la Cuenca (N)
 - Altitud media (H)
 - Mediana de altitud (Ma)
- Pendiente media del cauce principal.
 - Declividad de la microcuenca.
 - Longitud del rectángulo equivalente (L).
 - Índice de pendiente de declividad (Ip).
 - Índice de declividad global (Ig).
 - Desnivel específico (Ds).
 - Morfometría hidrográfica
 - Orden de cauce
 - Densidad de drenaje (Dd)
 - Patrones de drenaje

2.3. FACTORES ABIÓTICOS

2.3.1 Geología – geomorfología.

Es necesario visualizar las pendientes del terreno ya que por medio de ésta, se pueden distinguir principalmente las formas de la superficie del terreno y tener una idea leve sobre la formación geológica, para verificación de campo mediante un muestreo.

2.3.2 Hidrología.

Identifica las innumerables fuentes de aguas, las cuales son mantenidas la cuenca hidrográfica y son de vital importancia para el desarrollo comunitario, ya sea para uso agropecuario, y abastecimiento de agua potable, entre otras.

- Caudales: El caudal es de vital importancia para estudios de Plan de Manejo, ya que de ser el caso se puede implantar proyectos de hidroeléctricas pensando en beneficios comunitarios.

2.3.3 Agua.

- Calidad de agua

Tanto la calidad como la cantidad son aspectos del agua que aseguran determinado uso. La calidad es representada por características intrínsecas generalmente mesurables de naturaleza física, química y biológica.

- Índice de calidad de agua.
- Cálculo del índice de Calidad de agua.
- Macro invertebrado como indicadores de calidad de agua².

² Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. 2ª ed. Editorial Presencia. Bogotá, Colombia.

➤ Índices de biodiversidad³.

2.3.4 Suelo.

El suelo es un recurso natural que se forma a partir de factores interactivos como el clima, topografía, organismos vivos y tiempo; este recurso es de gran importancia para la productividad, así también, para el desarrollo de plantas y animales, cuando se toma en consideración un manejo adecuado, para que dicho recurso sea un recurso renovable.

- Tipos de suelo
- Uso actual del suelo
- Uso potencial del suelo

2.3.5 Sedimentos.

La carga del sedimento determina la forma y el patrón del canal de un río. Los cambios en la producción del sedimento reflejan cambios de clima, suelos, tasas de erosión, vegetación, topografía y la utilización del suelo. Las fluctuaciones en la descarga del sedimento afectan en grande muchos procesos terrestres y costeros, incluyendo respuestas del ecosistema, porque los alimentos se transportan junto con la carga del sedimento.

2.3.6 Clima.

Se describe como las condiciones atmosféricas de una región donde van proporcionalmente con la altura media de la zona de estudio, se caracteriza microclimas y se determina el tipo de especies tanto en flora como fauna. Para estudios locales de clima se analiza elementos de tiempo como: precipitación, temperatura, humedad y presión

³ Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. 2ª ed. Editorial Presencia. Bogotá, Colombia.

2.4. FACTORES BIÓTICOS

2.4.1 Flora.

La flora tiene en cuenta al número de especies mientras que la vegetación hace referencia a la distribución de las especies y a la jerarquía relativa, por número de individuos y tamaño, de cada una de ellas. Por tanto, la flora, según el clima y otros factores ambientales, determina la vegetación.

2.4.2 Fauna.

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

2.5. FACTORES SOCIO ECONOMICOS CULTURALES

2.5.1 Político – administrativo.

La microcuenca del río Manzano se encuentra dentro de la parroquia de Achupallas que limita al Norte por el Cantón Colta, al Sur el Cantón Chunchi y la Provincia del Cañar, al Este por Morona Santiago y al Oeste por Guasuntos, Sevilla y Pumallacta. En la zona de estudio se encuentran ocho comunidades denominadas: Huanca Pallaguchi, San Francisco, Shaglay (Zaglay), Mapahuiña, Azuay, Bactinag (Bactinas), San Antonio y Achupallas. El poblado de Achupallas es la cabecera parroquial gobernada por el presidente de la junta parroquial.

2.5.2 Demografía.

La demografía es el conjunto de personas que habitan en un determinado territorio y que está caracterizado por una valoración cuantitativa que nos informa del volumen o tamaño que tiene, caracterizadas por que se ubican en ambientes geográficos con características ambientales determinadas.

No se puede hacer un diagnóstico de la situación ambiental en una microcuenca sin analizar los vínculos entre los patrones medioambientales y socio demográficos de su gente.

2.5.3 Vivienda y servicios básicos.

La vivienda y servicios básicos son la base material de una sociedad y la que determinará la estructura social, el desarrollo y el cambio social de la misma.

Las personas que viven hacinados en asentamientos ilegales soportan servicios inadecuados de abastecimiento de agua potable, saneamiento e inundaciones, desprendimientos de tierras, emisiones y contaminación del aire.

2.5.4 Educación.

Con individuos con un buen nivel educativo se logra que las comunidades comprendan la complejidad del ambiente natural y el creado por el hombre, resultado este último de la interacción de los factores biológicos, físico-químicos, sociales, económicos y culturales, para que adquieran los conocimientos, valores, actitudes y habilidades; prácticas que les permitan participar de manera responsable y efectiva en la previsión y resolución de los problemas ambientales.

2.5.5 Producción.

La producción óptima y sostenida es importante, desde todo punto de vista, dado que se persigue que el aprovechamiento de los recursos se logre a un nivel óptimo, sin perder de vista que ese nivel óptimo deba permitir su uso en forma permanente. Esta producción se refiere a la agricultura, los bosques, la ganadería y la minería, y a todas las actividades que ello implica.

2.5.6 Comunicación y transporte.

Las comunicaciones y el transporte son un medio fundamental para el alcance del desarrollo y del comercio en una Cuenca Hidrográfica. Aunque el avance de las comunicaciones es importante y permite transmitir información por telégrafo, teléfono, fax o correo electrónico, el contacto personal tiene características propias que no se pueden sustituir.

2.5.7 Cultural.

Las poblaciones ubicadas dentro del lugar de estudio poseen tradiciones y costumbres, propias de la cultura indígena de nuestro país.

2.6. RIESGOS

La importancia de este tipo de cartografía, es primordial como prevención vinculada a la planificación territorial. La determinación de zonas de riesgo para planificar la localización de usos del territorio constituye un instrumento que sirve, para evitar los daños que la dinámica del medio pueda causar a las actividades humanas, planificadas en la ordenación del territorio.

Analizar en cada mapa el tipo de riesgo que existe, tomando como clases:

Tabla 1. Clases de Riesgo con su ponderación

| CLASES DE RIESGO | VALOR |
|-------------------------|--------------|
| Muy bajo | 1 |
| Bajo | 2 |
| Medio | 3 |
| Alto | 4 |
| Muy alto | 5 |

Fuente: FAO 2006

2.7 ANÁLISIS FODA

Es una herramienta que sirve para analizar la situación de una cuenca. Su principal función es detectar las relaciones entre las variables más importantes para así diseñar estrategias adecuadas, dentro de cada uno de los ambientes (externo e interno) se analizan las principales variables que la afectan; en el ambiente externo, las amenazas que son todas las variables negativas que afectan directa o indirectamente a la cuenca y además las oportunidades que nos señalan las variables externas positivas. En el ambiente interno, las fortalezas que benefician a la cuenca y las debilidades, aquellos factores que perjudican las potencialidades de la cuenca.

2.8 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

2.8.1 Zonificación ecológica económica.

La Zonificación Ecológica Económica es un instrumento para ordenamiento del territorio, mediante una planificación de uso de los recursos ecológicos, económicos y socialmente aceptables. La ZEE ayuda a identificar las potencialidades y limitaciones que existen en el

área de estudio y brinda información suficientemente sustentada para tomar decisiones en cuanto al uso del territorio, tomando en cuenta la armonización de las actividades económicas y utilización de recursos.

Uno de los principales objetivos de la ZEE, es dar soluciones técnicas para el desarrollo de planes y ordenamiento territorial, otra cualidad es ofrecer información integrada para una adecuada gestión del territorio y otro proceso es reconocer, evaluar e incorporar las condiciones ambientales, sociales, económicas y culturales.

2.8.2 Características de la ZEE.

Los principios de ZEE son aplicables a todas las escalas geográficas. La utilidad de esta herramienta es mayor en áreas con mínima intervención antrópica, en general, a cuencas hidrográficas o regiones fitogeográficas.

2.8.3 Tipos de ZEE.

Los tipos de ZEE son los siguientes:

- Macrozonificación (escala $\leq 1:250000$)
- Mesozonificación (escala $\leq 1:100000$)
- Microzonificación (escala $\leq 1:25000$)

Estos tipos de ZEE están orientados a proyectos de desarrollo, planes de manejo en áreas locales, de esta manera contribuye al ordenamiento y acondicionamiento del territorio ambiental y social

2.9 DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN SIG PARA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA

2.9.1 Definición de estándares.

Se debe tomar en cuenta para evaluar productos cartográficos, términos como la exactitud y precisión, pues mientras el primero “es el grado en que los detalles gráficos del mapa representan su verdadera posición en el terreno”, el segundo es “el grado de detalle de los trazos realizados con el mismo proceso bajo circunstancias similares”.

En este sistema se debe evaluar cinco factores principales, la exactitud de:

1. Posición horizontal
2. Posición vertical
3. La Integridad debe considerar aquellas características importantes del diseño de un mapa; su cuantificación está dada por cuatro niveles.
4. La Configuración es la semejanza de forma que tienen los detalles del producto con los accidentes reales del terreno, según lo permitido por la escala, se determinará en cuatro niveles.
5. Vigencia de la información como el grado de actualización de los detalles, basada en la antigüedad de la misma, referenciada a la fecha de captura, (realizada por cualquier medio, sensores remotos y/o topografía), se han agrupado ciertos cuantificadores en este factor, en razón a que la fecha de la información afectan en su naturaleza y configuración.

2.9.2 Modelo lógico y cartográfico.

2.9.2.1 Modelo lógico.

El modelo lógico incluye herramientas GIS para realizar operaciones lógicas y generar resultados en base a operaciones aritméticas, estadísticas y analíticas; también se refiere a la organización y estructuración de la geoinformación, dentro base de datos espacial, como es los archivos geodatabase (gdb), se complementa con el modelo cartográfico al momento de las operaciones realizadas, llevando un proceso lógico y técnico.

2.9.2.2 Modelo cartográfico.

Se describe como un conjunto de operaciones, consiste en un flujograma de operaciones que de un modo preciso el conjunto de procesos a ejecutar sobre los niveles básicos de información para obtener consecutivamente un nivel o niveles de información que responden a los objetivos planteados.

2.9.2.3 Base de datos alfanumérica.

La base de datos está representada por campos numéricos y campos de texto donde se encuentran las descripciones específicas de los datos producidos de un área en particular, ya sea, de cada elemento mediante sus atributos de cada elemento de punto, línea y polígono.

2.9.2.4 Base de datos gráfica.

La característica fundamental de un Sistema de Información Geográfica lo constituye la base de datos, sistema que almacena, gestiona y analiza datos gráficos para producir información útil en forma de mapas o de informes.

2.9.2.5 Almacenamiento de la información geoespacial.

El almacenamiento y publicación de la información, consiste en dejar de forma libre la base de datos sobre la información que se obtiene del área de estudio, y puedan visualizar de forma dinámica los mapas generados, de tal forma que sea útil principalmente para las comunidades aledañas y se tenga oportunidad de desarrollar en otros proyectos en beneficio de las mismas, tanto como para el estado.

2.10. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO MANZANO

El Plan de Manejo del Sistema Operativo Microcuencas, está enfocado a lograr una gestión ambiental integrada en el área de las mismas. Lo anterior trae consigo la ejecución de actividades en los ámbitos sociales, económicos y ambientales, las cuales se traducirán en un mejoramiento de la calidad de vida de las personas que habitan en las mismas.

CAPITULO III

DIAGNÓSTICO DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES DE LA MICROCUEENCA DEL RÍO MANZANO

La microcuenca del río Manzano se encuentra localizada en la provincia de Chimborazo, cantón Alausí, límite con la provincia del Cañar se encuentra en una altura media de 3445 msnm, es parte de la gran reserva de agua de los páramos andinos, donde se requiere de un buen manejo de la microcuenca, de todos sus componentes ambientales ya que se cuenta con una línea base y de esta forma realizar un diagnóstico de las condiciones de la microcuenca. Para esto es necesario conocer el lugar de estudio mediante la ubicación geográfica y la condición topográfica, la red hidrográfica, comunidades localizadas, disponibilidad vial, educación; donde se desarrollan las actividades de las comunidades que pertenecen al área de estudio. (ANEXO: 1: Ilustración 1.01)

3.1 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS E HIDROGRÁFICOS DE LA CUENCA

Tabla 2. Cuadro resumen de los parámetros morfométricos de la microcuenca.

| Parámetro | Método de Obtención | Valor | Unidades | Conclusión para la Microcuenca del Río Manzano |
|---------------------|--------------------------------------------------|-------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Perímetro (P) | Cálculo de geometría en ArcGis 10 | 47,01 | Km | |
| Área (A) | Cálculo de geometría en ArcGis 10 | 81,07 | Km ² | De acuerdo al área calculada pertenece a un área de tamaño mediana. |
| Longitud Axial (La) | Medición de eje principal de la cuenca ArcGis 10 | 17,02 | Km | La longitud axial del cauce principal pertenece de acuerdo a su valor, a un cauce de longitud larga. |
| Ancho Promedio (Ap) | $Ap = \frac{A}{La}$ | 4,76 | Km | Cuenca alargada con su longitud axial mayor a su ancho promedio |

| | | | | |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coeficiente forma (Kf) | $Kf = \frac{Ap}{La}$ | 0,28 | - | El coeficiente forma, pertenece a Ligeramente achatada, el valor tiende a ser intermedio, por lo que existirá crecidas medias. |
| Coeficiente de compacidad (kc) | $kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi \times A}}$ | 1,47 | - | Microcuenca Oval redonda u oval oblonga, con tendencia a crecidas medias. |
| Altura Máxima de la cuenca (HM) | Búsqueda en curvas de nivel de elevación máxima en ArcGis 10 | 4440 | m | Gran pendiente, en la parte alta de la Microcuenca. |
| Altura Mínima de la cuenca (hm) | Búsqueda en curvas de nivel de elevación mínima en ArcGis 10 | 2720 | m | Variación de pisos Altitudinales andinos de tierra templada y tierra fría. |
| Número de intervalos de la Cuenca (N) | $N = \frac{HM - hm}{6}$ | 287 | m | HM = Altura Máxima hm = Altura Mínima |
| Altura media (H) | $H = \frac{\sum hi * Si}{A}$ | 3445 | m | La altitud media de la microcuenca es un indicador de microclima templado propio de los páramos. |
| Pendiente Media del Cauce Principal | Valor dado por el gráfico de perfil del cauce principal | 2920 | m | |
| Longitud del rectángulo equivalente | $L = A^{\frac{1}{2}} * \frac{C}{1,128} * \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,128}{Kc}\right)^2} \right]$ | 19,31 | Km | |
| Índice de pendiente de declividad (Ip) | $Ip = L^{-1/2} \sum_{i=1}^n (aixdi)^{1/2}$ | 27,01 | | Microcuenca que presenta una pendiente moderada a fuerte, tiende ser susceptible a crecidas, inundaciones, erosión y acumulación de sedimentos. |
| Indice de declividad global (Ig) | $Ig = \frac{D}{L}$ | 54,11 | m/Km | Pertenece a un relieve Fuerte |
| Desnivel Específico (Ds) | $Ds = Ig * \sqrt{A}$ | 487,16 | m | Pertenece a un relieve Fuerte |
| Orden del Cauce | Vista de orientación en ArcGis 10 | Orden de corriente medio | | Orden mayor de afluente 3, pertenece a corriente media, es decir, bajo drenaje y poco permeable. |
| Densidad de Drenaje (Dd) | $Dd = \sum_1^s \frac{Lx}{A}$ | 0,75 | | Red fluvial con densidad baja, con poca permeabilidad, ya que, contienen arcilla en los suelos. |
| Patrones de Drenaje | Vista de orientación en ArcGis 10 | Patrón erosional paralelo | | Área con pendientes pronunciadas, se presenta sobre flujos de lavas, indicador de región glaciada |

3.2 FACTORES ABÍOTICOS.

3.2.1 Geología y erodabilidad.

Se realizó una recopilación de información geológica de estudios anteriores y también de cartografía existente a nivel nacional, por lo que se empleó el mapa geológico a nivel nacional del SIGAGRO 1999, cartografía escala 1:10000 (hojas geológicas Alausí y Cañar)⁴, y una imagen satelital ASTER del 2009⁵.

Para el trabajo en campo se levanta la información con muestras de rocas, en sitios donde se observa cambios en las formaciones rocosas, y luego se codifican para que en oficina sean reconocidas⁶.

En oficina, mediante la imagen satelital ASTER se procede a digitalizar la geología de la zona, se obtiene una cartografía base, que posteriormente con los puntos tomados de las muestras se procede a realizar una clasificación supervisada en ENVI 5.0 a dicha imagen, culminando con la identificación de las rocas. (ANEXO: 1: Ilustración 1.02)

La erodabilidad de las rocas se determino mediante el mapa de SIGAGRO 2011, lo cual se concluye que la litología de las rocas tiene una susceptibilidad baja a la erosión. (ANEXO: 1: Ilustración 1.03).

3.2.1.1 Resultados.

Tabla 3. Litología y erodabilidad de las rocas

| COD | ESTE | NORTE | ALT. | ROCA | DESCRIPCIÓN | CONDICIÓN | OBSERVACIÓN | LITOLOGÍA | ERODABILIDAD |
|-----|------|-------|------|------|-------------|-----------|-------------|-----------|--------------|
|-----|------|-------|------|------|-------------|-----------|-------------|-----------|--------------|

⁴ Uso de información geográfica disponible y autorizada por el Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE),

⁵ Uso de información geográfica disponible y autorizada por el Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE),

⁶ Apoyo Geólogo, Ing. Gustavo Gálvez. Director del Sistema de Información Nacional de Pasivos Ambientales (SINPAS) – PRAS – MAE.

| | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|------|-----------------|----------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|
| RE3 | 747423 | 9746138 | 3474 | Ígnea Volcánica | Mezcla de ceniza volcánica y rocas (dacitas) | Ligeramente meteorizado | Flujo Piroclástico Dacítico | Piroclastos Dacíticos | E1 (Poca susceptibilidad a la erosión) |
| RE4 | 747247 | 9745819 | 3494 | Ígnea Volcánica | Andesita | Meteorizada | Andesita | Andesita | E1 (Poca susceptibilidad a la erosión) |
| RE6 | 747019 | 9745167 | 3553 | Metamórfica | Cuarzo lechoso con esquistos sericitico | Ligeramente meteorizado | Betas de cuarzo lechoso en estratos de esquistos sericitico (Serie Paute) | Esquistos | E1 (Poca susceptibilidad a la erosión) |
| RE8 | 746777 | 9744832 | 3605 | Metamórfica | Esquistos sericitico | Meteorizada | Espejo de falla en esquistos de la serie de Paute (Falla Normal Cuadrul) | Esquistos | E1 (Poca susceptibilidad a la erosión) |
| RE9 | 746715 | 9744721 | 3653 | Ígnea Volcánica | Mezcla de ceniza volcánica y rocas (dacitas) | Ligeramente meteorizado | Flujo Piroclástico Dacítico | Dacita | E1 (Poca susceptibilidad a la erosión) |
| RE10 | 746343 | 9744667 | 3761 | Ígnea Volcánica | Andesita | Meteorizada | Andesita probablemente mineralizada (minerales metálicos) | Andesita | E1 (Poca susceptibilidad a la erosión) |
| RE12 | 745642 | 9743695 | 3821 | Ígnea Volcánica | Dacita | Extremadamente Meteorizada | Probable terraza fluvial debido al grado de redondez de los fragmentos | Dacita | E1 (Poca susceptibilidad a la erosión) |
| RE13 | 745045 | 9742569 | 3880 | Ígnea Volcánica | Andesita | Extremadamente Meteorizada | Bloque rodeado de till glacial | Andesita | E1 (Poca susceptibilidad a la erosión) |
| RE16 | 746892 | 9744664 | 3762 | Ígnea Volcánica | Andesita | Extremadamente Meteorizada | Aglomerado volcánico | Andesita | E1 (Poca susceptibilidad a la erosión) |

Fuente: Autor



Ilustración 2. RE3: Piroclastos Dacíticos



Ilustración 3. RE6: Esquistos



Ilustración 4. RE4: Andesita

3.2.2 Geomorfología.

En la recopilación de la información se tomó en cuenta el mapa generado por el Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador Continental del MAE a una escala 1:100000 y como verificación de la información y para realizar los ajustes necesarios para tener una escala mejor, se utilizó la imagen satelital ASTER 2009 en conjunto con el Modelo Digital del Terreno de la zona de estudio generado a partir de las curvas de nivel y de esta forma se puede distinguir la acción glaciaria y deposicional (ANEXO: 1: Ilustración: 1.05)

- Mapa de Pendientes (ANEXO: 1: Ilustración: 1.04)

Para poder identificar el grado de inclinación de la pendiente en las colinas y montañas es necesario generar dicho mapa, que nos facilita la identificación de actividades socio-económicas, para ello se realiza de la siguiente manera:

- Se activa la extensión Spatial Analyst en ArcGis 10.
- Con la herramienta Slope, que se encuentra en Surface Analysis, generamos el mapa tanto en valores de porcentaje como de grados de pendiente.
- Introducimos el TIN que fue generado a partir de las curvas de nivel.

- Por último se convierte de archivo Raster a Feature, donde se puede calcular las áreas y clases de pendientes que según el plan de manejo se puede realizar proyectos, para un mejor entendimiento se presenta la siguiente tabla:

Tabla 4. Clase de Pendientes

| Porcentaje % | Grados | Pendiente del Terreno | Área (Km ²) | Proyectos |
|--------------|---------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------------------|
| < 18 | < 10 | Plana | 9.19 | Cultivos agrícolas |
| 18 – 36 | 10 – 20 | Suavemente Ondulado | 6.65 | Urbanizable Rehabilitación del paisaje |
| 36 – 58 | 20 – 30 | Inclinado | 16 | Urbanizable Rehabilitación del paisaje |
| 58 – 100 | 30 – 45 | Montañoso | 25 | Urbanizable Rehabilitación del paisaje |
| > 100 | > 45 | Muy Montañoso | 24.88 | Reforestación o conservación |

Fuente: Ing. Guillermo Beltrán e Ing. Gustavo Gálvez

3.2.2.1 Resultados.

Se observan zonas pobladas de asentamientos de comunas, relieves montañosos, circos glaciares y horns, también se puede distinguir morrenas, valles glaciares en forma de U, que son productos de la erosión glaciaria. Para esto, se presenta las siguientes tablas

Tabla 5. Geoformas de la Microcuenca del Río Manzano

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | FORMA_CIMA | FORMA_INCLINACIÓN_PENDIENTE |
|--------|-------------------|------------|-----------------------------|
| Cscx | Colinas | Sub-aguda | Convexa |
| Csir | Colinas | Sub-aguda | Irregular |
| RMsi | Relieve Montañoso | Sub-aguda | Inclinada |
| RMal | Relieve Montañoso | Aguda | Muy Inclinada |
| Crcx | Colinas | Redondeada | Convexa poco inclinada |
| REal | Relieve Montañoso | Aguda | Muy Inclinada |

| | | | |
|------|---------|-----------|---------|
| Cscv | Colinas | Sub-aguda | Cóncava |
| Cacv | Colinas | Alargada | Cóncava |

Fuente: Autor e Ing. Gustavo Gálvez

Tabla 6. Acción Glaciar Microcuencas del Río Manzano

| DESCRIPCIÓN | ACCIÓN POR |
|-----------------------------|------------|
| Circos Glaciares | Erosión |
| Horn | Erosión |
| Morrenas | Depósito |
| Valle Glaciar (valles en U) | Depósito |

Fuente: Autor e Ing. Guillermo Beltrán



Ilustración 5. Laguna Mapahuiña, Geomorfología



Ilustración 6. Geomorfología

3.2.3 Hidrología.

Para obtener la hidrología de la zona de estudio se adoptó puntos de muestreo del plan de manejo realizado por los técnicos de la UNACH, que mediante la densidad y que por representación de simbología se identifica en forma gráfica la densidad en los caudales medios, donde se determina que el caudal de la Microcuenca del Río Manzano es de forma general baja, y que su mayor aporte se contribuye el río Azuay, proveniente de la laguna Tres Cruces y que se puede concluir que existe una compensación por contribución de la topografía de la Microcuenca, y que las pendientes a lo largo del cauce del río Caudril, que aportan con la cantidad de caudal, confluyen todas al río Manzano.

3.2.3.1 Resultados.

Se puede decir que el área de estudio está dentro de los parámetros bajos de aportación de caudal, que aguas abajo va aumentando, gracias a las pendientes y topografía del lugar, para esto, se presenta una tabla resumen.

Tabla 7. Tipo de Caudales según las clases.

| CODIGO | ESTE | NORTE | LUGAR | CUADAL (m/s) | CLASES | TIPO |
|---------------|-------------|--------------|----------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|
| PMA1 | 747730 | 9746560 | Río Azuay | 0.16 | 0.10 – 0.20 | BAJO |
| PMA2 | 748165 | 9744289 | Naciente (laguna Mapahuiña) | 0.11 | 0.10 – 0.20 | BAJO |
| PMA3 | 748141 | 9744885 | Río Azuay (construcción cabaña) | 0.05 | < 0.10 | MUY BAJO |
| PMA4 | 750652 | 9752004 | Río Zula | 0.84 | > 0.50 | MODERADO |
| PMA5 | 750673 | 9751913 | Río Manzano | 0.44 | 0.20 – 0.50 | MEDIO BAJO |
| PMA6 | 750509 | 9751509 | Antes de la unión Zula y Manzano | 0.45 | 0.20 – 0.50 | MEDIO BAJO |
| PMA7 | 752793 | 9748331 | Quebrada Zhumid | 0.01 | < 0.10 | MUY BAJO |
| PMA8 | 751251 | 9746906 | Quebrada Átan | 0.02 | < 0.10 | MUY BAJO |
| PMA9 | 749280 | 9746770 | Quebrada | 0.03 | < 0.10 | MUY BAJO |

| | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----------------------------------|------|--------|----------|
| | | | Huagnay | | | |
| PMA10 | 744370 | 9737322 | Naciente Laguna tres Cruces | 0.02 | < 0.10 | MUY BAJO |

Fuente: Autor e Ing. Fernando Arias⁷

3.2.4 Agua.

Se empezó con una planificación de los puntos de muestreos, tomando en cuenta la distribución geográfica y los factores externos como centros poblados donde se realizan diversas actividades.

Los análisis de los parámetros físico-químicos se los hizo in situ, con equipos calibrados para el momento y los siguientes parámetros que se determinaron son:

- Oxígeno disuelto (OD)
- Temperatura del agua
- Conductividad
- Nitratos de Nitrógeno
- Sulfatos
- Fosfatos
- Potencial Hidrógeno (pH)
- Turbidez
- Temperatura del Ambiente
- Color

El análisis de las muestras de agua tomadas en campo, se realizó con la toma de 10 puntos GPS en los diferentes ríos y quebradas de la zona de estudio y se las analizó en los

⁷ Ingeniero Hidrólogo del Programa de Reparación Ambiental y Social – PRAS del MAE.

laboratorios de la UNACH, y de esta forma identificar los resultados, fortalezas y debilidades del sistema lacustre, por otro lado, para el tema de macroinvertebrados se mencionará las especies encontradas. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.06)

3.2.4.1 Resultados.

Los resultados arrojaron resultados positivos para las comunidades aledañas, donde se encontró que la calidad del agua es buena y limpia, para los macroinvertebrados existen buenas condiciones para la subsistencia humana, trabajo agrícola y el desarrollo comunitario.

Tabla 8. Características del agua en la microcuenca del Río Manzano.

| CÓDIGO | LUGAR | HITO | OBSERVACIÓN |
|---------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| PAG1 | Río Azuay | Camarón de río, moscas de mayo | Aguas limpias y bien oxigenadas. |
| PAG2 | Naciente (Laguna de Mapahuña) | Camarón de río, moscas de mayo, conchas y mejillones, lombrices acuáticas. | Aguas limpias y bien oxigenadas, carbonatos. |
| PAG3 | Río Azuay (Construcción Cabaña) | Camarón de río, churo, planarias. | Aguas limpias y bien oxigenadas |
| PAG4 | Río Zula | Camarón de río, moscas de mayo | Aguas limpias y bien oxigenadas |
| PAG5 | Río Manzano | Camarón de río, moscas de mayo | Aguas limpias y bien oxigenadas |
| PAG6 | Antes de la unión del Zula y Manzano | Camarón de río, moscas de mayo | Aguas limpias y bien oxigenadas |
| PAG7 | Quebrada Zhumid | Camarón de río, moscas de mayo | Aguas limpias y bien oxigenadas |
| PAG8 | Quebrada Atán | Camarón de río, moscas de mayo | Aguas limpias y bien oxigenadas |
| PAG9 | Quebrada Huagnay | Camarón de río, moscas de mayo, larvas de moscas | Aguas limpias y bien oxigenadas, aguas meso eutróficas |
| PAG10 | Río Manzano | Camarón de río. | Aguas limpias y bien oxigenadas |

Fuente: Autor

3.2.5 Suelo.

Para la identificación de los tipos de suelos se utilizó como base la información almacenada en el PRAS del MAE, a una escala 1:50000 a nivel nacional. Luego en el software ArcGis 10, con la herramienta clip, se obtuvo como resultado el tipo de suelo de la microcuenca del Río Manzano. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.07)

3.2.5.1 Resultados.

Tabla 9. Descripción de los tipos de Suelo dentro de la Microcuenca del Río Manzano

| ORDEN | DESCRIPCIÓN | AREA (Km²) |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Molisoles - Inceptisoles | | 9.63 |
| Molisoles | Suelos de zonas de praderas, en climas templados; horizonte superficial blando; rico en materia orgánica, espeso y oscuro | 13.78 |
| Eriales | Suelos en procesos de erosión | 15.48 |
| Inceptisoles | Suelos con débil desarrollo de horizontes; suelos de tundra, suelos volcánicos recientes, zonas recientemente deglaciadas. | 42.15 |

Fuente: United States Department of Agriculture (USDA)

3.2.6 Uso actual del suelo.

La identificación del uso del suelo actual, se lo hizo mediante la verificación de la información del mapa de uso de suelo actual del 2008⁸, y la clasificación supervisada en el software ENVI 5.0, mediante el reconocimiento visual de áreas de interés, como zonas agropecuarias, bosques, zonas pobladas, páramos y plantaciones forestales; también con los

⁸ Proyecto Mapa de Deforestación Histórica del Ecuador Continental – MAE 2012

puntos de verificación en campo se pudo obtener una cobertura de uso de suelo actual con sus respectivas clases. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.08)

3.2.6.1 Resultados.

Tabla 10. Uso actual del suelo dentro de la microcuenca del Río Manzano

| CÓDIGO | USO DEL SUELO | ÁREA (Km²) | OBSERVACIÓN |
|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ZP | ZONA POBLADA | 0.85 | Cochalome, Zaglay, Letrapungo, Achupallas, Azuay, Batinas, San Antonio. |
| PF | PLANTACIÓN FORESTAL | 0.98 | Pinos introducidos, cercados para evitar pastoreo. |
| TA | TIERRAS AGROPECURIAS | 26.38 | Cultivos de arroz, maíz, cebada, papas, habas, mellocos, ocas. Pastoreo de vacuno, porcino, bovino, caprino, mular y equino. |
| VHP | VEGETACIÓN HERBACEA - PÁRAMOS | 47.06 | Pastoreo de bovino, mular quino y vacuno. |

Fuente: Leyenda Nivel 2 del Mapa de Deforestación Histórica del Ecuador Continental.

3.2.7 Sedimentos.

Para poder determinar los sedimentos se tomaron muestras en 6 puntos georeferenciados distribuidos en la zona de estudio, con GPS, en las orillas de los ríos con un tubo PVC y recogiendo del mismo una cantidad aproximada de medio Kilo de muestra para posteriormente ser analizados en el laboratorio de la UNACH concentración total de iones de Na, K, Ca y Mg, mediante la técnica de absorción atómica. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.09)

3.2.7.1 Resultados.

Se presenta un ejemplo del cálculo de concentración de X mineral en sedimento. Para cada mineral se realiza distintos estándares para la calibración del equipo.

Dato:

Muestra PS5

Peso de la muestra con sedimento = 0.475 g

Aforo = 50 ml = 0.05 L

Concentración de Sodio en Agua = 100.959 ppm = 100.959 mg/L

Cálculo:

Sodio en sedimento = $100.959 \text{ mg/L} * (0.05 \text{ L} / 0.475 \text{ g/sedimento})$

Sodio en Sedimento = 9.798 mg/g = 9798.039 mg/Kg

De donde, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 11. Resultados Totales de Mg, Ca, Na y K en las muestras de sedimentos

| MUESTRA | CÓDIGO | Magnesio Mg | Calcio Ca | Sodio Na | Potasio K |
|------------------|--------|-------------|-----------|----------|-----------|
| | | mg/g | mg/g | mg/g | mg/g |
| Quebrada Atán | PS1 | 0.202 | 1.536 | 9.666 | 0.511 |
| Quebrada Zhumid | PS2 | 0.29 | 15.67 | 10.395 | 1.384 |
| Río Manzano | PS3 | 0.18 | 1.249 | 9.89 | 0.662 |
| Quebrada Huagnay | PS4 | 0.120 | 1.057 | 9.717 | 0.892 |
| Río Cuadrul | PS5 | 0.061 | 1.021 | 9.798 | 1.737 |
| Río Cuadrul | PS6 | 0.128 | 3.051 | 10.40 | 0.930 |

Fuente: Autor

3.2.8 Clima.

Para realizar el mapa se utilizó la información del Modelo Bioclimático del MAE del año 2012⁹, que mediante el software de ArcGis 10, con la herramienta clip, y como insumos de entrada y salida al modelo bioclimático y al área de estudio respectivamente, dando como resultado una cobertura, la cual consiste, en que los datos de precipitación y temperatura se los calcula obteniendo con una media durante los años registrados, para su caso fueron tomados desde el año 1960 hasta el 2011, donde determinando la media pudieron designar una clasificación climática según la precipitación y la temperatura. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.10)

3.2.8.1 Resultados.

Según Modelo Bioclimático del MAE existe el Índice Ombrotérmico, el cual, es la diferencia entre la precipitación media mensual y la temperatura media mensual multiplicado por 10, mientras que el índice de termicidad es la sumatoria de las temperaturas máximas, mínimas y medias, multiplicadas por un factor de 10, con esto, los índices tanto de ombrotipos como de termotipos en el Ecuador Continental, son los siguientes:

Tabla 12. Ombrotipos presentes en el Ecuador Continental

| OMBROTIPO | Io |
|--------------------|-----------|
| DESERTICO | 0 - 1 |
| SEMIARIDO INFERIOR | 1.0 - 1.5 |
| SEMIARIDO SUPERIOR | 1.5 - 2.0 |
| SECO INFERIOR | 2.0 - 2.8 |
| SECO SUPERIOR | 2.8 - 3.6 |
| SUBHUMEDO INFERIOR | 3.6 - 4.8 |
| SUBHUMEDO SUPERIOR | 4.8 - 7.0 |

⁹ Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador Continental – MAE 2012

| | |
|----------------------------------------------|----------------------------|
| HUMEDO INFERIOR HUMEDO SUPERIOR | 7.0 – 10.5 10.5 – 14.0 |
| HIPERHUMEDO INFERIOR HIPERHUMEDO SUPERIOR | 14.0 – 21.0 21.0 – 28.0 |
| ULTRAHUMEDO | > 28.0 |

Fuente: Mapa de Vegetación del Ecuador Continental – MAE

Tabla 13. Termotipos presentes en el Ecuador Continental

| TERMOTIPO | It Índice de Termicidad | Tp Temperatura Positiva Anual |
|--------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| INFRATROPICAL INFERIOR INFRATROPICAL SUPERIOR | 810 – 890 730 -810 | > 3350 3100 - 3350 |
| TERMOTROPICAL INFERIOR TERMOTROPICAL SUPERIOR | 610 – 730 490 -610 | 2900 – 3100 2700 – 2900 |
| MESOTROPICAL INFERIOR MESOTROPICAL SUPERIOR | 395 – 490 320 – 395 | 2400 – 2700 2100 – 2400 |
| SUPRATROPICAL INFERIOR SUPRATROPICAL SUPERIOR | 240 – 320 160 – 240 | 1575 – 2100 1050 – 1575 |
| OROTROPICAL INFERIOR OROTROPICAL SUPERIOR | 105 – 160 50 – 105 | 750 – 1050 450 – 750 |
| CROROTROPICAL INFERIOR CROROTROPICAL SUPERIOR | - - | 150 – 450 1 – 150 |
| ATERMICO TROPICAL | - | 0 |

Fuente: Mapa de Vegetación del Ecuador Continental – MAE

De lo detallado anteriormente, se observa que la zona de estudio se encuentra en los índices de termicidad de: Mesotropical Superior, Mesotropical Inferior, Orotropical Inferior, Supratropical Inferior y Supratropical Superior; mientras que los índices de ombrotipo son: Hiperhúmedo Inferior, Húmedo Superior, Húmedo Inferior y Subhúmedo Superior.

3.3 FACTORES ABÍOTICOS.

3.3.1 Flora.

Se analizó la información recopilada¹⁰, donde, se la exporta de una tabla en archivo de Excel a una cobertura shape en el Software ArcGis 10; la metodología aplicada por lo biólogos, era establecer 8 transectos lineales de 25 x 1 m, para luego continuar con la identificación taxonómica de cada especie, sea tanto in situ o en el Herbario Nacional del Ecuador con técnicas de conservación de muestras. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.11)

Otra información utilizada es la de Sierra (1999)¹¹ con su clasificación vegetal, la zona de estudio cuenta con formaciones de: Herbazal Lacustre Montano Alto, Páramo Herbáceo, Bosque Siempre Verde Montano Alto y Matorral Seco Montano. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.11)

3.3.1.1 Resultados.

En la localidad de Qhapaq Ñan existen 20 especies mientras que en la localidad de Achupallas 41 especies, con respecto a un total de 59 especies en toda el área. Hay 10 especies dentro de la zona de estudio que son amenazadas a nivel nacional, 6 de ellas en Achupallas y 4 en Qhapaq Ñan.

3.3.2 Fauna.

Para analizar la información recopilada de Fauna¹² se sintetizo que en aves existen 73 especies, dónde, 29 corresponden a familias, dentro de estas hay dos especies, una en

¹⁰ Línea Base Ambiental de Flora y Fauna de la Dirección Provincial del Chimborazo – MAE 2010

¹¹ Información recopilada por el Programa de Reparación Ambiental y Social PRAS – MAE.

¹² Línea Base Ambiental de Flora y Fauna de la Dirección Provincial del Chimborazo – MAE 2010

peligro crítico en la laguna de Tres Cruces (*Vultur gryphus*) y otra en un nivel de amenaza vulnerable en el mismo lugar (*Podiceps occipitalis*); en el tema de mamíferos, 13 son familias de las 16 especies, siendo los más predominantes los roedores con 4 familias (*Cricetidae*, *Erethizontidae*, *Caviidae*, *Cuniculidae*), seguidos de 3 familias de carnívoros (*Felidae*, *Canidae*, *Mustelidae*), y 3 familias de murciélagos (*Vespertilionidae*, *Phyllostomidae*); para el caso de herpetofauna se registraron un total de 6 especies correspondientes a 4 familias (*Hemiphractidae*, *Strabomantida*, *Gymnophthalmidae* y *Tropiduridae*) que se encuentran ubicadas en Achupallas y en la laguna de Tres Cruces a una altura de 4000 msnm.

3.3.2.1 Resultados.

Tabla 14. Tabla de número de especies de aves por localidad

| LUGAR | Nº ESPECIES |
|--------------------|--------------------|
| ACHUPALLAS | 52 |
| LAGUNA TRES CRUCES | 33 |
| MAPAGUIÑA | 28 |
| MANZANO | 28 |

Tabla 15. Tabla de número de especies de mamíferos por localidad

| LUGAR | Nº ESPECIES |
|--------------------|--------------------|
| ACHUPALLAS | 12 |
| MANZANO | 10 |
| MAPAGUIÑA | 7 |
| LAGUNA TRES CRUCES | 5 |

Tabla 16. Tabla de número de especies de herpetofauna por localidad

| LUGAR | Nº ESPECIES |
|--------------------|--------------------|
| ACHUPALLAS | 6 |
| MANZANO | 4 |
| MAPAGUIÑA | 2 |
| LAGUNA TRES CRUCES | 1 |

3.4 FACTORES SOCIO ECONÓMICOS.

3.4.1 Político – administrativo.

Para determinar unos buenos resultados, la UNACH elaboró un resumen de los talleres realizados en las comunidades de Alausí en el año del 2009¹³, resaltando las principales autoridades, dónde, la microcuenca del río Manzano cuenta con 8 comunidades: Azuay, Achupallas, Bactinag, Huanca Pallaguchi, Mapaguiña, San Antonio, Shaglay y San Francisco; y la normativa vigente que se llevará a cabo, es la del Plan Nacional de el Buen Vivir, la cual comprende de los siguientes objetivos:

- Auspiciar la igualdad, la cohesión y la integridad social y territorial en la diversidad.
- Garantizar la soberanía y la paz e impulsar la inserción estratégica en el mundo y la integración latinoamericana.
- Mejorar la capacitación y potencialidades de la ciudadanía.
- Mejorar la calidad de vida de la población.
- Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable.
- Garantizar el trabajo estable, justo y digno en su diversidad de formas.
- Construir y fortalecer espacios públicos, interculturales y de encuentro común.
- Garantizar el acceso a la participación pública y política.
- Establecer un sistema económico, social, solidario y sustentable.

¹³Apuntes, Junta parroquial, 2009. Diagnostico PDL UNOCIPA, CODENPE, 2000, equipo técnico UNACH, Comunidades beneficiarias Achupallas y Chunchi

3.4.2 Demografía.

Según los apuntes de la junta parroquial, existen entre 449 y 161 jefes de familia, con una totalidad de 734 jefes de familia y una población aproximada de 3646 habitantes.

Para este tema, construimos un mapa demográfico (ANEXO: 1: Ilustración: 1.12) en el software ArcGis 10, con la herramienta Density del Spatial Analyst, dónde, se muestra una población de 1 a 5 habitantes por Km², siendo las de mayor densidad las comunidades de Achupallas, Azuay y Haunca Pallaguchi.

3.4.3 Servicios básicos y vivienda.

Las 8 comunidades poseen casas comunales y energía eléctrica, mientras que la de Achupallas cuenta con agua potable y ninguna de las comunidades posee servicio telefónico.

Tabla 17. Acceso a infraestructura comunitaria y servicios básicos, en comunidades cercanas al Qhapaq Ñan, zona 2 Chimborazo, UNACH, mayo del 2009

| Comunidad | Pueblo cercano | Tipo de vía | Casa comunal | Energía eléctrica | Agua | Teléfono |
|-------------------------------------|---------------------|-------------|--------------|-------------------|----------|----------|
| Comunidades zona baja de Achupallas | | | | | | |
| San Antonio | 4 Km a Achupallas | Lastrado | Si | Si | Entubada | Celular |
| Achupallas | | Lastrado | No | Si | Entubada | Celular |
| Comunidades zona alta de Achupallas | | | | | | |
| Huanca Pallaguchi | 7 Km a Achupallas | Lastrado | Si | Si | Entubada | Celular |
| Bactinag | 4 Km a Achupallas | Lastrado | Si | Si | Entubada | Celular |
| San Francisco | 2.5 Km a Achupallas | Lastrado | Si | Si | Entubada | Celular |
| Azuay | 2 Km a Achupallas | Lastrado | Si | Si | Entubada | Celular |
| Mapaguña | 1.5 Km a Achupallas | Lastrado | Si | Si | Entubada | Celular |

| | | | | | | |
|---------|-------------------|----------|----|----|----------|---------|
| Shaglay | 1 Km a Achupallas | Lastrado | Si | Si | Entubada | Celular |
|---------|-------------------|----------|----|----|----------|---------|

Fuente: Técnicos UNACH, comunidades beneficiarias Achupallas y Chunchi

3.4.4 Educación.

Se ha descuidado y se han abandonado escuelas en el sector rural según la información de los técnicos de la UNACH, siete de las ocho comunidades, cuenta con escuelas, mientras que solo una cuenta con colegio que es en la comunidad de Achupallas.

Tabla 18. Población según nivel de escolaridad, comunidades Qhapaq Ñan, UNACH, mayo del 2009

| Comunidad | Ninguna (N°) | Primaria (N°) | Secundaria (N°) | Superior (N°) |
|-------------------|--------------|---------------|-----------------|---------------|
| Huanca Pallaguchi | 369 | 307 | 19 | 1 |
| Azuay | 232 | 532 | 20 | 0 |
| Bactinag | 162 | 180 | 2 | 0 |
| San Antonio | 114 | 163 | 16 | 0 |
| San Francisco | 87 | 163 | 7 | 0 |
| Shaglay | 83 | 158 | 3 | 0 |
| Mapaguiña | 69 | 127 | 18 | 1 |

Fuente: Técnicos de la UNACH, comunidades beneficiarias Achupallas y Chunchi.

3.4.5 Producción.

En las comunidades los productos que se cultivan son para autoconsumo, como es el caso de la papa, mientras que la zona pecuaria el ingreso para los pobladores en mínimo.

Por otro parte el cultivo de semillas nativas como el de trigo, oca (blanca, amarilla y roja), maíz (blanco, amarillo, morocho), mello y algunas variedades de papa (chaucha, uvilla y suscaleña) es bueno para las comunidades, ya que, no utilizan pesticidas y por ende no contaminan el ambiente, por lo que se debería apoyar a la conservación de estas semillas.

Tabla 19. Principales cultivos en las comunidades cercanas a Qhapaq Ñan, UNACH, mayo del 2009

| Comunidad | Producción de subsistencia | Producción con pesticidas | Uso de tecnología de riego | Producción para venta |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Comunidades zona alta de Achupallas | <ul style="list-style-type: none"> • Cebada • Mashwa • Oca • Melloco • Hiervas Medicinales | Papa | Pocos pastos | <ul style="list-style-type: none"> • Papa • Haba |
| Comunidades zona baja de Achupallas | <ul style="list-style-type: none"> • Cebada • Mashwa • Trigo • Maíz • Papa • Haba • Planta medicinales • Sambo • Zanahoria blanca | Papa | | |

Fuente: Técnicos de la UNACH

Tabla 20. Destino de producción y tipo de pastoreo de animales en las comunidades cercanas al Qhapaq Ñan, UNACH, mayo del 2009.

| Zonas | Producción de subsistencia | Producción para venta | Tipo de Pastore |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zona Achupallas | | | |
| Pajonales de Achupallas | <ul style="list-style-type: none"> • Caballos • Burros | <ul style="list-style-type: none"> - Ganado vacuno de lidia - Ganado ovino | <ul style="list-style-type: none"> - Ganado vacuno suelto - Ganado ovino al pastoreo - Caballos y burros sueltos |
| Comunidades zona alta de Achupallas | <ul style="list-style-type: none"> • Cuyes • Conejos • Gallinas | <ul style="list-style-type: none"> - Ganado vacuno de engorde - Ganado ovino - Ganado de leche | <ul style="list-style-type: none"> - Ganado vacuno y de leche al sogueo. - Ganado ovino al sogueo. - Aves de corral sueltos. |
| Comunidades zona baja de Achupallas | <ul style="list-style-type: none"> • Borregos • Gallinas • Cuyes • Conejos | <ul style="list-style-type: none"> - Ganado vacuno - Borregos - Porcinos - Chivos | <ul style="list-style-type: none"> - Ganado ovino al sogueo y pastoreo - Ganado vacuno al sogueo. - Aves de corral sueltos. |

| Zona Chunchi | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pajonales de Chunchi | •Caballos | - Ganado vacuno de lidia - Caballos | - Animales sueltos. |
| Comunidades zona alta de Chunchi | •Borregos • Gallinas •Cuyes | - Ganado vacuno de engorde - Ganado de leche | - Animales al sogueo. - Aves de corral sueltos. |
| Comunidades zona baja de Chunchi | •Especies menores | - Ganado ovino - Porcinos - Aves de corral - Ganado vacuno | - Ganado vacuno al sogueo. - Ganado ovino al sogueo y pastoreo. - Aves de corral sueltas. |

Fuente: Técnicos de la UNACH

3.4.6 Transporte y comunicación.

La zona de estudio cuenta con una zona de accesibilidad con carreteras pavimentadas, en la microcuenca existen caminos de verano y secundarios de tierra, permitiendo comunicación entre los poblados de Letrapungo, Achupallas, San Francisco y Cochaloma, mientras que para acceder a las lagunas de las Tres Cruces y Mapaguiña existen senderos.

3.5 RIESGOS NATURALES.

Para determinar el riesgo es necesario contar con los mapas de Geología, Geomorfología, erodabilidad, Tipo de suelo y de Pendientes, posteriormente asignarle valores de clases según el tipo de riesgo para ello:

Tabla 21. Clases de riesgos.

| CLASES DE RIESGOS | VALOR |
|-------------------|-------|
| Muy alto | 5 |
| Alto | 4 |
| Medio | 3 |
| Bajo | 2 |

| | |
|----------|---|
| Muy bajo | 1 |
|----------|---|

Fuente: FAO 2006

Para poder realizar el algebra de mapas es necesario otorgar pesos a los mapas antes mencionados, mediante el software ArcGis 10, realizaremos una multiplicación de mapas con la herramienta Raster Calculator, y previamente los archivos shape los convertiremos a formato Raster.

Tabla 22. Mapa de riesgos naturales, tabla de ponderación.

| VARIABLE | PARÁMETRO | CLASE | TIPO DE AMENAZA |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| PENDIENTES (0.3) | % de pendientes | 0 – 10 | 1 |
| | | 10 – 20 | 2 |
| | | 20 – 30 | 2 |
| | | 30 – 45 | 3 |
| | | > 45 | 5 |
| ERODABILIDAD (0.2) | FORMA CIMA | AGUDO | 5 |
| | | SUG AGUDO | 4 |
| | | REDONDEADA | 3 |
| | | ALARGADA | 3 |
| | FORMA E INCLINACIÓN DE PENDIENTE | CONVEXA | 3 |
| | | CONCAVA | 3 |
| | | IRREGULAR | 3 |
| | | POCO INCLINADA | 3 |
| | | INCLINADA | 4 |
| | GEODINÁMICA Y ACCIÓN GLACIAR | MUY INCLINADA | 5 |
| | | DESLIZAMIENTOS | 5 |
| | | VALLE GLACIAR | 1 |
| HORNS CIRCOS GLACIARES | | | |
| GEOLOGÍA (0.15) | LITOLOGIA | AGLOMERADO ANDESITICO | 1 |
| | | AGLOMERADO DACITO | 1 |
| | | ESQUISTO | 2 |
| SUELO (0.15) | TIPO | ERIALES | 5 |
| | | MOLLISOLES | 4 |
| | | INCEPTISOLES | 3 |
| | | MOLLISOLES-INCEPTISOLES | 2 |

Fuente: Autor

3.5.1 Resultados.

El riesgo que prevalece es de categoría bajo, en esta zona hay localidades, con lo que se puede concluir que el riesgo no existe, mientras que en la parte alta de la microcuenca el riesgo es de categoría media y por último en las llanuras el riesgo es muy bajo, para esto no existe riesgos en la zona de estudio.

Tabla 23. Área de las clases de riesgos

| VALORES | CATEGORIAS | AREA (Km) |
|----------------|-------------------|------------------|
| 1 | Muy alto | - |
| 2 | Alto | - |
| 3 | Medio | 22.631 |
| 4 | Bajo | 47.925 |
| 5 | Muy bajo | 9.984 |

Fuente: Autor.

3.6 ANÁLISIS DE FODA

Tabla 24. Área de las clases de riesgos

| | | FORTALEZAS | | | OPORTUNIDADES |
|------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aumentar | | <ul style="list-style-type: none"> No existe riesgos naturales en las zonas pobladas. Predisposición de pobladores a capacitarse y generar nuevos conocimientos en el uso y manejo de los recursos naturales y actividades productivas. La mayoría del páramo seco tiene un valor alto ecológicamente sobre todo en las especies endémicas de flora y fauna. Inicio de prácticas forestales y agroforestales productivas en la población local. La calidad del agua es buena, limpia y bien oxigenada. Existencia de humedales como alimentadores de fuentes de agua. Presencia de belleza escénica. | Aprovechar | | <ul style="list-style-type: none"> Vías principales para incentivar la exportación de productos cultivados de semillas nativas. Desarrollo del ecoturismo a nivel comunal, cantonal, provincial y nacional. El ingreso de las comunidades aumentaría mediante un turismo ecológico. Interés de organismos no gubernamentales y gubernamentales por la conservación de la biodiversidad. Proceso de descentralización y gestión en el desarrollo de los gobiernos Seccionales Existencia del marco legal para el cuidado y manejo de los páramos. |
| | | DEBILIDADES | | AMENAZAS | |
| Disminuir | | <ul style="list-style-type: none"> Procesos geodinámicos (deslizamientos debido a la apertura de vías). Zonas sobreutilizadas y subutilizadas. Poca infraestructura educacional. Algunas especies de flora y fauna se encuentran en niveles de amenaza. Falta del servicio telefónico y la mayoría de las comunidades no cuentan con agua potables, solo es entubada. La producción tanto de cultivos como pecuaria es solo de consumo interno, es un ingreso mínimo. No hay charlas de capacitación ni organización brindadas por alguna institución a las comunidades. | Neutralizar | | <ul style="list-style-type: none"> Las actividades agropecuarias que son descargadas en la desembocadura del Río Manzano podrían contaminar la microcuenca. Gobierno nacional y local no asigna suficientes recursos para el sector educativo. Instituciones competentes no aplican las políticas de protección de los recursos naturales. Organismos gubernamentales no cumplen con impulsar actividades productivas agropecuarias. No existe una adecuada planificación en la producción agrícola e instancias competentes. Ausencia de organismos de control. |

Fuente: Autor

CAPITULO IV

DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN SIG PARA LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA

4.1 DEFINICIÓN DE ESTÁNDARES

Los estándares para diseñar y estructurar un SIG son importantes, de modo que:

- Ofrecen contabilidad en los datos generados y utilizados.
- La información es fácilmente intercambiable.
- Alta comercialización de las bases de datos.
- Edición y permanencia de la calidad de la información de las bases de datos para posteriores procesos.

Para contar con una nomenclatura adecuada en las coberturas, al final de las mismas se colocará una letra al final de cada nombre, dónde:

- P = coberturas tipo punto.
- L = coberturas tipo línea.
- Y = coberturas tipo polígono.

Tabla 25. Coberturas Cartografía Temática de la Microcuenca del Río Manzano.

| Cobertura | Descripción | Tipo de Cobertura | Atributos |
|-------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| COBERTURA_VEGETAL_Y | Tipo de vegetación en la microcuenca del río Manzano | Polígono | Tipo de vegetación |
| FORMACIONES_NATURALES_Y | Formaciones vegetales en el microcuenca del Río Manzano | Polígono | Zonas de vida Formación vegetal |

| | | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TRANSECTOS_BIOLOGOS_L | Parcelas para identificación de flora | Línea | Parcela: Transectos Flora: formaciones naturales. |
| ERODABILIDAD_Y | Sensibilidad a la erosión | Polígono | Área: zona según la erodabilidad. Perímetro: según la erodabilidad. |
| AVES_Y | Número de especies de aves por localidad | Polígono | Localidad: indica el nombre de la localidad N_Especies: número de especies de aves en cada localidad. |
| HERPETOS_Y | Número de especies de herpetofauna por localidad | Polígono | Localidad: indica el nombre de la localidad N_Especies: número de especies de herpetofauna en cada localidad. |
| MAMIFEROS_Y | Número de especies de mamíferos por localidad | Polígono | Localidad: indica el nombre de la localidad N_Especies: número de especies de mamíferos en cada localidad. |
| GEOLOGÍA_Y | Análisis de tipo de roca | Polígono | Litología: indica el tipo de roca |
| MUESTREO_ROCAS_P | Puntos de muestreos de roca tomados por la UNACH | Punto | N.: Código del punto de muestreo X: Coordenada en X Y: Coordenada en Y Z: altura Nom_Pto: Nombre del lugar de muestreo Descripcio: Descripción del lugar de muestreo Roca: Generalización del tipo de roca Descripcio: Descripción del tipo de roca Condicio: Condición del tipo de roca Observacio: Observación del tipo de roca Litología: Tipo de |

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Roca |
| CIRCOS_GLACIARES_L | Circos glaciares | Línea | |
| DEPOSITOS_GLACIARES_Y | Depósitos glaciares | Polígono | |
| DESLIZAMIENTOS_Y | Deslizamientos | Polígono | |
| GEOMORFOLOGÍA_Y | Geomorfología | Polígono | Descripcio: Geomorfología For_Cima: Forma de la cima For_Pendie: Tipo de pendiente |
| HORNS_Y | Horns | Polígono | |
| ORDEN_RIOS_L | Orden de los ríos | Línea | Nam: Nombre del río Ord: Indica el orden del río |
| MUESTREO_AGUA_P | Puntos de muestreo de agua por la UNACH | Punto | Cod: Código del punto de muestreo X: Coordenada en X Y: Coordenada en Y Z: altura Descrip: Descripción de los lugares de muestreo Indicador: Macroinvertebrados PH: Ph del agua Caudal: Caudal -borrar Cod_CA: Código calidad del agua Calidad_Agua: Calidad de Agua |
| MUESTREO_SEDIMENTOS_P | Puntos de muestreo de sedimentos por la UNACH | Punto | N.: Código del punto de muestreo X: Coordenada en X Y: Coordenada en Y Z: altura Nom_Pto: Nombre del lugar de muestreo Descripcio: Descripción del lugar de muestreo Cuenca_Vi: Panorámicas tomadas en los puntos de muestreo |

| | | | |
|------------------------|----------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PENDIENTE_PORCENTAJE_Y | Rangos de porcentajes de pendientes | Polígono | Rang_Pend: Rango de las pendientes en porcentaje |
| LIMITE_CANTONAL_Y | División por cantones | Polígono | Dpa_descan: nombre del cantón |
| LIMITE_PROVINCIAL_Y | División por provincias | Polígono | Dpa_despro: nombre de la provincia |
| LIMITE_MICROCUEENCA_Y | Límite de la microcuenca del Río Manzano | Polígono | Area: área de la microcuenca del río Manzano Perimetro: Perímetro de la microcuenca del río Manzano |
| COMUNIDADES_P | Comunidades analizadas en la microcuenca del Río Manzano | Punto | Comunidad: Nombre de la comunidad Coordenadas: Coordenadas de las comunidades J_Familia: Número de jefes de familia Poblacio (Habitan): Número de habitantes de las comunidades |
| DEMOGRAFICO_Y | Número de habitantes por hectárea | Polígono | Rangos: habitantes por hectárea |
| TIPO_SUELO_Y | Tipo de suelo (orden) | Polígono | Orden: tipo de suelo |
| USO_ACTUAL_SUELO_Y | Uso actual del suelo | Polígono | Cod_Sue: Código Uso Actual del Suelo Uso_Suelo: Uso Actual del Suelo |

Fuente: Autor

4.2 BASE DE DATOS ALFANUMÉRICA

Es necesario contar con una estructurada base de datos, en la cual, se almacenan datos de tipo numérico y nominal; para poder realizar los modelos de planificación mediante la

obtención de la Zonificación Ecológica Económica (ZEE), para esto, se estructuro con las siguientes particularidades:

- Tabla central que contiene todo el sistema de la base de datos.
- A cada registro de la tabla le corresponde una unidad geográfica del mapa.
- Almacena gran volumen de información.
- Permite actualización rápida y retroalimentación de datos sobre todo en variables dinámicas.
- Permite evaluar, monitorear fenómenos geográficos – ambientales, dónde se generen uso, manejo de los recursos naturales y socioeconómicos.
- Extrae variables internas, en base a clasificación, recalcificación, cruces, en función de cada requerimiento.

4.3 BASE DE DATOS GRÁFICA

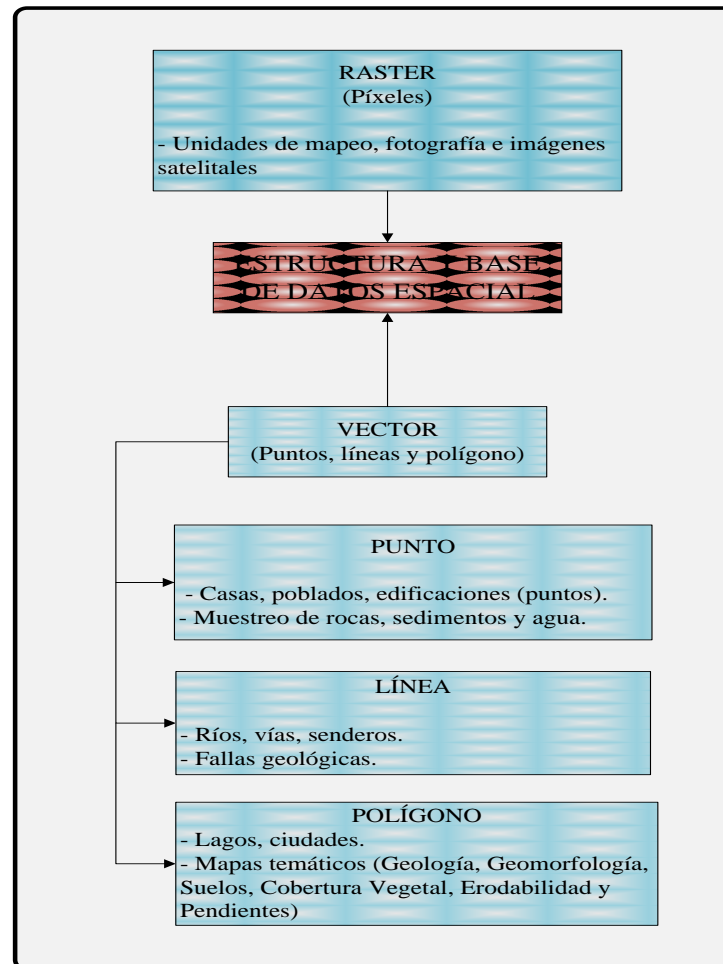
Con la base de datos gráfica estructurada adecuadamente, permite unificar a la información geográfica para los distintos estudios, dónde, se definen la proyección, el Datum y la ubicación geográfica con respecto a la realidad del entorno.

A toda la información geográfica base, se la filtrará mediante una herramienta que posee reglas de topología, que comprende la eliminación de líneas sueltas, alargamientos o sobreposición de líneas, donde los elementos deben estar correctamente ubicados, este proceso se lo realizará en el software ArcGis 10.

La base de datos espacial está conformada por elementos vector y raster que cuentan con una ubicación espacial, donde de acuerdo al tipo de dato que se tiene como información se adapta a la base de datos gráficos para dar una representatividad gráfica a los elementos

descritos en forma alfanumérica por consiguiente, en la siguiente ilustración 7 se indica de qué forma fue estructurada la información gráfica.

Ilustración 7. Estructura y base de datos espacial



Los mapas temáticos generados fueron realizados mediante la interpretación de la imagen satelital Aster 2009 (15 metros de resolución), también se recopiló estudios como referencia a nivel regional para generar detalles a escala 1:50000, por otro lado, la información georeferenciada del sistema ha sido almacenada con un Datum WGS84, proyección U.T.M zona 17 sur y para validar la información generada de los mapas temáticos fue necesario salidas de campo, para afinar los productos finales del presente proyecto.

4.4 MODELO LÓGICO Y CARTOGRÁFICO PARA ZEE

Es la asociación que tiene la base de datos alfanuméricos con la gráfica, con esto se logra verificar la escala de trabajo con el nivel de detalle que se general el SIG, para una mejor explicación se presenta la tabla:

Tabla 26. Estructura de los componentes en relación a la base de datos espacial

| BASE DE DATOS ESPACIAL | ESTRUCTURA DE LOS LAYER (shp) |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COMPONENTE ABIÓTICO | |
| MAPA BASE | Punto (poblados, edificaciones), línea (curvas, vías, ríos), polígono (lagos, lagunas, zona urbana) |
| GEOLOGIA | Punto (muestreo de roca), línea (fallas geológicas, polígono (aglomerados de roca) |
| GEOMORFOLOGÍA | Polígono (geoformas, acción glaciár, geodinámica: deslizamientos |
| MUESTREO DE AGUA | Punto (punto de muestreo para análisis de calidad de agua) |
| SUELO | Polígono (tipo de suelo, uso actual, uso potencial) |
| SEDIMENTOS | Punto (punto de muestreo para de metales en sedimentos) |
| COMPONENTE BIÓTICO | |
| FAUNA | Línea (número de aves, mamíferos y herpetofauna por localidad) |
| FLORA. FORMACIONES NATURALES | ínea (rutas seguidas por biólogos), Polígono (formaciones naturales) |
| COMPONENTE SOCIOECONÓMICO | |
| POLITOC-P-ADMINISTRATIVO | Base de datos alfanumérica |
| DEMOGRAFÍA | Polígono (densidad poblacional: habitantes/Ha.) |
| SERVICIOS BÁSICOS | Polígono (áreas con servicios básicos , servicios básicos deficientes y sin servicios básicos |
| EDUCACIÓN | Base de datos alfanumérica |
| PRODUCCIÓN | Base de datos alfanumérica |
| TRANSPORTE Y COMUNICACIÓN | Línea (accesibilidad, vías) |

Fuente: Autor

Otro proceso que se realizará es la implantación de una Geodatabase, permitiendo el almacenamiento físico de información geográfica como archivos en formato vector, raster, topología y tablas, para esto se presenta las siguientes ilustraciones del orden estructurado de la Geodatabase.

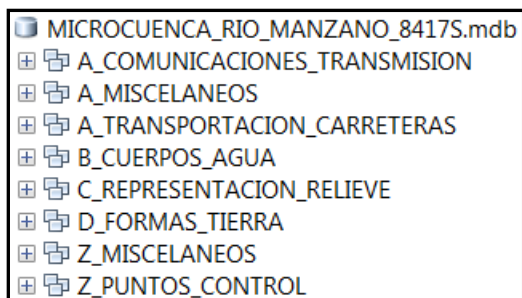


Ilustración 8. Geodatabase de Cartografía Base de la Microcuenca del Río Manzano.

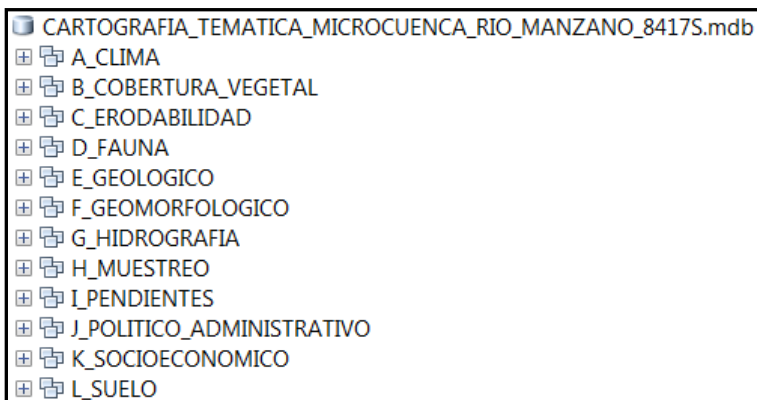


Ilustración 9. Geodatabase de Cartografía Temática de la Microcuenca del Río Manzano.

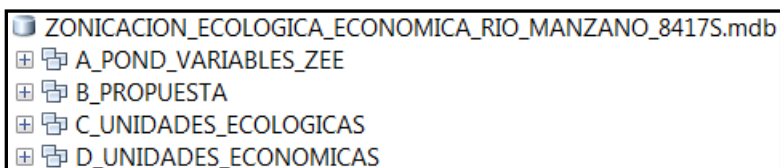


Ilustración 10. Geodatabase de Zonificación Ecológica Económica de la Microcuenca del Río Manzano.

Para determinar el modelo cartográfico de la Zonificación Ecológica Económica es necesario preparar los datos espaciales y ejecutarlos mediante operación de Álgebra de Mapas, interpretación de resultados, refinamiento de análisis, producción de mapas y resultados mediante reporte de tablas, para ello realizaremos los siguientes criterios¹⁴: Unidades Ecológicas Económicas (UEE), Unidades Integradas del Territorio (UIT), Unidades Ecológicas (UE) y Unidades Socioeconómicas (ESE).

¹⁴ Art. 8 del Reglamento de Zonificación Ecológica Económica y la Directiva Metodológica DC N° 010-2006-CONAM, Ministerio del Ambiente del Perú, 2010.

4.4.1 Unidades integradas del territorio (UIT).

Agrupación de mapas temáticos referentes a los componentes abióticos que por sus comportamientos son estables.

4.4.2 Unidades ecológicas (UE).

Integración de mapas temáticos de geología, geomorfología, erodabilidad, pendientes, suelos (tipo y uso actual), cuencas hidrográficas, cobertura vegetal, flora y fauna.

4.4.3 Unidades Socioeconómicas (USE).

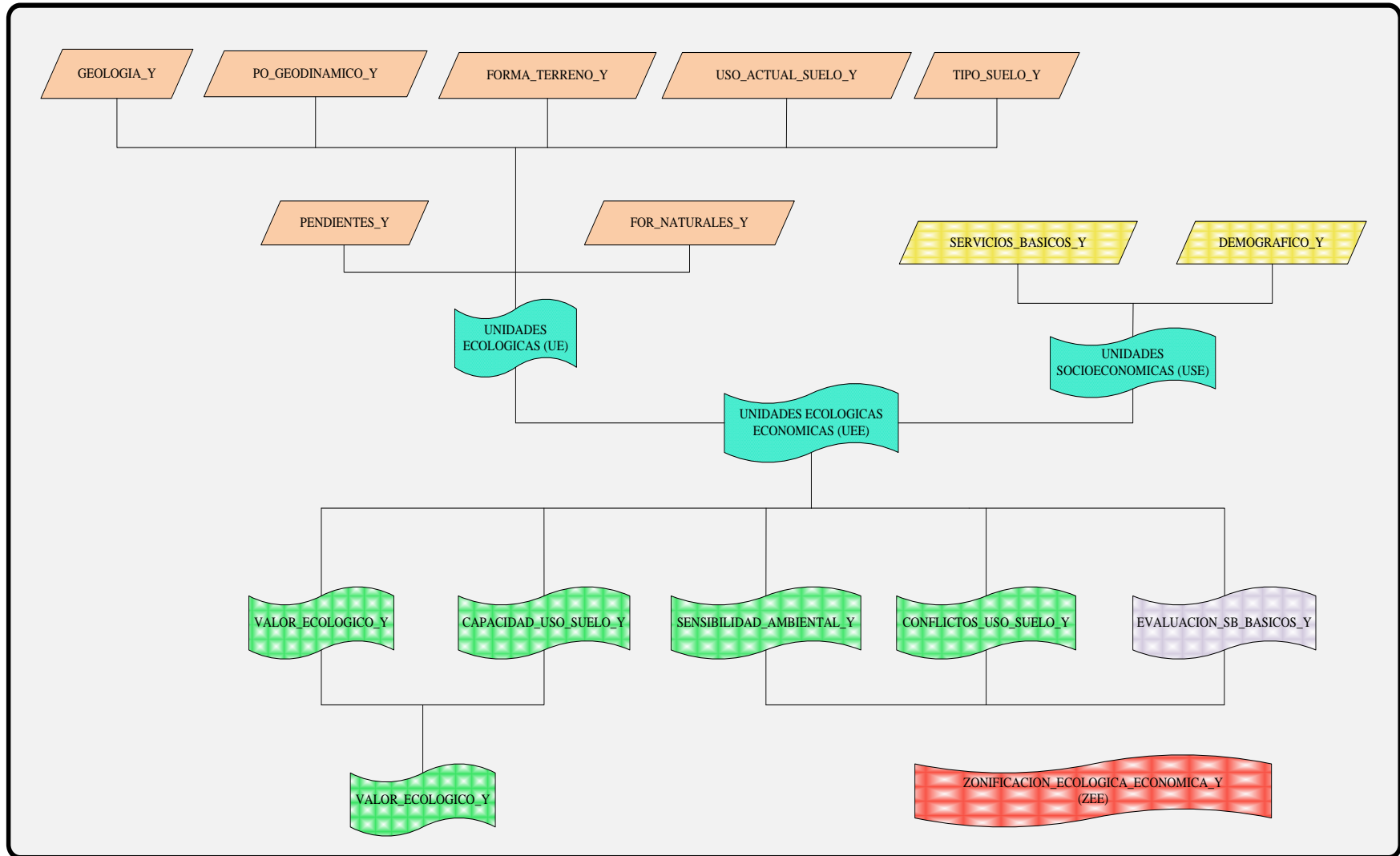
Conjunto de variables demográficas, socioculturales, económicas y ocupación del territorio.

4.4.4 Unidades socioeconómicas (USE).

Este proceso corresponde a la identificación y caracterización de las unidades espaciales, con la finalidad de encontrar potencialidad y limitaciones del territorio, mediante la evaluación de la Calidad del Sistema Natural y de la Calidad del Sistema Socioeconómico. La ZEE de la zona de estudio, dependerá de la heterogeneidad del territorio.

Para lo detallado anteriormente se presenta el modelo cartográfico para la ZEE en la ilustración 11.

Ilustración 11. Modelo Cartográfico para la ZEE (Basado en la ZEE de la Amazonia Peruana)



4.4.5 Valor ecológico.

Se obtiene por la suma de la importancia de las características más sobresalientes en un área de estudio y del medio natural, permitiendo la estabilidad de los procesos ambientales, para esto se tomó criterios únicamente criterios adecuados a la realidad ecológica y social¹⁵. El valor ecológico está orientado a determinar las áreas que por sus características merece una estrategia de conservación.

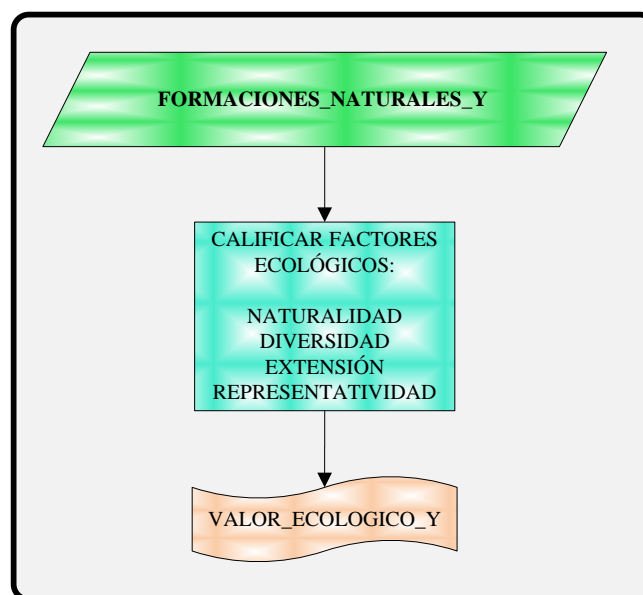


Ilustración 12. Modelo Cartográfico para determinar el Valor Ecológico

La metodología que se implementó es la de valoración de factores ecológicos, planteado por las Naciones Unidas en el año 2002, donde se valora a las zonas de vida encontradas, que son obtenidas mediante el inventario tanto de flora como de fauna, evaluando los siguientes factores: Naturalidad, Fragilidad, Diversidad, Extensión y Representatividad.

A cada valor ecológico se le asignó una ponderación, clasificando de esta forma la importancia del medio natural, esta evaluación se aplica para los parámetros de la variable

¹⁵ ECORAE, Zonificación ecológica-económica de la Amazonía ecuatoriana, Quito, febrero 2001.

de formaciones vegetales, debido a que aquellas muestran las características del entorno natural.

Tabla 27. Rangos de valoración mediante factores ecológicos.

| RANGOS | IMPORTANCIA |
|---------------|--------------------|
| 1 - 4 | Bajo |
| 5 - 7 | Medio |
| 8 - 10 | Alto |

Fuente: Planeación de las Naciones Unidas 2002

Tabla 28. Valoración ecológica de la microcuenca del Río Manzano

| Ecosistema | Naturalidad (0 - 4) | Fragilidad (0 - 1) | Diversidad (0 - 2) | Extensión (0 - 1) | Representatividad (0 - 2) | Suma | |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| Matorral seco montano | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 7 | Medio: Regeneración/Restauración |
| Páramo Herbáceo | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 7 | Medio: Regeneración/Restauración |
| Páramo seco | 4 | 1 | 1 | 0 | 2 | 8 | Alto: Protección/Conservación |

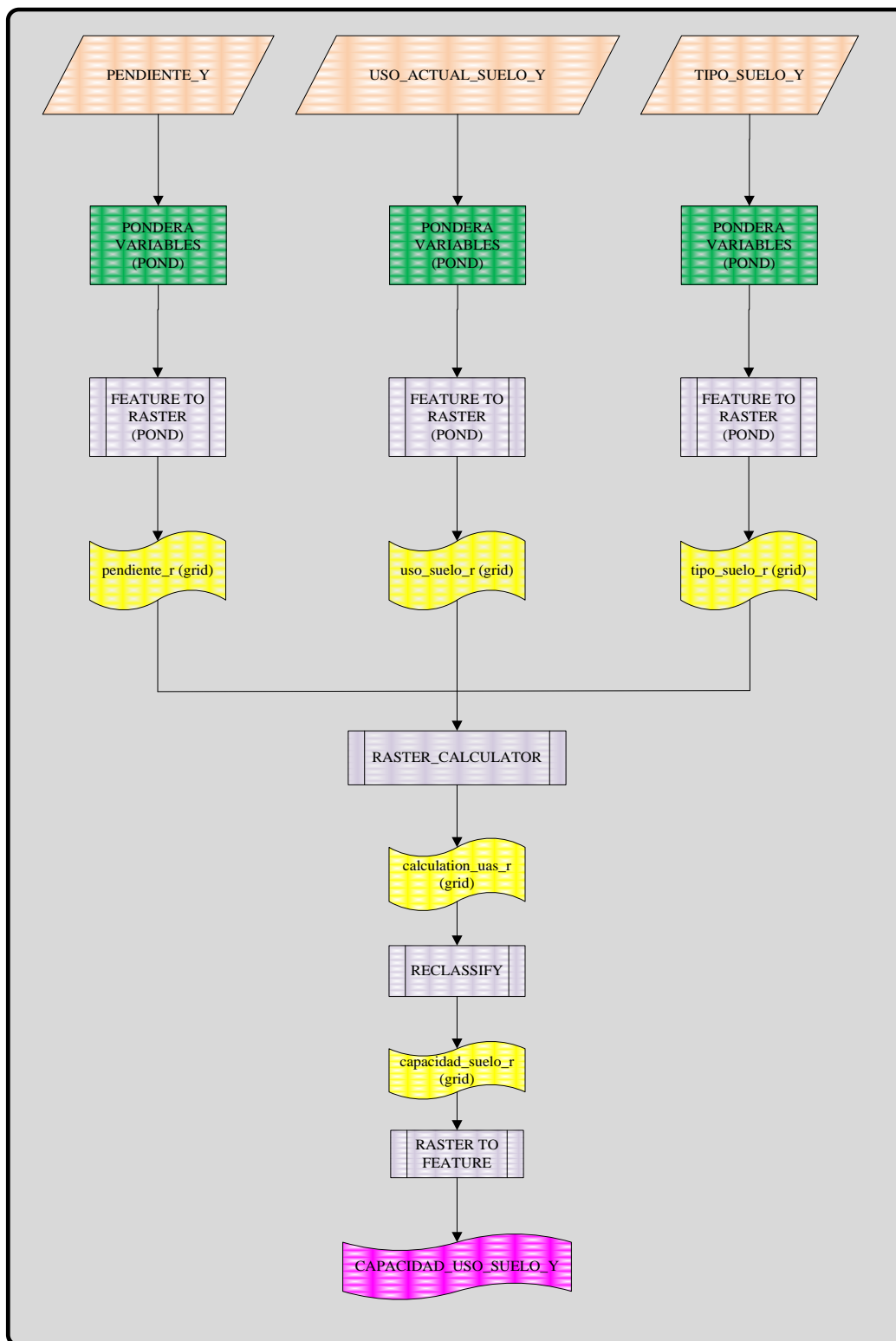
Fuente: Autor

En la presente clasificación la microcuenca cuenta con un valor ecológico alto, destinando a la protección y conservación, ya que, permanece la especie vegetal endémica, al igual que la fauna propia de los páramos ecuatorianos. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.13)

4.4.6 Capacidad de uso de suelo.

Se define la aptitud y actividad que se debe realizar en el territorio, tomando en cuenta las variables abióticas, considerando como factor importante a las pendientes, el tipo y uso de suelo, para definir las áreas adecuadas para realizar alguna actividad en particular. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.14)

Ilustración 13. Modelo Cartográfico para el desarrollo del mapa de capacidad de uso del suelo.



Las variables más importantes para realizar el mapa de capacidad de uso del suelo fueron: pendientes (% de pendiente), tipo (molisoles, Inceptisoles, eriales) y uso actual del suelo. En la tabla que se presenta a continuación se detalla la ponderación de las clases y sus variables, en donde los valores bajos representan al terreno que no tiene una buena capacidad de uso, mientras que los valores altos constituyen a un uso específico desarrollada por alguna actividad.

Tabla 29. Ponderación para obtener el Mapa de capacidad de uso del suelo

| COMPONENTE | VARIABLE | PARÁMETRO | CLASE | ORDEN | POND |
|------------|------------|-----------------------------|---------------------------|-------|------|
| ABIÓTICO | PENDIENTES | PORCENTAJE DE PENDIENTE (%) | 0 – 10 | 1 | 0.44 |
| | | | 10 – 20 | 2 | 0.28 |
| | | | 20 – 30 | 3 | 0.14 |
| | | | 30 – 45 | 4 | 0.10 |
| | | | > 45 | 5 | 0.04 |
| | SUELOS | TIPO | MOLLISOLES | 1 | 0.55 |
| | | | MOLLISOLES – INCEPTISOLES | 2 | 0.42 |
| | | | INCEPTISOLES | 3 | 0.20 |
| | | | ERIALES | 4 | 0.03 |
| | | | TIERRAS AGROPECUARIAS | 1 | 0.62 |
| USO ACTUAL | | VEGETACIÓN HERBÁCE – PÁRAMO | 2 | 0.20 | |
| | | PLANTACIÓN FORESTAL | 3 | 0.10 | |
| | | ZONA POBLADA | 4 | 0.08 | |
| | | | | | |

Fuente: Autor

Una vez obtenida la ponderación se suman los valores de la ponderación y los resultados obtenidos se ingresan en un rango específico de capacidad de uso (Tabla 30), que se los asigna mediante las clases agrológicas de la USDA¹⁶, con esto logramos valorar el grado de explotación agrícola, ganadera y forestal a que puede someterse un terreno son dañar su capacidad productiva

¹⁶ Sistema de determinación de clases agrológicas del servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos de América

4.4.6.1 Clases agrológicas.

- **Clase I:** suelo apropiados para un uso agrícola alto o con capacidad de uso muy elevada, generalmente son profundos, bien drenados y fáciles de trabajar, con buena retención de agua, provisto de nutrientes que tienen un clima favorable para el crecimiento de cultivos.
- **Clase II:** suelos apropiados para un uso agrícola intensivo o con capacidad de uso elevada, pueden ser usado para cultivos agrícolas, forestales o pastos, se diferencia de la clase anterior por tener una pendiente suave, sujetos a erosión moderada, profundidad mediana y propensos a inundarse ocasionalmente.
- **Clase III:** suelos susceptibles de utilización agrícola moderadamente intensiva, los cultivos de esta clase deben ser rotativos, se encuentran sobre pendientes moderadas causando que el riesgo de erosión sea más severo, con fertilidad baja, todos estos tipos de suelo requieren de un adecuado sistema de cultivos para evitar la erosión.
- **Clase IV:** suelos con un restringido uso agrícola, que requieren de un manejo cuidadoso y costoso. Pueden ser usados para cultivos agrícolas, pastos y producción vegetal. Cuentan con pendientes muy pronunciadas, generando una susceptibilidad a una erosión severa, con espesor pequeño, excesiva humedad, la retención de agua es baja, climas severos, fertilidad baja y salinidad alta.
- **Clase V:** suelos que permiten mantener una vegetación permanente todo el año, con la particularidad de que no son apropiados para cultivo, que pueden ser usados para pastos, manejo de bosque natural. Son suelos con alta pedregosidad, con pendientes casi horizontales, que no son susceptibles a erosión.

- **Clase VI:** suelos netamente empleados para el pastoreo o la silvicultura, generando riesgos moderados, constituidos por pendientes fuertes.
- **Clase VII:** suelos para uso de manejo forestal, cuentan con limitaciones por tener un relieve escarpado, erosión severa, poco profundos, textura fina a gruesa, con fuerte pedregosidad, alta salinidad, el drenaje puede ser excesivo o nulo, inundación severa, con zonas de vida seca y la condición de neblina y viento es fuerte.
- **Clase VIII:** suelos no aptos para silvicultura y pastos, emplearse especialmente para fauna silvestre, esparcimiento, belleza escénica o para usos hidrológicos.

Para distinguir la zona de acuerdo a su capacidad de uso del suelo, se delimitó mediante herramientas GIS, se puede modelar la capacidad de uso de suelo adecuada para un buen manejo de recursos en la microcuenca, mediante esta modelación se puede determinar las actividades apropiadas a la zona de estudio.

Tabla 30. Escala de importancia del modelo de Capacidad de Uso.

| CAPACIDAD DE USO | CLASE | PUNTAJE |
|---------------------------|-------|-------------|
| AGRÍCOLA | I | > 1.55 |
| | II | 1.43 – 1.55 |
| | III | 1.32 – 1.42 |
| | IV | 1.21 – 1.31 |
| GANADERA | V | 1.11 – 1.20 |
| PRODUCCIÓN FORESTAL | VI | 0.98 – 1.10 |
| COBERTURA NATURAL | VII | 0.88 – 0.97 |
| PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN | VIII | < 0.88 |

Fuente: USDA

Tabla 31. Capacidad de uso del suelo de la microcuenca del Río Manzano

| CAPACIDAD DE USO | ÁREA (Km ²) | UBICACIÓN |
|------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Agrícola | 11.159 | Canal de desagüe y cono de deyección (parte media y baja de la cuenca) |
| Ganadera | 2.301 | Canal de desagüe y cono de deyección (parte media y baja de la cuenca) |

| | | |
|---------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------|
| Producción Forestal | 2.244 | Canal de desagüe y cono de deyección (parte media y baja de la cuenca) |
| Cobertura Natural | 4.722 | Canal de desagüe y cono de deyección (parte media y baja de la cuenca) |
| Protección y Conservación | 60.248 | Cuenca de recepción (parte alta de la cuenca) |

Fuente: Autor

Con esto se concluye que la microcuenca del río Manzano en su mayor parte es de conservación y protección, mientras que la parte baja, para actividades agrícolas, ganaderas y producción forestal, permitiendo disminuir los deslizamientos de la zona por plantaciones forestales.

4.4.7 Uso potencial del suelo.

Sirve como apoyo para determinar zonas aptas para una determinada actividad, dando pesos a los parámetros de estudio con sus respectivo valor de ponderación (Tabla 32), para luego con algebra de mapas, utilizando como insumos la capacidad de uso, de suelo y valor ecológico, se puede determinar zonas potenciales de uso agropecuario o para regeneración – restauración y para protección – conservación. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.15)

Tabla 32. Ponderación de mapas para obtener el uso potencial del suelo

| VARIABLES | DESCRIPCIÓN | CLASE | USO POTENCIAL | ORDEN | POND |
|---------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------|-------|------|
| CAPACIDAD DE USO | Agrícola | I | Agropecuario | 3 | 0.12 |
| | | II | | | |
| | | III | | | |
| | | IV | | | |
| | Ganadera | V | Regeneración / Restauración | 2 | 0.3 |
| | Producción Forestal | VI | | | |
| Cobertura Natural | VII | | | | |
| Protección y conservación | VIII | Protección / Conservación | 1 | 0.58 | |
| VALOR ECOLÓGICO | Alto | | Protección / Conservación | 1 | 0.65 |
| | Medio | | Regeneración / Restauración | 2 | 0.35 |

Fuente: Autor

Una vez obtenida la sumatoria de los pesos realizado por la ponderación de las variables, se coloca los valores dentro del rango de uso potencial del suelo (Tabla 33), basado en la importancia del valor ecológico sobre la capacidad de uso del suelo.

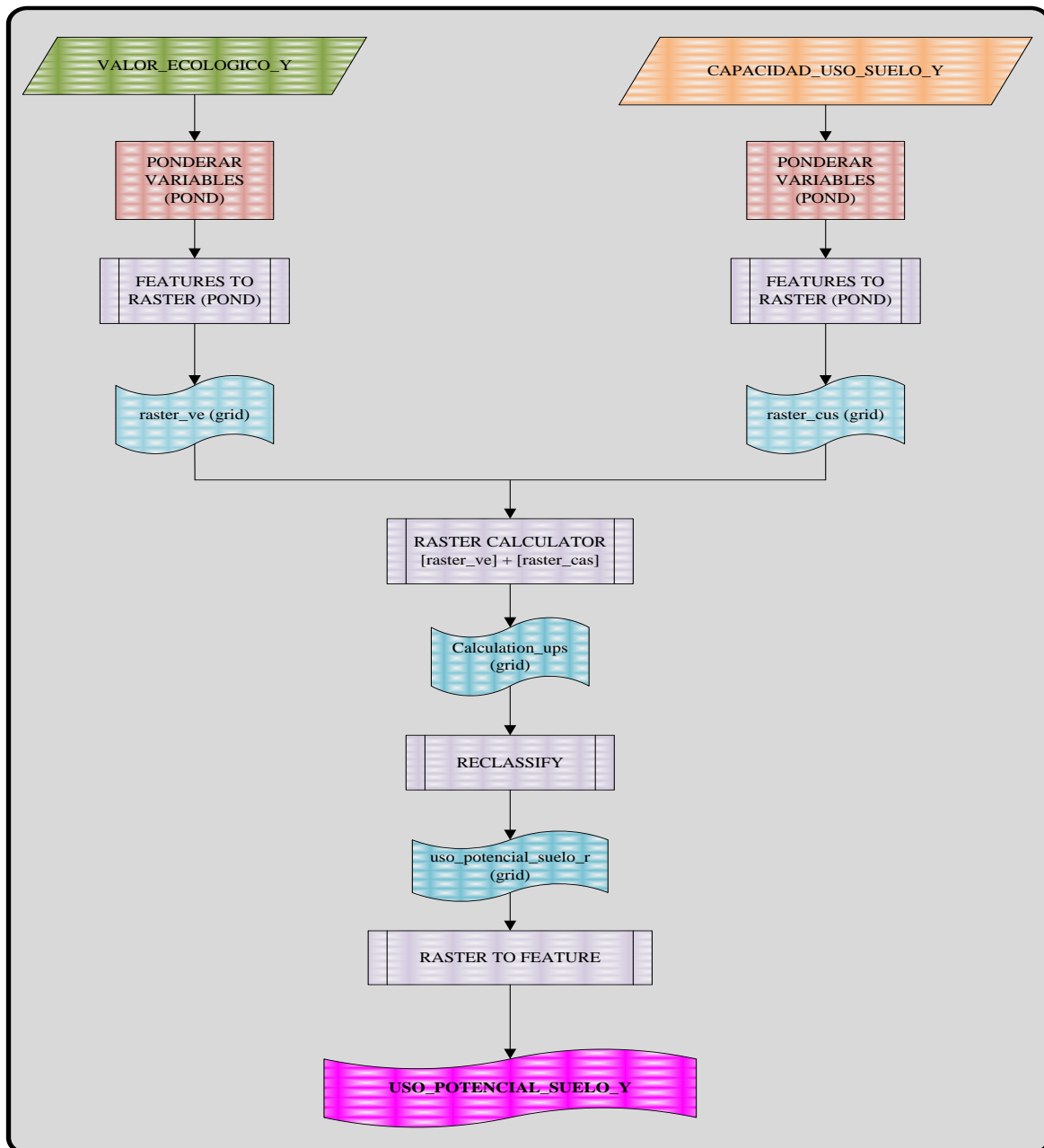
Tabla 33. Uso potencial del suelo de la microcuenca del río Manzano

| USO POTENCIAL | SÍMBOLO | RANGO | ÁREA (Km²) |
|-----------------------------|----------------|--------------|------------------------------|
| AGROPECUARIO | Ag | 0.12 – 0.66 | 20.245 |
| REGENERACIÓN / RESTAURACIÓN | R/R | 0.67 – 0.82 | - |
| PROTECCIÓN / CONSERVACIÓN | P/C | 0.83 – 1.23 | 60.266 |

Fuente: Autor

A continuación se detalla el modelo cartográfico para la obtención del mapa de Uso Potencial del Suelo:

Ilustración 14. Modelo Cartográfico para el desarrollo del mapa del Uso Potencial del Suelo.



4.4.8 Sensibilidad ambiental.

Está relacionada directamente con la vulnerabilidad y riesgos naturales, determinando zonas que presentan alta amenaza por estar expuestas a procesos geodinámicos

(deslizamientos, erosión, heladas) y otros afectando la vulnerabilidad del territorio y sus poblaciones¹⁷. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.16)

En el área de estudio se presentan deslizamientos de tierra, debido a la expansión agrícola y construcción de vías y como una fuerte amenaza de erosión por la sobreutilización del suelo y procesos de erosión eólica.

Para el desarrollo del mapa de sensibilidad ambiental se toma como referencia los mapas: geológico, de pendientes, cobertura vegetal, tipo y uso del suelo; el método a utilizar es el de Delphi, que consta de la ponderación de las variables designando pesos de forma independiente. En el siguiente cuadro se describe la ponderación y normalización de cada variable (Tabla 34).

Tabla 34. Ponderación de mapas para obtención del mapa de Sensibilidad Ambiental

| COMPONENTE | VARIABLE | PARÁMETRO | CLASE | ORDEN | POND | |
|------------|----------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|---------|------|------|
| ABIÓTICO | GEOLÓGICO | LITOLOGÍA | AGLOMERADO ANDESITICO | 2 | 0.25 | |
| | | | AGLOMERADO DACITO | 2 | 0.25 | |
| | | | ESQUISTO | 1 | 0.5 | |
| | GEOMORFOLÓGICO | FORMA DEL RELIEVE | CIMA MONTAÑOSO ESCARPADO | 3 | 0.10 | |
| | | | | 2 | 0.35 | |
| | | | | 1 | 0.55 | |
| | | PROCESOS GEODINÁMICOS | DESLIZAMIENTOS OTROS | 1 | 1 | |
| | | | | - | - | |
| | | PORCENTAJE DE PENDIENTE (%) | | 0 – 10 | 5 | 0.05 |
| | | | | 10 – 20 | 4 | 0.15 |
| 20 – 30 | 3 | | | 0.22 | | |
| 30 – 45 | 2 | | | 0.23 | | |
| | > 45 | 1 | 0.35 | | | |
| SUELOS | TIPO | MOLLISOLES MOLLISOLES-INCEPTISOLES INCEPTISOLES ERIALES | 4 | 0.15 | | |
| | | | 3 | 0.20 | | |
| | | | 2 | 0.28 | | |
| | | | 1 | 0.37 | | |
| | | | | | | |
| ABIÓTICO | USO ACTUAL | TIERRAS AGROPECUARIAS ZONA POBLADA | 1 | 0.40 | | |
| | | | 1 | 0.31 | | |

¹⁷ Guía técnica de modelamientos SIG para la ZEE, Julio 2010.

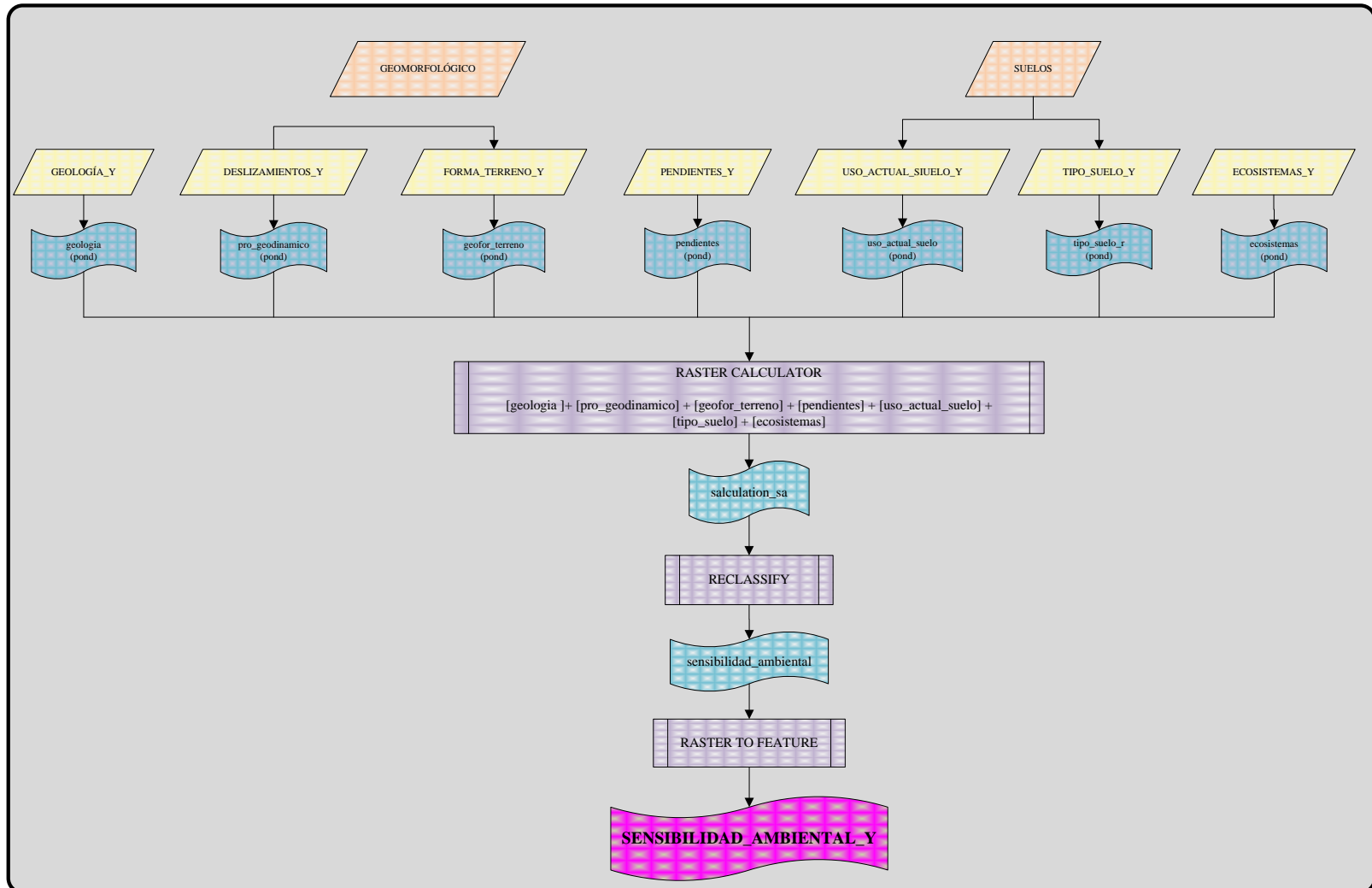
| | | | | | |
|----------------|------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
| | | | PLANTACIÓN FORESTAL VEGETACIÓN HERBÁCE – PÁRAMO | 2 3 4 | 0.16 0.13 |
| BIÓTICO | ECOSISTEMAS (FORMACIONES VEGETALE) | DESCRIPCIÓN | PÁRAMO SECO MATORRAL SECO MONTANO PÁRAMO HERBACEO | 1 2 3 | 0.46 0.39 0.15 |

Fuente: Autor

Para describir la ponderación de cada variable y valor hacer tomado, se los da por los siguientes criterios:

- Mapa Geológico: valores bajos por la roca metamórfica, esquistos, y valor alto por su mayor influencia sobre procesos geodinámicos como deslizamientos.
- Mapa Geomorfológico: valores altos a relieves escarpados, y bajos a relieves montañosos y cimas.
- Mapa de pendientes: pendientes ($> 45^\circ$) valores altos que corresponden a deslizamientos, y valores bajos de acuerdo a la inclinación de las pendientes.
- Mapa de suelos: suelos descubiertos mayor sensibilidad por ser erosionados, los Inceptisoles suelos poco productivos, y mayor influencia en zonas de producción como cultivos y pastos.
- Mapa de ecosistemas (formaciones vegetales): valores altos a los páramos secos y matorral seco montano, ya que influye por poca retención de agua, y valores bajos en taludes y pendientes altas.

Ilustración 15. Modelo Cartográfico para el desarrollo del mapa de Sensibilidad Ambiental.



Como se puede observa en el modelo, a cada una de las variables mediante el algebra de mapas se sumó los valores, para luego reclasificar a los tres tipos de amenaza que se representan en los siguientes rangos:

Tabla 35. Categorización de sensibilidad ambiental de la microcuenca del río Manzano

| RANGOS | SENSIBILIDAD | DESCRIPCIÓN |
|---------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0.83 – 1.82 | BAJA | Áreas sin amenazas, cubiertas por vegetación, suelos estables y de pendientes bajas; valles glaciares con pantanos que no representan riesgo por inundación debido al bajo caudal de la microcuenca. |
| 1.83 – 2.13 | MEDIA | En la microcuenca parte media y alta, las cumas con pendientes moderadas con suelo fijo y la amenaza es media debido a la construcción de vías, riesgos a erosión en suelos descubiertos y sobreutilizados. |
| 2.14 – 3.63 | ALTA | Parte alta presencia de heladas y pendientes abruptas, ocurrencia de erosión eólica con suelos descubiertos,; en la parte media, pendientes altas con escarpes pronunciados. Existen procesos geodinámicos por la construcción de vías, zonas inestables por pendientes pronunciadas y poca estabilidad de suelos. |

Fuente: Autor

4.4.9 Valoración para el potencial del sistema socioeconómico.

3.4.9.1 Conflictos de uso del suelo.

Mediante este mapa podemos identificar las áreas donde existen incompatibilidad entre las zonas de uso del suelo con vocación natural; la metodología que se aplica para obtener el mapa de conflictos de uso del suelo es, que por una unión entre los mapas de uso actual del suelo y uso potencial del suelo, se obtiene la localización de las áreas donde existe la utilización del suelo, es decir, zona adecuada, subutilizada y sobreutilizada. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.17).

Tabla 36. Simbología utilizada en uso actual y uso potencial.

| DESCRIPCIÓN | SÍMBOLO |
|-----------------------|----------------|
| Tierras agropecuarias | TA |

| | |
|------------------------------|-----|
| Zonas pobladas | ZP |
| Plantación Forestales | PF |
| Vegetación Herbácea y Páramo | VHP |
| Agropecuario | AG |
| Protección / Conservación | P/C |

Fuente: Autor

Ilustración 16. Matriz de evaluación para determinar conflictos de uso.

| | | USO POTENCIAL DEL SUELO | |
|----------------------|-----|-------------------------|-----|
| | | AG | P/C |
| USO ACTUAL DEL SUELO | TA | | |
| | ZP | | |
| | PF | | |
| | VHP | | |

| | |
|--|-----------------|
| | USO ADECUADO |
| | SOBREUTILIZADAS |
| | SUBUTILIZADAS |

De acuerdo al cálculo de áreas de los conflictos de uso dentro de la microcuenca, cuenta con un uso adecuado del territorio, como se explica en la siguiente tabla:

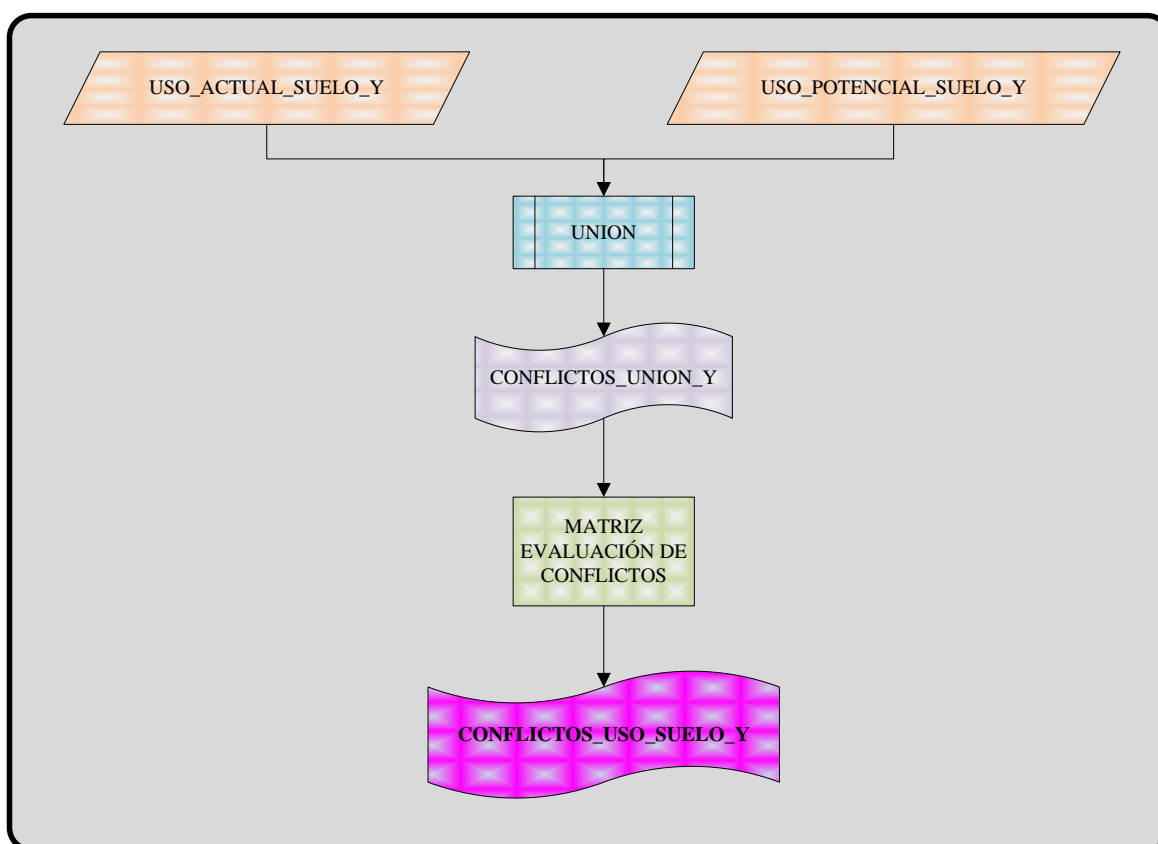
Tabla 37. Unidades para el mapa de conflictos de uso del suelo.

| CONFLICTOS DE USO | DESCRIPCIÓN | ÁREA (Km ²) |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| USO ADECUADO | Apropiadas para desempeñar actividades agrícolas. Para el caso de zonas de protección/conservación aplicadas en zonas de plantación forestal y en vegetación herbácea - páramo | 72.561 |
| SUBUTILIZADO | Tierras utilizadas para otras actividades en bajas proporciones para pastoreo de ovinos, equinos, vacunos y caprinos que se encuentran en las zonas de vegetación herbácea – páramo donde acuden los animales para proporcionarse de agua y alimento sin control alguno y esto puede influir, ya que, sin un buen manejo dicha zona se puede convertir en tierras sobreutilizadas. | 0.872 |

| | | |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| SOBREUTILIZADO | Las actividades en el lugar son intensivas y exceden la capacidad de uso del suelo, se encuentran en la parte media y baja de la microcuenca, ocupados por cultivos en zonas de protección/conservación, esto se ubica en las riveras de los ríos. En áreas donde hay pendientes moderadas, debería existir reforestación para protección/conservación de la microcuenca. | 6.915 |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

Fuente: Autor

Ilustración 17. Modelo cartográfico para determinar los conflictos de uso del suelo.



4.4.9.2 Servicios básicos.

Para generar la valoración del componente socioeconómico es necesario evaluar los servicios básicos, con esto se obtendrán cinco cobertura de tipo polígono: SB_VIALIDAD_Y, SB_TELEFONIA_Y, SB_ELECTRICA_Y,

SB_ALCANTARILLADO_Y y SB_AGUA_Y, posteriormente a estas capas se las transforma en formato raster para analizarlas y finalmente calcular el área de los diferentes tipos de zonas obtenidas. (ANEXO: 1: Ilustración: 1.18).

- **Vialidad**

Se generó superficies de influencia (buffer) a 100 metros alrededor de los diferentes tipos de vías para definir áreas más próximas a las zonas principales

Tabla 38. Valoración y descripción para el servicio de Vialidad.

| PESO | DESCRIPCIÓN |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|
| 3 | Zonas ubicadas a 100 metros a la redonda de las vías principales |
| 2 | Zonas ubicadas a 100 metros a al redonda de los caminos de verano |
| 1 | Zonas sin vialidad |

Fuente: Autor

- **Energía Eléctrica**

Con el número de habitantes por hectárea, por medio de la cobertura raster se pudo clasificar las zonas de acuerdo al servicio básico de la siguiente manera:

Tabla 39. Descripción y ponderación de Energía Eléctrica

| HAB/HA | PONDERACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|---------------|--------------------|-----------------------------|
| 1 | 10 | Zonas sin energía eléctrica |
| 2,3,4,5 | 20 | Zonas con energía eléctrica |

Fuente: Autor

- **Agua**

Con el número de habitantes por hectárea, por medio de la cobertura raster se puede clasificar las zonas de acuerdo al servicio básico de la siguiente manera:

Tabla 40. Descripción y ponderación de Agua

| HAB/HA | PONDERACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|---------------|--------------------|-----------------------------|
| 1 | 10 | Zonas sin servicios de agua |

| | | |
|-------|----|-------------------------------------|
| 2,3,4 | 20 | Zonas con servicio de agua entubada |
| 5 | 30 | Zonas con servicios de agua potable |

Fuente: Autor

- **Telefonía**

Con el número de habitantes por hectárea, a través de la cobertura rastre se pudo clasificar las zonas de acuerdo al servicio de telefonía:

Tabla 41. Descripción y ponderación de Telefonía

| HAB/HA | PONDERACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|-----------|-------------|--------------------------------------------|
| 1,2,3,4,5 | 100 | Zonas sin servicio telefónico convencional |

Fuente: Autor

- **Alcantarillado**

Con el número de habitantes por hectárea, por medio de la cobertura raster se pudo clasificar las zonas de acuerdo al servicio de alcantarillado:

Tabla 42. Descripción y ponderación de Alcantarillado

| HAB/HA | PONDERACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|---------|-------------|--------------------------------------|
| 1,2,3,4 | 1000 | Zonas sin servicio de alcantarillado |
| 5 | 2000 | Zonas con servicio de alcantarillado |

Fuente: Autor

La suma de las cinco coberturas analizadas desplegaron los siguientes resultados:

Tabla 43. Descripción y ponderación de Alcantarillado

| SUMA | SERVICIO BÁSICO | SI | NO |
|------|-------------------|----|----|
| 1121 | Alcantarillado | | X |
| | Telefonía | | X |
| | Energía Eléctrica | | X |
| | Agua Entubada | | X |
| | Vías | | X |
| 1123 | Alcantarillado | | X |
| | Telefonía | | X |
| | Energía Eléctrica | | X |
| | Agua Entubada | | X |
| | Vías | X | |
| 1141 | Alcantarillado | | X |

| | | | |
|------|-------------------|---|---|
| | Telefonía | | X |
| | Energía Eléctrica | X | |
| | Agua Entubada | X | |
| | Vías | | X |
| 1142 | Alcantarillado | | X |
| | Telefonía | | X |
| | Energía Eléctrica | X | |
| | Agua Entubada | X | |
| 1143 | Vías | X | |
| | Alcantarillado | | X |
| | Telefonía | | X |
| | Energía Eléctrica | X | |
| 2151 | Agua Entubada | X | |
| | Vías | X | |
| | Alcantarillado | X | |
| | Telefonía | | X |
| 2152 | Energía Eléctrica | X | |
| | Agua Entubada | X | |
| | Vías | X | |
| | Alcantarillado | X | |
| 2153 | Telefonía | | X |
| | Energía Eléctrica | X | |
| | Agua Entubada | X | |
| | Vías | X | |

Fuente: Autor

Todos estos resultados fueron reclasificados y se presentan en la siguiente tabla:

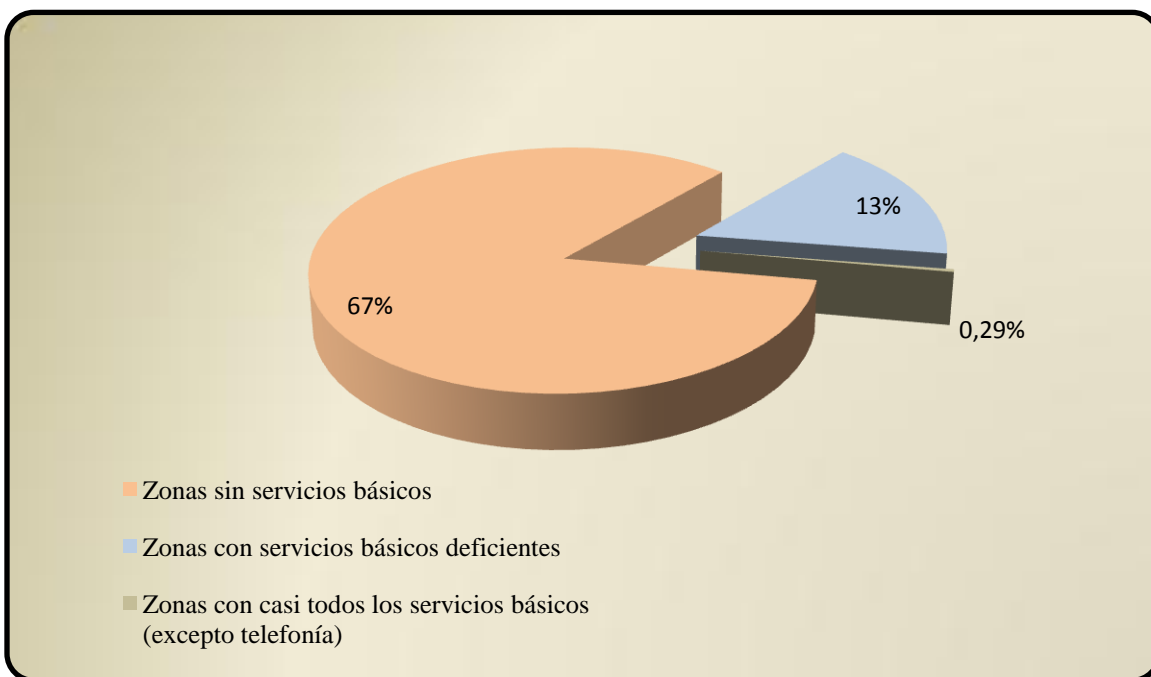
Tabla 44. Reclasificación y descripción de zonas con variables socioeconómicas

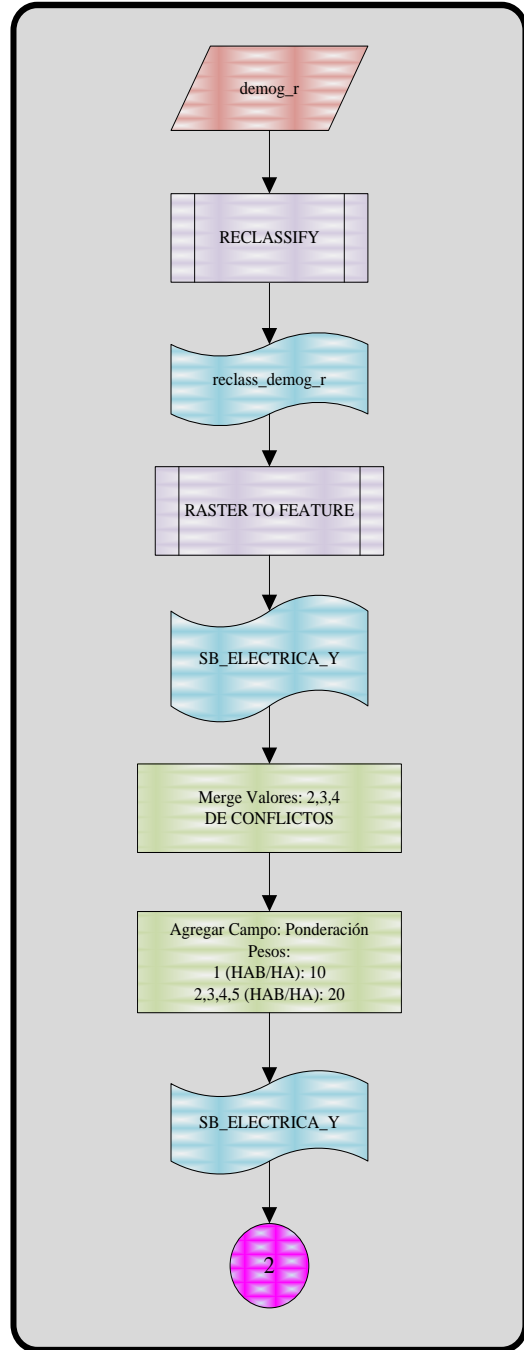
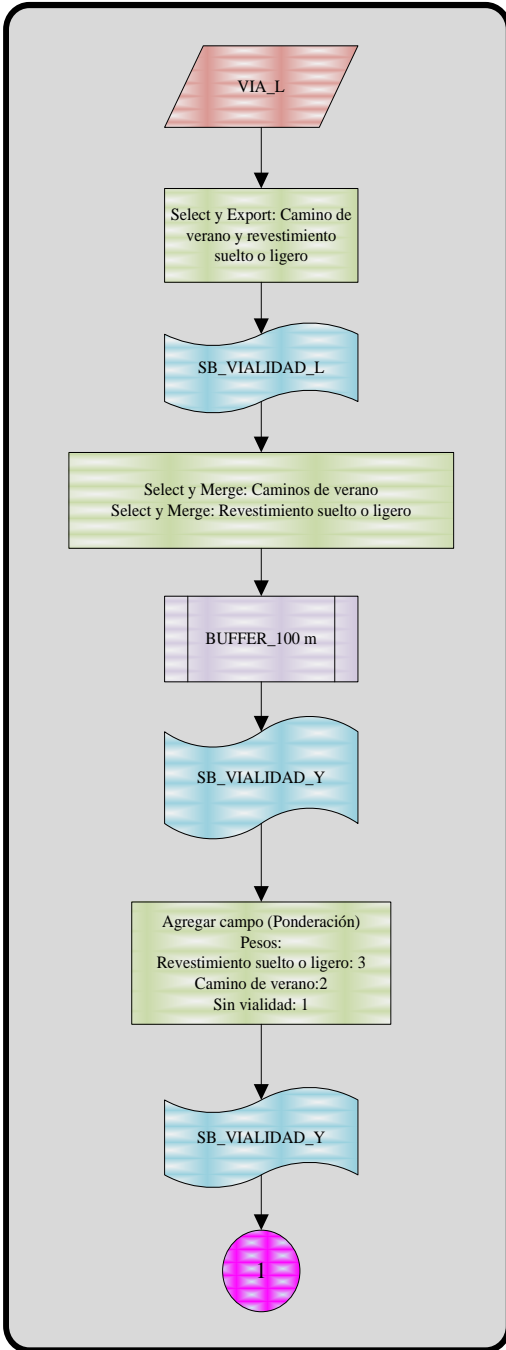
| RESULTADO | ZONA RECLASIFICADA | DESCRIPCIÓN |
|-----------|--------------------|--------------------------------------------------------|
| 1121 | 1 | ZONAS SIN SERVICIOS BÁSICOS |
| 1123 | 1 | ZONAS SIN SERVICIOS BÁSICOS |
| 1141 | 2 | ZONAS CON SERVICION BÁSICOS DEFICIENTES |
| 1142 | 2 | ZONAS CON SERVICION BÁSICOS DEFICIENTES |
| 1143 | 2 | ZONAS CON SERVICION BÁSICOS DEFICIENTES |
| 2151 | 2 | ZONAS CON SERVICION BÁSICOS DEFICIENTES |
| 2152 | 3 | ZONAS CON CASI TODOS LOS SERVICIOS (EXCEPTO TELEFONÍA) |
| 2153 | 3 | ZONAS CON CASI TODOS LOS SERVICIOS (EXCEPTO TELEFONÍA) |

Fuente: Autor

Los resultados muestran que menos del 1% (0.29 Km²) de la zona de estudio tienen la mayoría de los servicios básicos, el 16% (13 Km²) pertenece a servicios básicos deficientes y el 83% (67 Km²) con cuentan con servicios básicos.

Ilustración 18. Condiciones de los servicios básicos en el área de estudio.





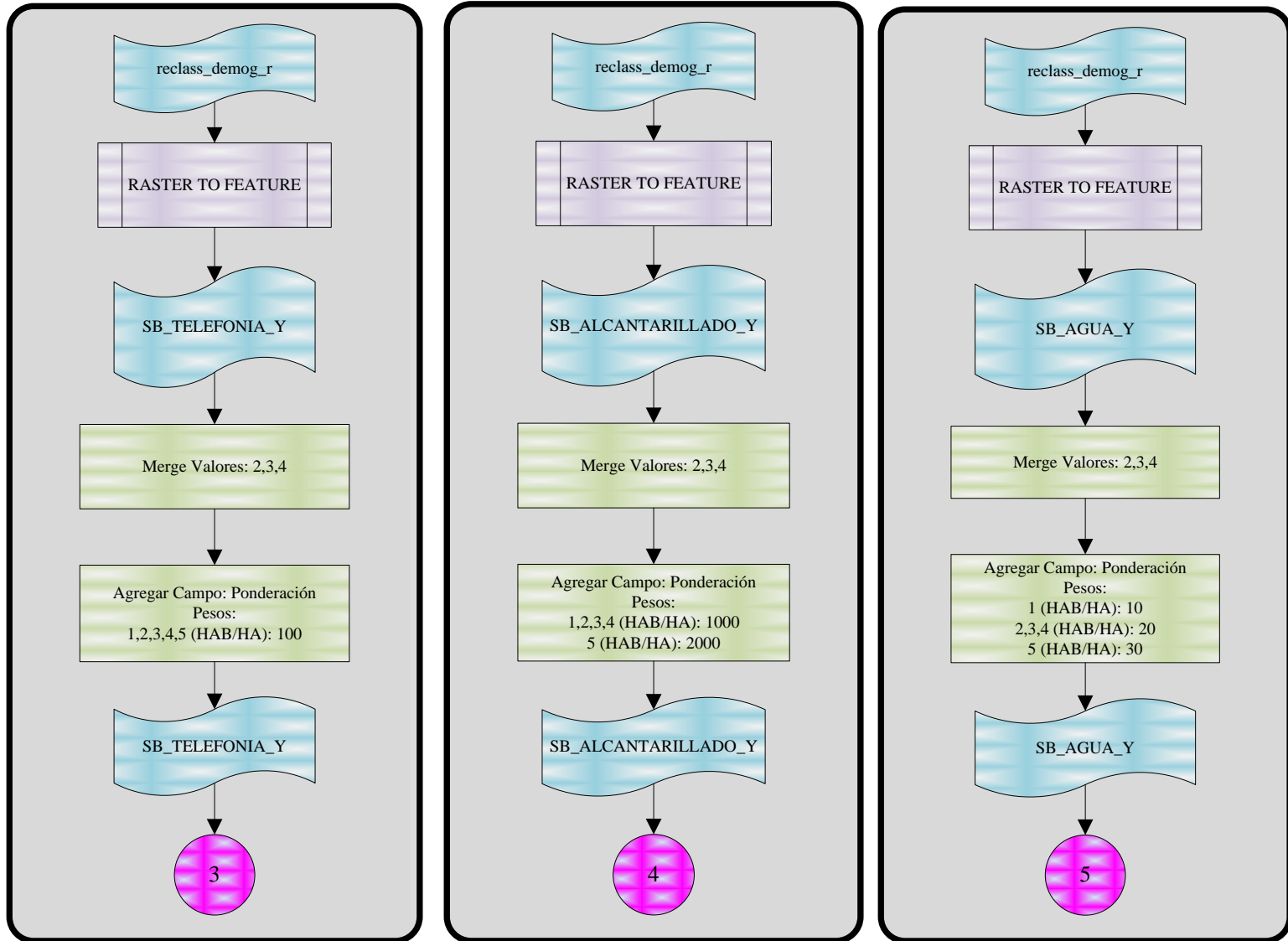
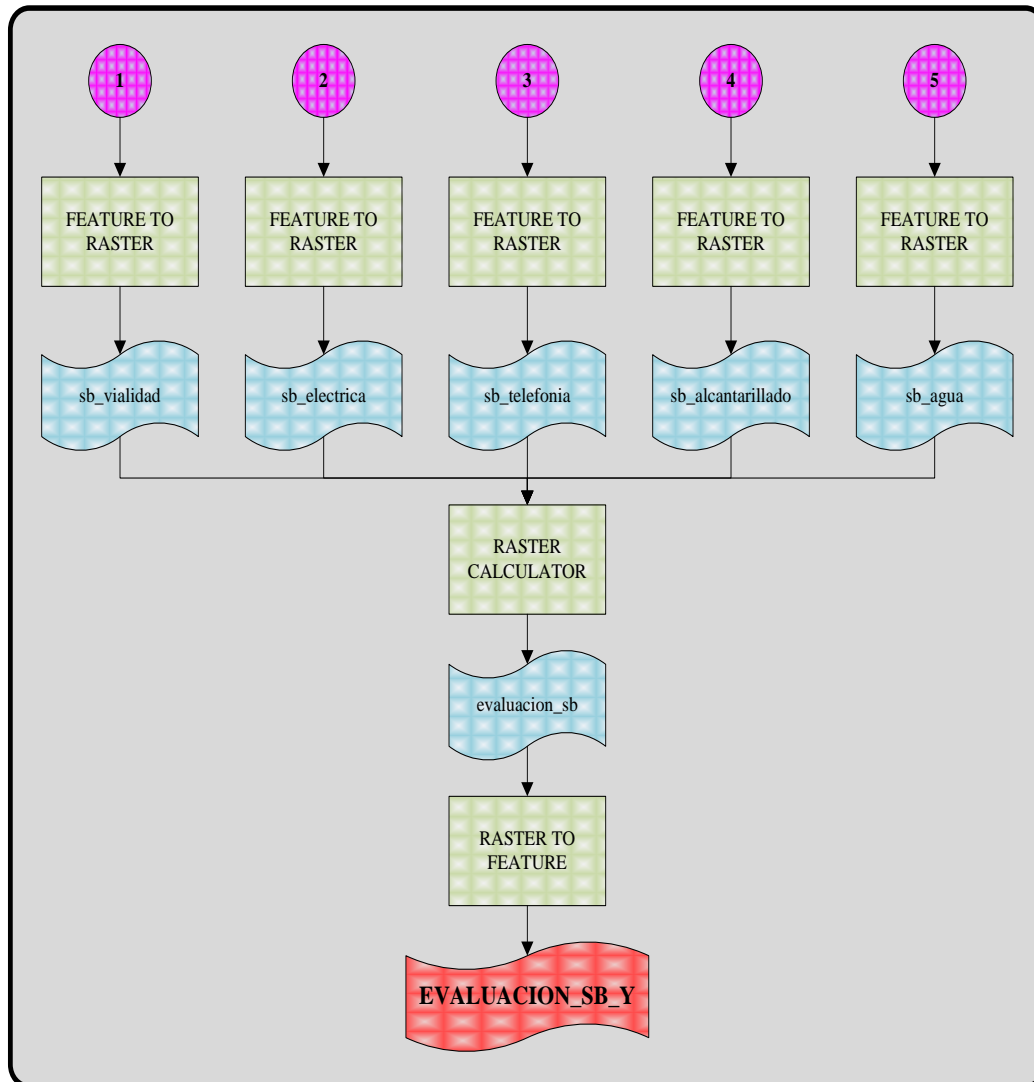


Ilustración 19. Modelo cartográfico para obtener la evaluación de servicios básicos.



4.4.10 Zonificación ecológica económica.

Permite localizar áreas donde existen tierras de uso no adecuado (tierras subutilizadas y sobreutilizadas), para luego realizar una superposición de mapas de uso no adecuado de las tierras y sensibilidad ambiental, designando valores altos a zonas que necesitan de atención y un buen manejo de las actividades, de este modo se realizará una ponderación a las zonas

donde el uso de la tierra no es adecuado, por esta razón, se procede a dar un valor mayor al uso no adecuado y excluyendo totalmente al uso adecuado, debido a que dicha metodología es enfocada a zonas con problemas. De esta misma forma la sensibilidad ambiental tendrá mayor énfasis en lugares donde la sensibilidad es alta.

Tabla 45. Ponderación de datos para conflictos de uso para propuesta ecológica

| VARIABLE | PARÁMETRO | ORDEN | POND_PE |
|-------------------|-----------------|-------|---------|
| CONFLICTOS DE USO | USO ADECUADO | 2 | 0 |
| | USO NO ADECUADO | 1 | 1 |

Fuente: Autor

Tabla 46. Ponderación de datos para conflictos de uso para propuesta ecológica

| VARIABLE | PARÁMETRO | ORDEN | POND_PE |
|-------------------|-----------|-------|---------|
| CONFLICTOS DE USO | ALTO | 1 | 0.75 |
| | MEDIO | 2 | 0.23 |
| | BAJO | 3 | 0.02 |

Fuente: Autor

Con algebra de mapas, mediante una sumatoria de los mapas ponderados, de conflictos de uso y sensibilidad ambiental, se obtiene, un uso recomendable a los problemas que tiene la microcuenca. Con el mapa resultante, se procede a realizar la unión con el mapa de uso adecuado, para obtener la propuesta ecológica

Tabla 47. Matriz de valor con las zonas recomendables

| USO RECOMENDABLE | SENSIBILIDAD AMBIENTAL | | |
|-----------------------------|------------------------|-------|------|
| | BAJA | MEDIA | ALTA |
| PRODUCCIÓN | P | P/C | P/C |
| PROTECCIÓN/ CONSERVACIÓN | P/C | P/C | P/C |

Fuente: Autor

Con el resultado anterior se añade la variable socioeconómica para obtener la propuesta ecológica económica, ponderando con importancia a la parte social y comunitaria.

Tabla 48. Ponderación para obtener mapa de ZEE

| VARIABLE | CLASE | ORDEN | POND |
|----------|-------|-------|------|
|----------|-------|-------|------|

| | | | |
|----------------------------------------|-----------------------------------|---|------|
| PROPUESTA ECOLÓGICA | PRODUCCIÓN | 1 | 0.58 |
| | PROTECCIÓN/CONSERVACIÓN | 2 | 0.42 |
| EVALUACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS | SIN SERVICIOS BÁSICOS | 3 | 0.2 |
| | CON SERVICIOS BÁSICOS DEFICIENTES | 2 | 0.28 |
| | CON TODOS LOS SERVICIOS BÁSICOS | 1 | 0.52 |

Fuente: Autor

Se procedió a sumar los pesos que posee cada parámetro y se obtuvo un valor para cada caso, posteriormente se reclasificarán los datos para distinguir la ZEE, de tal modo:

Tabla 49. Unidades temáticas del mapa de ZEE

| COD | CLASES | ZONA | ÁREA (Km²) | PORCENTAJE |
|------------|---------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| PA | 0.2 – 0.78 | PRODUCCIÓN AGROPECUARIA | 4.591 | 6 % |
| PF | 0.78 – 0.94 | PRODUCCIÓN FORESTAL | 11.144 | 14 % |
| P/C | 0.94 – 1.1 | PROTECCIÓN/CONSERVACIÓN | 63.825 | 80 % |

Fuente: Autor

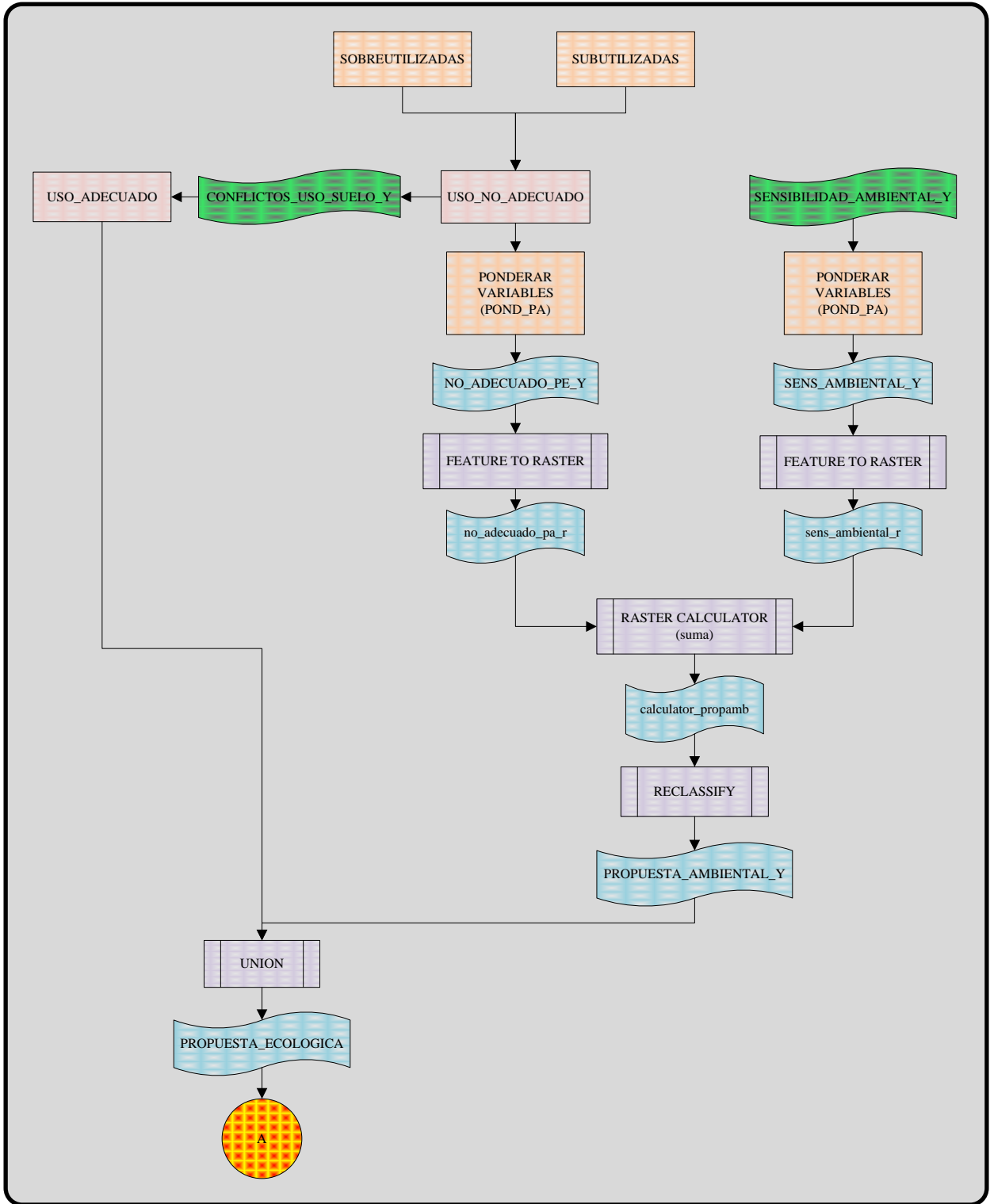
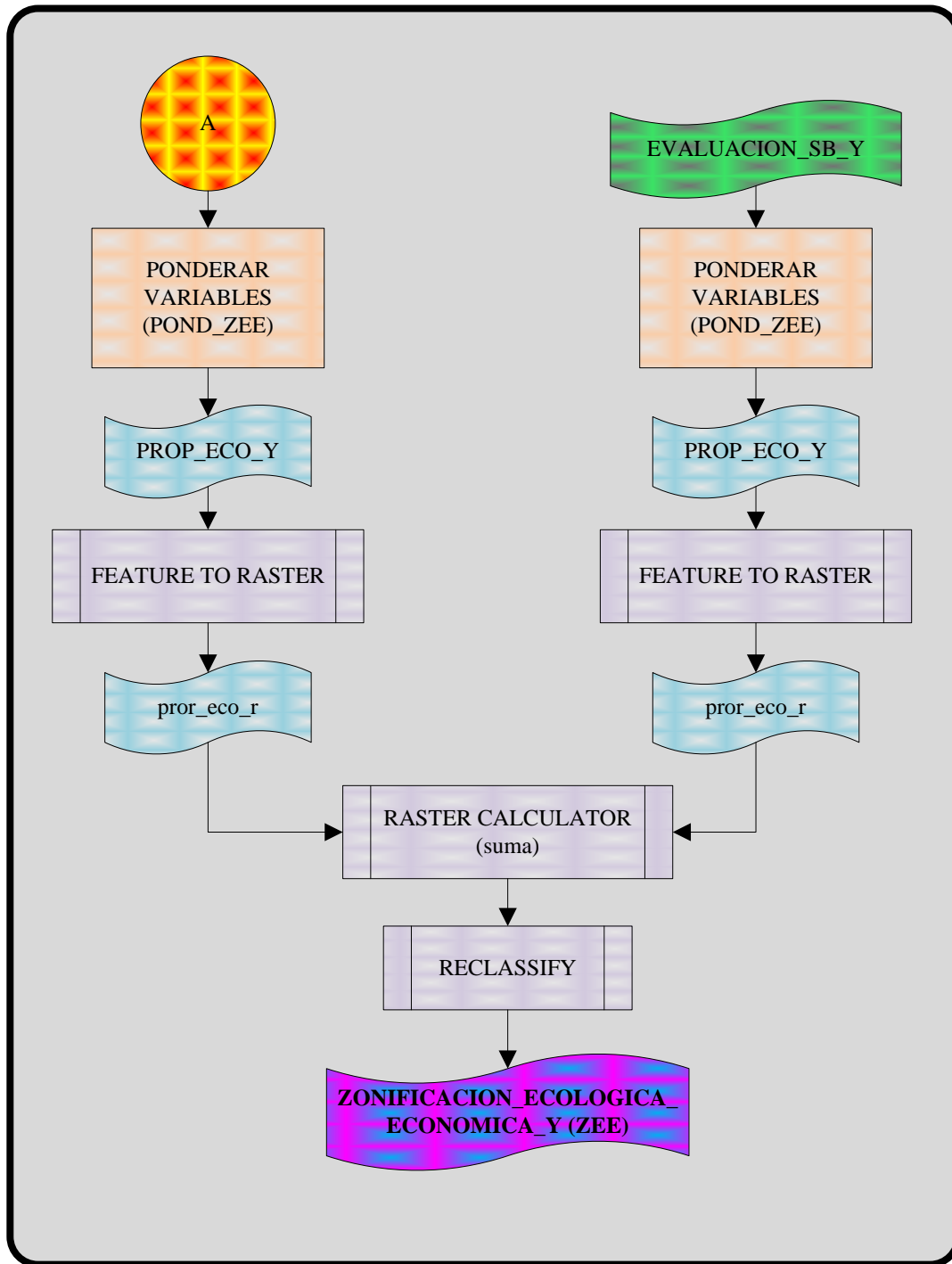


Ilustración 20. Modelo cartográfico para obtener la ZEE.






CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO MANZANO


Los planes propuestos en este capítulo están basados en el diagnóstico de la microcuenca, buscando un compromiso y apoyo de la comunidad junto con las autoridades de los gobiernos locales, de manera de concretar convenios que beneficien a la población y no perjudicando los recursos de la zona de estudio.











Tabla 50. Simbología de los criterios asignados a los indicadores.










| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|  | El indicador presenta un buen estado |
|  | El indicador presenta un estado constante |
|  | El indicador presenta un deterioro o malas condiciones |

Fuente: Autor

Tabla 51. Estado de cada indicador analizado.

| FACTOR | VARIABLES | INDICADORES | DESCRIPCIÓN | CRITERIO |
|----------|-----------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ABÍOTICO | Geología | Litología | Presencia de rocas dacitas y andesitas de tipo volcánico (volcán), así también como esquistos en poca cantidad de tipo metamórfico. |  |
| | | Erodabilidad | Zona poca susceptible a la erosión. | |

| | | | | |
|--|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | Geomorfología | Pendiente | Zonas de pendientes mayor al 30% (Pendientes pronunciadas) |  |
| | | | Zonas de pendientes de 0% a 30% |  |
| | | Formas de relieve | Forma de relieve escarpado |  |
| | | | Forma de relieve montañoso |  |
| | | | Forma de relieve de cima |  |
| | Procesos Geodinámicos | Los deslizamientos se dan en zonas escarpadas ubicadas en el cambio de zonas de cima a montañosa y también al momento de construcción de vías. |  | |
| | Hidrología | Calidad de Agua | Los resultados de los análisis son positivos para las comunidades aledañas ya que se encuentran limpias y bien oxigenadas. |  |
| | Suelo | Tipo de Suelo | La microcuenca está constituida por su gran mayoría de Inceptisoles que son suelos propios de los páramos y los Molisoles donde se presentan actividades agrícolas, mientras que los Eriales representan el 20% de la zona de estudio. |  |
| | | Conflictos de Uso de Suelo | Uso no adecuado, se considera actuar en zonas sobreutilizadas y subutilizadas que son el 7% y al 1% del área total del a zona de estudio para su recuperación y protección. |  |
| | Clima | Temperatura y Precipitación | Presencia de heladas, precipitaciones escasas. |  |

| | | | | |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| BIÓTICO | Flora | Especies Amenazadas | De las 59 especies encontradas en la zona de estudio 10 tienen algún tipo de amenaza. |  |
| | | Formaciones Naturales | Páramo Herbáceo y Matorral Seco (VALOR ECOLÓGICO MUY ALTO) |  |
| | | | Páramo Seco |  |
| | Fauna | Número de Especies Amenazadas | Existen especies que tienen algún tipo de amenaza |  |
| SOCIO - ECONÓMICO | Demografía | Densidad de Población | Habitantes / Ha |  |
| | Vivienda y Servicios Básicos | Vialidad, Energía Eléctrica, Telefonía, Agua Potable, Alcantarillado. | Las poblaciones no poseen servicio telefónico y la mayoría de comunidades posee solo agua entubada y no tiene alcantarillado. No existe vialidad en la parte sur de la microcuenca. |  |
| | Educación | Establecimientos Educativos | Solo Achupallas posee colegio |  |
| | Producción | Productos cultivados y cría de animales | Los productos cultivados y la cría de animales son solo para autoconsumo, es un ingreso mínimo |  |
| | | Técnicas de cultivo | Los fertilizantes y técnicas para el cultivo no son tóxicos. |  |

Fuente: Autor

5.1 MOMENTO NORMATIVO

5.1.1 Misión.

Conservar los recursos naturales, sin descuidar a las comunidades que dependen de dichos recursos, mediante un diagnóstico de la microcuenca, previamente realizado por estudios de componentes ambientales y sociales, para que por medio de este, se pueda zonificar el territorio con un equilibrio entre sus componentes ambientales y hombre.

5.1.2 Visión.

Realizar un ordenamiento del territorio dentro de la microcuenca del río Manzano, mediante una zonificación, para disminuir los conflictos de uso, para lo cual, se pretende capacitar a las comunidades e implementando la propuesta del plan de manejo y llegar a mantener en equilibrio social y ambiental la zona de estudio.

5.1.3 Políticas y líneas estratégicas.

Las políticas y los lineamientos estratégicos se desarrollaron en base a la ley de gestión ambiental y actualmente a la ley vigente de Plan Nacional del Buen Vivir, el cual, establece lineamientos aplicables para el desarrollo del territorio y las comunidades.

Tabla 52. Normativas y líneas estratégicas para la propuesta del plan de manejo.

| GESTIÓN AMBIENTAL – PLANIFICACIÓN – Art 16, 17 | | |
|-------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| OBJETIVOS | POLÍTICAS | LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS |
| | | |

| <p>Planificar el desarrollo sostenible del territorio de la microcuenca y conservar la parte alta de la microcuenca</p> | <p>El Plan Nacional de Ordenamiento Territorial es de aplicación obligatoria y contendrá la zonificación económica, social y ecológica del país sobre la base de la capacidad del uso de los ecosistemas, las necesidades de protección del ambiente.</p> <p>El Plan Ambiental Ecuatoriano, será el instrumento técnico de gestión que promoverá la conservación, protección y manejo ambiental; y contendrá los objetivos específicos, programas, acciones a desarrollar, contenidos mínimos y mecanismos de financiación así como los procedimientos de revisión y auditoría.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Ordenamiento Territorial mediante una Zonificación Ecológica Económica del territorio, donde se puedan identificar áreas que se tenga que implementar un manejo y conservación del territorio de zonas nativas con vegetación endémicas, mediante programas para mantener el entorno natural, mediante la identificación de las capacidades y potencialidades del territorio. • Fortalecer la cultura forestal y ambiental de las autoridades y población de la cuenca, encaminada a valorar los recursos naturales, de la importancia de la cuenca transfronteriza y el consumo de productos orgánicos. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR 2009 - 2013 | | |
| OBJETIVOS | POLÍTICAS | LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS |
| <p>1. Auspiciar la igualdad, la cohesión y la integración social y territorial en la diversidad.</p> | <p>1.4. Democratizar los medios de producción para generar condiciones y oportunidades equitativas.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Ampliar progresivamente el acceso a agua segura y permanente en sus diversos usos y aprovechamientos a través de la construcción y mejoramiento de infraestructura y eficiencia en los mecanismos de distribución. • Desprivatizar los servicios de agua a través de la terminación o renegociación de los contratos de delegación de estos servicios a empresas privadas, de acuerdo con los resultados de auditorías integrales. • Fomentar la gestión comunitaria del recurso hídrico, impulsando un manejo equitativo, eficiente y sustentable. |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>1.10. Promover el ordenamiento territorial integral, equilibrado, equitativo y sustentable que favorezca la formación de una estructura policéntrica.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un ordenamiento territorial sustentable, que viabilice la asignación de usos del suelo en función de las capacidades y potencialidades territoriales, así como una distribución equitativa de las infraestructuras básicas y de apoyo a la producción. • Ampliar la cobertura de los servicios básicos de agua, gestión y tratamiento de residuos líquidos y sólidos para promover una estructura policéntrica de asentamientos humanos sustentables en ciudades y zonas rurales, reconociendo las diversidades culturales, de género y edad, con especial énfasis en las zonas más desfavorecidas de cada territorio. |
| <p>2. Mejorar las capacidades y potencialidades de la ciudadanía</p> | <p>2.6. Promover la investigación y el conocimiento científico, la revalorización de conocimientos y saberes ancestrales, y la innovación tecnológica.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la institucionalidad pública de la ciencia y tecnología. • Fomentar proyectos y actividades de ciencia y tecnología en todos los niveles educativos e incorporación en las mallas curriculares de los contenidos vinculados. |
| <p>3. Mejorar la calidad de vida de la población.</p> | <p>3.3. Garantizar la atención integral de salud por ciclos de vida, oportuna y sin costo para las y los usuarios, con calidad, calidez y equidad.</p> <p>3.6. Garantizar vivienda y hábitat dignos, seguros y saludables, con equidad, sustentabilidad y eficiencia.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Articular los diferentes servicios de la red pública de salud en un sistema único, coordinado e integrado por niveles de atención. • Fortalecer la rectoría de la autoridad sanitaria sobre la red complementaria de atención incluyendo la privada, social y comunitaria. • Coordinar entre los distintos niveles de gobierno para promover un adecuado equilibrio en la localización del crecimiento urbano. • Ampliar la cobertura y acceso a agua de calidad para consumo humano y a servicios de infraestructura sanitaria: agua potable, eliminación de excretas, alcantarillado, eliminación y manejo adecuado de residuos. |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar, implementar y monitorear las normas de calidad ambiental tanto en zonas urbanas como rurales, en coordinación con los diferentes niveles de gobierno y actores relacionados. • Implementar mecanismos de evaluación y control social y ambiental de los programas habitacionales. |
| <p>4. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable.</p> | <p>4.1. Conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre y marina, considerada como sector estratégico.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar y aplicar procesos de planificación y de ordenamiento de territorial en todos los niveles de gobierno, que tomen en cuenta todas las zonas con vegetación nativa en distinto grado de conservación, priorizando las zonas ambientalmente sensibles y los ecosistemas frágiles, e incorporen acciones integrales de recuperación, conservación y manejo de la biodiversidad con participación de las y los diversos actores. • Promover usos alternativos, estratégicos y sostenibles de los ecosistemas terrestres y marinos y de las potenciales oportunidades económicas derivadas del aprovechamiento del patrimonio natural, respetando los modos de vida de las comunidades locales los derechos colectivos de pueblos y nacionalidades y los derechos de la naturaleza. • Desarrollar proyectos de forestación, reforestación y revegetación con especies nativas y adaptadas a las zonas en áreas afectadas por procesos de degradación, erosión y desertificación, tanto con fines productivos como de conservación y recuperación ambiental. |

Fuente: Autor

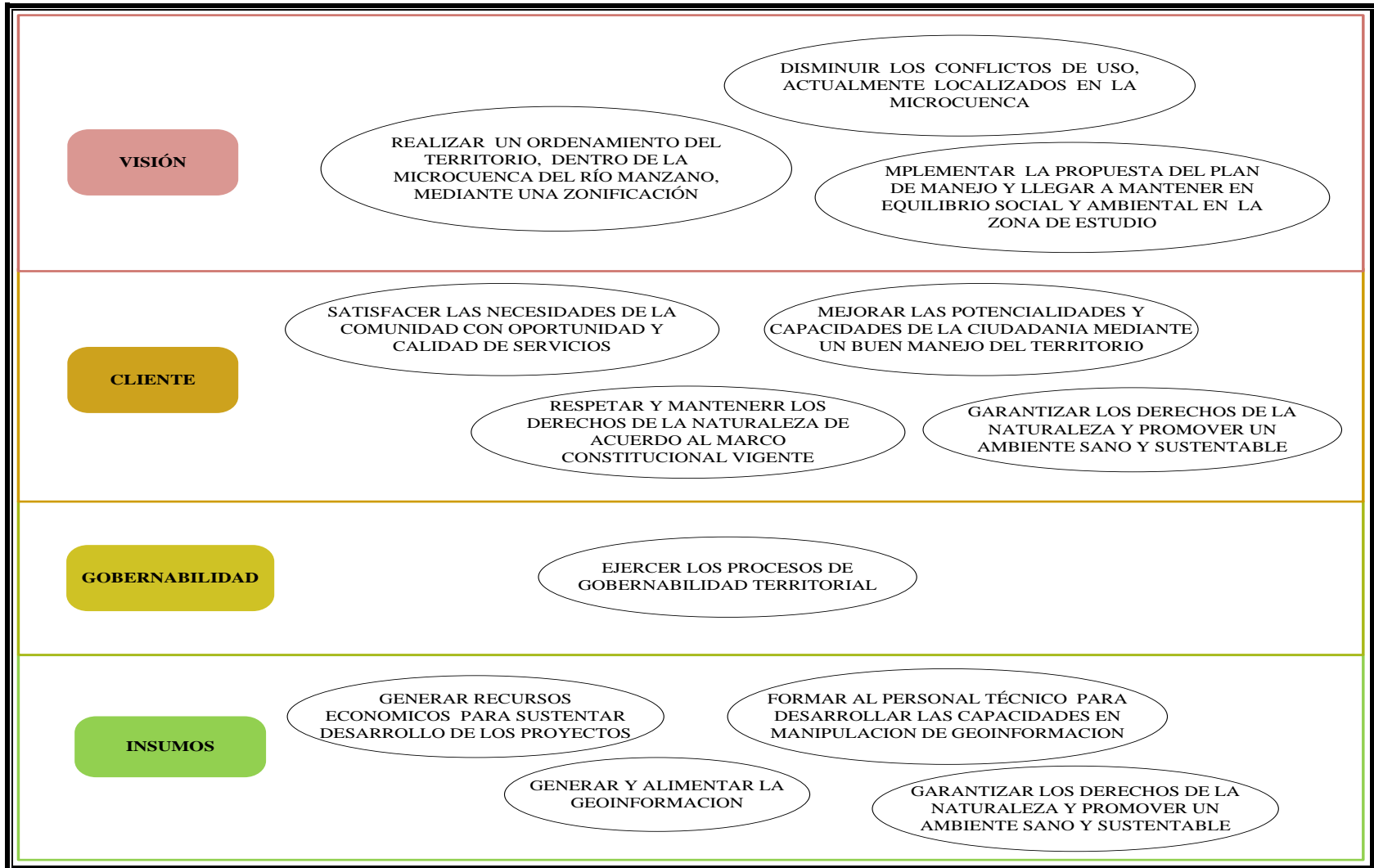
5.2 MOMENTO ESTRATÉGICO

Representación gráfica de las relaciones causa efecto, revisando los objetivos reales generados por nivel para alcanzar la visión.

Ilustración 21. Niveles del mapa estratégico



Ilustración 22. Mapa estratégico



5.2.1 Formulación de metas.

Tabla 53. Metas formuladas para la propuesta de plan de manejo de la microcuenca del Río Manzano.

| FACTOR | VARIABLE | INDICADOR | DESCRIPCIÓN_INDICADOR | DESCRIPCIÓN DEL TERRITORIO | METAS |
|----------|---------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABIÓTICO | Geomorfología | Pendiente | Zonas que tienen pendientes pronunciadas | La geomorfología a nivel de la microcuenca, tiene mayormente una forma de relieve montañosa con pendientes mayores al 30% de inclinación, ubicada en la parte alta o cuenca de recepción de la microcuenca. En la parte baja de la microcuenca se asientan las poblaciones está conformado por relieve de cima donde existen procesos geodinámicos por la apertura de vías. En la parte media o garganta de la microcuenca, se localizan procesos geodinámicos como los deslizamientos, debido a localización de escarpes por el cambio de morfología de relieve colinado a montañoso | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer normativas que permitan la conservación de las áreas que se encuentran degradadas o están en proceso de degradación. • Minimizar la reforestación con especies exóticas y reforestar solo con especies forestales nativas. • Evitar abrir caminos en pendientes mayores a 30% de pendientes, para evitar inestabilidad en los taludes. • Proteger las zonas con mayor pendiente mediante reforestación de cobertura vegetal para evitar deslizamientos en la zona de producción forestal. |
| | | | Zonas de pendientes bajas | | |
| | | Formas de Relieve | Cimas en las zonas pobladas | | |
| | | | Montañoso en zonas de protección y conservación | | |
| | | | Escarpado en zonas límite entre áreas de cima donde se hallan asentamientos y zonas de protección-conservación. | | |
| | | Procesos Geodinámicos | Los deslizamientos se dan en zonas escarpadas ubicadas en el límite de las zonas de cima, montañoso y también en la construcción de vías. | | |

| | | | | | | |
|-----------------|--------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABIÓTICO | Hidrología | Caudal | El caudal dentro de la microcuenca es bajo | El caudal es bajo en los afluentes del Río Cuadrul, por lo que existen riesgos de acumulación de sedimentos. | <ul style="list-style-type: none"> Proteger las pendientes de los ríos para evitar la acumulación de sedimentos. | |
| | | Calidad del Agua | Los resultados de los análisis son positivos para las comunidades aledañas, ya que, se encuentran limpias y bien oxigenadas. | La calidad del agua que se encuentra en la microcuenca es apta para consumo humano y producción agrícola. | <ul style="list-style-type: none"> Mantener la calidad del agua en buenas condiciones evitando utilizar fertilizantes tóxicos en la agricultura. | |
| | Suelo | Tipo del Suelo | Mollisoles | La microcuenca posee mayormente Inceptisoles que son suelos propios de los páramos de pajonal con una composición de capas inferiores de cenizas antiguas meteorizadas, en menor proporción posee mollisoles donde se efectúa actividades agropecuarias, en un área aun se encuentran eriales que son suelos descubiertos causados por la erosión, provocada por el hielo que se sitúa en las cimas de las montañas en la cuenca de recepción y por mala utilización del suelo. | <ul style="list-style-type: none"> Mediante la identificación de la capacidad de suelo, instruir a las comunidades para que sus actividades estén de acuerdo a este estudio, evitando que aumenten las zonas de eriales, zonas sobreutilizadas y subutilizadas. | |
| | | | Mollisoles – Inceptisoles | | | |
| | | | Inceptisoles | | | |
| | | | Eriales | | | |
| | | Conflictos de Uso de Suelo | Sobreutilizadas | | | Se presentan principalmente un uso adecuado del suelo, consiguientemente existen suelos sobreutilizados que son áreas que sobrepasan la capacidad de suelo del lugar y a su vez, el uso potencial del suelo no es aplicado y en menor proporción existen suelos subutilizados donde la capacidad de uso del suelo no cubre totalmente la utilidad que se le da a dicho suelo, se localiza principalmente en las áreas de protección y conservación. |
| | | | Subutilizadas | | | |
| | Uso Adecuado | | | | | |
| | | | Especies Amenazadas | En las 59 especies encontradas en la zona de estudio 10 tienen algún tipo de | Se localizaron mediante un inventario de flora que en el área de estudio existen especies | <ul style="list-style-type: none"> Conservar las formaciones naturales que no son intervenidas aún con |

| | | | | | |
|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BIÓTICO | Flora | | amenaza | amenazadas, las cuales son especies propias de los páramos ecuatorianos. | actividad antrópica, así se podrán conservar los hábitats de las especies que tienen algún tipo de amenaza. |
| | | Ecosistemas | Páramo Herbáceo | Las formaciones naturales son indicadores de los ecosistemas existentes en la microcuenca donde primordialmente se encuentran en el páramo seco de pajonal. | |
| | | | Páramo Seco | | |
| | Matorral Seco Montano | | | | |
| Fauna | Número de especies amenazadas | 2 especies de aves amenazadas 3 especies de mamíferos amenazadas 5 especies en herpetofauna amenazadas | Existen especies que tiene algún tipo de amenaza, lo cual indica que la microcuenca esté amenazada por la destrucción de hábitat de especies de fauna endémica. | | |
| | Vivienda y servicios básicos | Vialidad, Energía Eléctrica, Telefonía,, Agua Potable, Alcantarillado | Los servicios básicos dentro de la microcuenca son mínimos donde solo la cabecera parroquial dispone de todos. | <p>Las poblaciones no poseen servicio telefónico y la mayoría de comunidades posee solo agua entubada y no tiene alcantarillado. No existe vialidad en la parte sur de la microcuenca. En la educación solo Achupallas posee colegio. Los productos de ciclo corto y la cría de animales son solo para autoconsumo, es un ingreso mínimo.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los agricultores sobre técnicas de siembre, producción y cosecha para evitar daños ambientales. • Formar cooperativas y asociaciones para el desarrollo agrícola. • Estabilizar el precio de los productos cultivados. • Promulgar sobre las necesidades de implementar los servicios básicos principalmente agua potable y alcantarillado, para mejorar la calidad de vida de las comunidades. • Fomentar una producción sustentable de pastizales basada en la gestión de pastos, la gestión de los animales, y la comercialización de ganado. • Formar cooperativas o asociaciones de producción pecuaria • Efectuar proyectos que ayuden al incremento de ingresos de las comunidades mediante programas de turismo a los páramos de la microcuenca, conocimiento de la cultura indígena y sus tradiciones. |
| Educación | Establecimientos educativos | Los establecimientos educativos dentro de la microcuenca son pocos donde solo Achupallas dispone de educación secundaria. | | | |
| Producción | Productos cultivados y cría de animales | Los productos cultivados y la cría de animales son solo para autoconsumo, es un ingreso mínimo. | | | |

Fuente: Autor

5.3 MOMENTO OPERATIVO

5.3.1 Zonificación ecológica económica.

Con la ZEE se pretende prevenir conflictos sociales y daños al valor ecológico, así como ocupar áreas que se encuentren en zonas de riesgo. Permite proveer un sustento técnico que facilite la formulación de planes de desarrollo.

La ZEE realizada en el presente estudio tiene por objeto orientar y establecer que las condiciones de uso del espacio y de sus componentes se realicen de acuerdo a las características ecológicas, económicas y sociales, con el fin de obtener su máximo aprovechamiento.

- **Zonas de protección y conservación.**

Cubren el 80% (63.8262 Km²) de la superficie total del área de estudio, lo que indica que existen amplios espacios que tienen un valor ecológico alto sin intervención antrópica por lo tanto hay que conservarlos y protegerlos.

- **Zonas de producción forestal.**

Cubren el 14% (11.144 Km²) de la superficie total del área de estudio. Según la naturaleza del territorio incluyen zonas aptas para la producción forestal.

- **Zonas de producción agropecuaria.**

Cubren el 6% (4.591 Km²) de la superficie total del área de estudio. Según la naturaleza del territorio y las variables socioeconómicas, incluyen zonas aptas para la producción agropecuaria.

5.3.2 Definición de programas.

Tabla 54. Metas formuladas para la propuesta de plan de manejo de la microcuenca del Río Manzano.

| FACTOR | VARIABLES | INDICADORES | DESCRIPCIÓN | OBEJETIVOS | PROGRAMAS |
|---------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ABIÓTICO | Geomorfología | Pendiente | Zonas que tienen pendientes abruptas | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer normativas que permitan la conservación de las áreas que se encuentren degradadas o estén en proceso de degradación. • Minimizar la reforestación con especies exóticas y reforestar solo con especies forestales nativas. • Evitar abrir caminos en pendientes mayores a 30% de pendientes, para evitar inestabilidad en los taludes. • Proteger las zonas con mayor pendiente mediante reforestación de cobertura vegetal para evitar deslizamientos en la parte baja de la microcuenca. | Programa de reforestación de las áreas erosionadas y protección de pendientes. |
| | | Formas de relieve | Forma de relieve escarpado | | |
| | | Procesos Geodinámicos | Deslizamientos por falta de vegetación y deterioro del suelo. | | |
| | Hidrología | Caudal | El caudal dentro de la microcuenca es bajo. | <ul style="list-style-type: none"> • Proteger las pendientes de los ríos para evitar la acumulación de sedimentos | Programa de reforestación de las áreas erosionadas y protección de pendientes. |
| | | Calidad del Agua | Los resultados de los análisis son positivos para las comunidades aledañas ya que se encuentran limpias y bien oxigenadas | <ul style="list-style-type: none"> • Mantener la calidad del agua en buenas condiciones evitando utilizar fertilizantes tóxicos en la agricultura. | Programa de desarrollo agrícola. |
| | Suelo | Tipo del Suelo | Mollisoles | <ul style="list-style-type: none"> • Mediante la identificación de la capacidad de suelo instruir a las comunidades para que sus actividades estén de acuerdo a este estudio, evitando que aumenten las zonas de seriales, las zonas sobreutilizadas y las zonas subutilizadas. | Programa de desarrollo agrícola Programa de desarrollo pecuario |
| | | | Mollisoles – Inceptisoles | | |
| | | | Inceptisoles | | |
| | | | Eriales | | |
| | | Conflictos de Uso de Suelo | Sobreutilizadas | | |
| Subutilizadas | | | | | |
| Uso Adecuado | | | | | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| BIÓTICO | Flora | Especies Amenazadas | De las 59 especies encontradas en la zona de estudio 10 tienen algún tipo de amenaza | <ul style="list-style-type: none"> • Conservar las formaciones naturales que no son intervenidas aún con actividad antrópica, así se podrán conservar los hábitats de las especies que tienen algún tipo de amenaza. | Programa para el desarrollo de turismo y recreación |
| | | Ecosistemas | Páramo Herbáceo | | |
| | | | Páramo Seco | | |
| | Fauna | Número de especies amenazadas | 2 especies de aves amenazadas 3 especies de mamíferos amenazadas 5 especies en herpetofauna amenazadas | | |
| SOCIO - ECONÓMICO | Producción | Productos cultivados y cría de animales. | Los productos cultivados y la cría de animales son solo para autoconsumo, es un ingreso mínimo. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los agricultores sobre técnicas de siembra, producción y cosecha para evitar daños al ambiente, desgaste en el horizonte del suelo y evitar la erosión. • Formar cooperativas y asociaciones para el desarrollo agrícola. • Estabilizar el precio de los productos cultivados. | Programa de desarrollo agrícola |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar una producción sustentable de pastizales basada en la gestión de pastos, de animales y la comercialización de ganado. • Formar cooperativas o asociaciones de producción pecuaria. | | | | Programa de desarrollo pecuario | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar el turismo para el desarrollo de la microcuena. • Capacitar a los pobladores que conocen la zona para que puedan actuar como guías turísticos. | | | | Programa para el desarrollo de turismo y recreación | |

Fuente: Autor

Tabla 55. Definición de programas a través de la ZEE

| ZEE | PROGRAMAS DE PROPUESTAS DE PLAN DE MANEJO |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zonas de producción agropecuaria | <ul style="list-style-type: none"> • Programa de desarrollo agrícola. • Programa de desarrollo pecuario. |
| Zonas de producción forestal | <ul style="list-style-type: none"> • Programa de reforestación de las áreas erosionadas y protección de pendientes. |
| Zonas de protección y conservación | <ul style="list-style-type: none"> • Programa para el desarrollo de turismo y recreación. |

Fuente: Autor.

5.3.2.1 Programa de desarrollo agrícola.

Objetivos:

- Mantener la calidad del agua en buenas condiciones evitando utilizar fertilizantes tóxicos en la agricultura.
- Estabilizar el precio de los productos cultivados.
- Formar cooperativas y asociaciones para el desarrollo agrícola.
- Mediante la identificación de la capacidad de suelo instruir a las comunidades para que sus actividades estén de acuerdo a este estudio, evitando que aumenten las zonas de eriales, las zonas sobreutilizadas y las zonas subutilizadas.
- Capacitar a los agricultores sobre técnicas adecuadas de siembra, producción y cosecha para evitar daños ambientales, desgaste en el horizonte del suelo y evitar la erosión.
- Promulgar sobre las necesidades de implementar los servicios básicos principalmente agua potable y alcantarillado, para mejorar la calidad de vida de las comunidades.

Justificación:

Los problemas como la falta de tecnología y conocimiento en cuanto a técnicas agrícolas y de riego, hacen que la actividad agrícola no tenga el rendimiento y la producción esperada, y que los productores resulten perjudicados por los bajos precios a los que venden sus productos. Además es necesario instruir a los agricultores de técnicas, tecnologías y la capacidad de uso de suelo y así evitar el desgaste del suelo, la erosión y la contaminación del agua.

Propuesta:

Es necesario constituir grupos (cooperativas o asociaciones) donde puedan ser afiliados los pequeños campesinos para ser capacitados por los especialistas, Ingenieros Agrónomos e Ingenieros Ambientales que tengan un amplio conocimiento sobre las técnicas apropiadas de producción agrícola en la zona y sobre los estudios de capacidad de uso de suelo.

Los temas a tratar en las capacitaciones deben enfocarse a:

- Requerimiento de suelos.
- Control de plaguicidas y fertilizantes tóxicos.
- Análisis de áreas aptas para la siembra (Capacidad de Uso de Suelo).
- Cultivos orgánicos
- Rehabilitación de plantaciones.
- Comercialización y costos.
- Buena red hídrica
- Retención mantenimiento de nutrientes
- Contenido de materia orgánica

- PH del agua y suelo

Las asociaciones deberán regirse a políticas que ayuden a proteger el medio ambiente y aumentar las ganancias de la producción agrícola como:

- Organizar la producción agrícola para mejorar la calidad de los productos, así como a la mejor distribución de ellos, para lo cual se procurará la implantación de técnicas de cultivo más adecuados de explotación agrícola.
- Obtener con las mayores facilidades económicas la concesión de crédito para sus afiliados.
- Procurar la transformación de las condiciones de vida en el campo haciendo cómodo o higiénico el hogar del campesino y educar a las clases rurales de la microcuenca en los principios de la técnica moderna de producción.
- Representar ante las autoridades los intereses comunes de sus asociados y proponer las medidas que estimen más adecuadas para la protección y defensa de dichos intereses.

5.3.2.2 Programa de desarrollo pecuario.

Objetivos:

- Fomentar una producción sustentable de pastizales basada en la gestión de pastos, la gestión de los animales, y la comercialización de ganado.
- Formar cooperativas o asociaciones de producción pecuaria.

Justificación:

No existe mantenimiento ni control adecuado de la producción de animales, esto se evidencia con el pastoreo en áreas de un alto valor ecológico. Las plantas expuestas al pastoreo intensivo durante largos períodos o sin períodos de recuperación suficiente producen el sobrepastoreo reduciendo: la utilidad, la productividad y la biodiversidad, la desertificación y la erosión.

Propuesta:

Junto con los gobiernos locales, las instituciones educativas y la población, se deben realizar asociaciones para el desarrollo pecuario para que puedan brindar capacitación, de tal manera que todas las poblaciones en la microcuenca se involucren en métodos más efectivos para el pastoreo y menos perjudiciales para el ambiente.

Las capacitaciones deben estar a cargo de Ingenieros Agrícolas o Médicos Veterinarios dedicados a la producción ganadera y deben abarcar temas como:

- Salud Animal.
- Medicamentos para el ganado.
- Prevención de enfermedades
- Manejo de desechos pecuarios.

Las asociaciones crearán una institución de capacitación, en donde todos los asociados estén invitados a instruirse, y formar gente especializada en la actividad pecuaria. Este proyecto puede estar financiado por el municipio, ya que son obras fundamentales para el desarrollo de la población.

Las asociaciones deberán regirse a políticas que ayuden a proteger el medio ambiente y aumentar las ganancias de la producción agrícola como:

- Promover y fomentar entre sus asociados la adopción de tecnologías adecuadas para el desarrollo sustentable, sostenible y la explotación racional de las diversas especies ganaderas.
- Orientar la producción de acuerdo a las condiciones del mercado, ya sea intensificándola o limitándola.
- Identificar y difundir las opciones financieras que beneficien a sus asociados.

5.3.2.3 Programa de reforestación de las áreas erosionadas y protección de pendientes.

Objetivos:

- Establecer normativas que permitan la conservación de las áreas que se encuentran degradadas o estén en proceso de degradación.
- Minimizar la reforestación con especies exóticas y reforestar solo con especies forestales y herbáceas.
- Evitar abrir o construir vías y caminos en pendientes mayores a 30%, para evitar inestabilidad en los taludes.
- Proteger las zonas con mayor pendiente mediante reforestación de cobertura vegetal para evitar deslizamientos.
- Salvaguardar las pendientes de los ríos para evitar la acumulación de sedimentos.

Justificación:

Algunas zonas de la microcuenca han sido intervenidas debido a la construcción de vías, esto ha provocado a la alteración de ecosistemas, erosión del suelo y deslizamientos.

Propuesta:

Se busca poblar a los sectores intervenidos por la construcción de vías con especies forestales nativas de la zona a través del inventario de flora.

Antes de la reforestación se deberá realizar que establezca el número de plantas por hectárea que deben sembrarse. Para este proceso se deben crear viveros donde se produzcan las especies necesarias para reforestación, mediante la determinación de un sector donde se colocará el vivero. Con esto se pretende aumentar la cobertura vegetal, disminuir la escorrentía y erosión del suelo.

Dicho trabajo debe ser de una mejora continua con ayuda de la población y dueños de las tierras, de igual forma, es necesario crear grupos de trabajos organizados que se encarguen de controlar las especies, desde las plántulas en los viveros hasta su crecimiento en las áreas a reforestar.

5.3.2.4 Programa para el desarrollo de turismo y recreación.

Objetivos:

- Fomentar el turismo para el desarrollo de la microcuenca.
- Capacitar a los pobladores que conocen la zona para que actúen como guías turísticos.
- Conservar las formaciones naturales que no son intervenidas por la actividad antrópica, de esta manera se logra conservar los hábitats de las especies que tienen algún peligro de amenaza.

Justificación:

La gran parte de la población se centra económicamente en la actividad agropecuaria, pero la microcuenca está llena de muchos recursos y de una belleza escénica única, que permite la implementación de otras actividades como la turística y recreativa.

Propuesta:

Es importante establecer una comunicación adecuada con las autoridades de la zona, de tal manera que se proponga la realización de proyectos ecoturísticos, en la parte alta y media de la microcuenca.

Proyectos turísticos enfocados al campo educativo, fomentando el turismo ecológico y el cuidado ambiental mediante una conciencia en la población, con esto se evita las prácticas de turismo común, en donde el hombre actúa como un ser consumista y genera impactos negativos en el medio; para evitar los impactos negativos de los sectores agropecuarios se pretende capacitar, incentivar a proteger el ambiente y ha obtener utilidades económicas mediante el desarrollo de la actividad turística, además es necesario implementar campañas de publicidad y darse a conocer mediante las municipalidades con el apoyo del Ministerio de Turismo, atrayendo turista tanto nacionales como extranjeros, generando mayores ingresos por esta actividad que por la agropecuaria.

Las actividades a realizar serían: caminatas, cabalgatas a través de senderos ecológicos. Los centros turísticos construirlos con material que no afecte al paisaje ni al ambiente, sino, con materiales y productos propios de la zona.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES.

1. La microcuenca presenta en gran mayoría, forma de relieve montañoso con pendientes mayores al 50% de inclinación, ubicada en la parte alta de la microcuenca. En la parte media o garganta de la microcuenca existen procesos geodinámicos como deslizamientos, debido a localización de escarpes por el cambio de morfología de relieve colinado a montañoso. En la parte baja de la microcuenca existen deslizamientos debido a la apertura vías en zonas de pendientes pronunciadas y poca estabilidad de suelos por áreas descubiertas de vegetación.
2. La microcuenca del río Manzano, con la ayuda de las mediciones y el análisis de datos se determinó que la cuenca presenta un déficit hídrico, por lo que se concluye que el agua esta almacenada dentro del área, en las lagunas y a nivel de pajonales, que son localizados a lo largo de la parte alta de la microcuenca, técnicamente esto se establece por los parámetros morfométricos y se confirma con las mediciones de caudal de los ríos de la microcuenca.
3. Según los resultados obtenidos del análisis físico-químico y de macroinvertebrados del agua, se concluye que la calidad del agua y los ríos y afluentes dentro de la microcuenca, se encuentran dentro de los límites permisibles para consumo humano y riego, ya que, son limpias y bien oxigenadas.
4. La capacidad de uso del suelo en la microcuenca, es mínima para que se pueda dar un desarrollo en actividades de producción y pastoreo, alcanzando el 14% para actividad agrícola y el 3% para actividad ganadera, localizadas en la parte baja de la

microcuenca, estas áreas únicamente cubren las necesidades de núcleo familiar y no como actividad productiva.

5. La microcuenca en su gran mayoría, el suelo es de uso adecuado (protección y conservación), correspondiente al 90% del área total, mientras que el otro 10% corresponde a uso no adecuado donde hay presencia de tierras sobreutilizadas sobre las subutilizadas, estas áreas se encuentran en la parte baja de la cuenca.
6. En toda el área de estudio se determinó que 10 de las especies de flora, 2 especies de aves, 3 de mamíferos y 5 especies de herpetofauna, presentan un tipo de riesgo de amenaza a nivel nacional.
7. El mapa demográfico muestra una población de 1 a 5 habitantes por Hectárea en la zona de estudio siendo las de mayor densidad poblacional, las comunidades de Achupallas, Huanca Pallaguchi y Achupallas.
8. Las poblaciones no poseen servicio telefónico y la mayoría de comunidades posee solo agua entubada y no tienen alcantarillado, siendo Achupallas la única con agua potable.
9. En la población de Qhapaq Ñan, la gran mayoría tiene instrucción primaria o son iletrados, pero también existen bachilleres formados en el colegio de Achupallas. De las 7 comunidades todas cuentan con escuela y solo Achupallas posee colegio.
10. La evaluación de la producción en la microcuenca indicó que las comunidades localizadas dentro de la microcuenca se encuentran dedicados a producción agrícola para consumo familiar sin lucrar por esa actividad.
11. Del modelamiento de la Zonificación Ecológica Económica se concluye que el área en su gran parte está conformada para la Protección y Conservación con un 80%, mientras que el 14% corresponde a la producción agropecuaria y el 6% a la producción forestal.

RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta las zonas de sensibilidad alta para realizar obras o proyectos, y también en zonas de pendientes pronunciadas para disminuir los procesos geodinámicos dentro del área.
2. Realizar capacitación a las comunidades cercanas a los drenajes de la microcuenca, para tratar de conservar los ríos que son y podrían ser obstruidos por acciones antrópicas como los deslizamientos de rocas, para ello se debe dar protección de taludes y pendientes pronunciadas cercanas a los ríos.
3. Utilizar el agua, para consumo humano y riego proveniente de los drenajes sin causar un desequilibrio del medio, adicionalmente evitar la contaminación de los ríos mediante el control de fertilizantes tóxicos y plaguicidas en la agricultura, capacitando a los agricultores sobre técnicas de producción amigables con el ambiente.
4. Formar asociaciones con todas las cabezas familiares de las comunidades para juntar recursos y así, distribuir los productos obtenidos en la cosecha para que puedan ser comercializados.
5. Ejecutar los programas de desarrollo agrícola y pecuario ya establecidos en la propuesta de plan de manejo, y de esta forma disminuir y en lo posible evitar el incremento de las zonas de conflictos de uso no adecuados (sobreutilizados y subutilizados) y mantener las áreas de conservación-protección que abracan en la gran parte de zona.
6. Ejecutar el programa para el desarrollo de turismo y recreación, ya que, actúa sobre la conservación de formaciones naturales que no son intervenidas por actividad

antrópica, así se podrán conservar los hábitats de las especies que tienen riesgo de amenaza.

7. Divulgar sobre las necesidades de implementar servicios básicos principalmente agua potable y alcantarillado, para mejorar la calidad de vida de las comunidades, y dichas necesidades deben implementar las asociaciones en los programas de Plan de Manejo.
8. Desarrollar programas para la educación secundaria en todas las comunidades de la microcuenca que cuenten con una organización pedagógica y que proporcionen información sistemática del funcionamiento de los planteles con guía del Ministerio de Educación.
9. Implantar los programas de desarrollo con la ZEE para mantener una armonía entre el medio y los pobladores, además tener contar con comunidades que realicen actividades de turismo controladas y debidamente organizadas, siendo partícipes de su desarrollo las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán, Guillermo, Apunte de Hidrología, Escuela Politécnica del Ejército, 2005.
- BIODAMAZ. (2007). Manual para la Zonificación Ecológica y Económica a nivel macro y meso, Perú.
- Bravo J., Suáres J., Cálculo de Parámetros Morfométricos y Propuesta de Ordenación agroforestal en la Subcuenca del Cacao Provincia Ciudad de La Habana. La Habana: Instituto de Investigaciones Forestales.
- Apollin, F. Eberhart, C. (1999) Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural Guía metodológica. Quito: CAMERAN.
- CORPOCALDAS. (2007). Plan de Manejo de los Páramos de Departamento de Caldas.
- Biévre, B. (2004). Efectos de la cobertura vegetal en Microcuencas de páramo. Cuenca: Departamento de Investigación de la Universidad de Cuenca.
- Guía Metodológica para la elaboración de Riesgos del DNP. (2007). Bogotá: Departamento Nacional de Planeación
- Proyecto Páramo Andino, Plan de Manejo y Desarrollo de la Comuna la Esperanza. 2008. Quito: ECOCIENCIA.
- Londoño C. (2001). Cuencas Hidrográficas: Bases conceptuales - caracterización - planificación - administración. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2008). Plan de Manejo Reserva Ecológica los Ilinizas.

- Mora R. (2004). Evaluación de la Susceptibilidad al deslizamiento del cantón de San José, provincia de San José, Costa Rica. UCR: Escuela Centroamericana de Geología.
- Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador, Mayo 2002, Congreso mundial de Páramos
- Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador, Mayo 2002, Bosque Protector “Cuenca del Río Paute”
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, Agosto 2011, Línea Base Ambiental de “Cantón Alausí”, Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador Continental.
- PRADA A, (1998). Fundamentos para la evaluación y el estado, el trabajo de recuperación y protección realizado en una microcuenca hidrográfica, Villavicencio: Profesor UNILLANOS
- Pedraza, J. (1996). Geomorfología, Principios, Métodos y Aplicaciones. Madrid: Editorial Rueda.
- Prieto F, Paucar G. (2010). Informe de diversidad de flora y fauna en los páramos del sur oeste del Parque Nacional Sangay. Tesis de Ingeniería publicada, Carrera Geográfica y del Medio Ambiente, Escuela Politécnica del Ejército.
- Rodríguez R. (2001). Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat, Tesis de Ingeniería publicada, Departamento de Ingeniería Minera y de Recursos Naturales, Universidad Politécnica de Catalunya.
- Ponce R. (1998). Zonificación Ecológico – Económica: Una Propuesta Metodológica para la Amazonía, Caracas: Secretaria Pro Tempore.

- Sistemas de Información Geográfica del Ministerio del Ambiente, GUIA TECNICA DE MODELAMIENTO SIG PARA LA ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA, Perú, Julio 2010.
- VASQUEZ, A. (1998), Manejo de Cuencas Alto Andinos e Hidrográficas. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Villarroel A. (2003), Proyecto SHETRAN, Manejo de Cuencas Hidrográficas en Chile: Aplicación del Sistema Hidrológico Europeo (SHETRAN) en una Microcuenca cordillerana a problemas de Inundación. Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

GLOSARIO

CAMAREN: Capacitación en el Manejo de Recursos Naturales.

CODENPE: Consejo de Desarrollo de los Pueblos y Nacionalidad del Ecuador.

DATUM: Define el origen y la orientación de las líneas de latitud y longitud

DTM: Modelo Digital del Terreno.

EPA: Environmental Protection Agency

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

GPS: Global Positional System.

IGM: Instituto Geográfico Militar.

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador.

MAGAP: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

PNUD: Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo.

PRAS: Programa de Reparación Ambiental y Social.

SHAPEFILE: Formato que se utiliza para almacenar ubicaciones geométricas y la información de atributos de las entidades geográficas.

SIG: Sistemas de Información Geográfica.

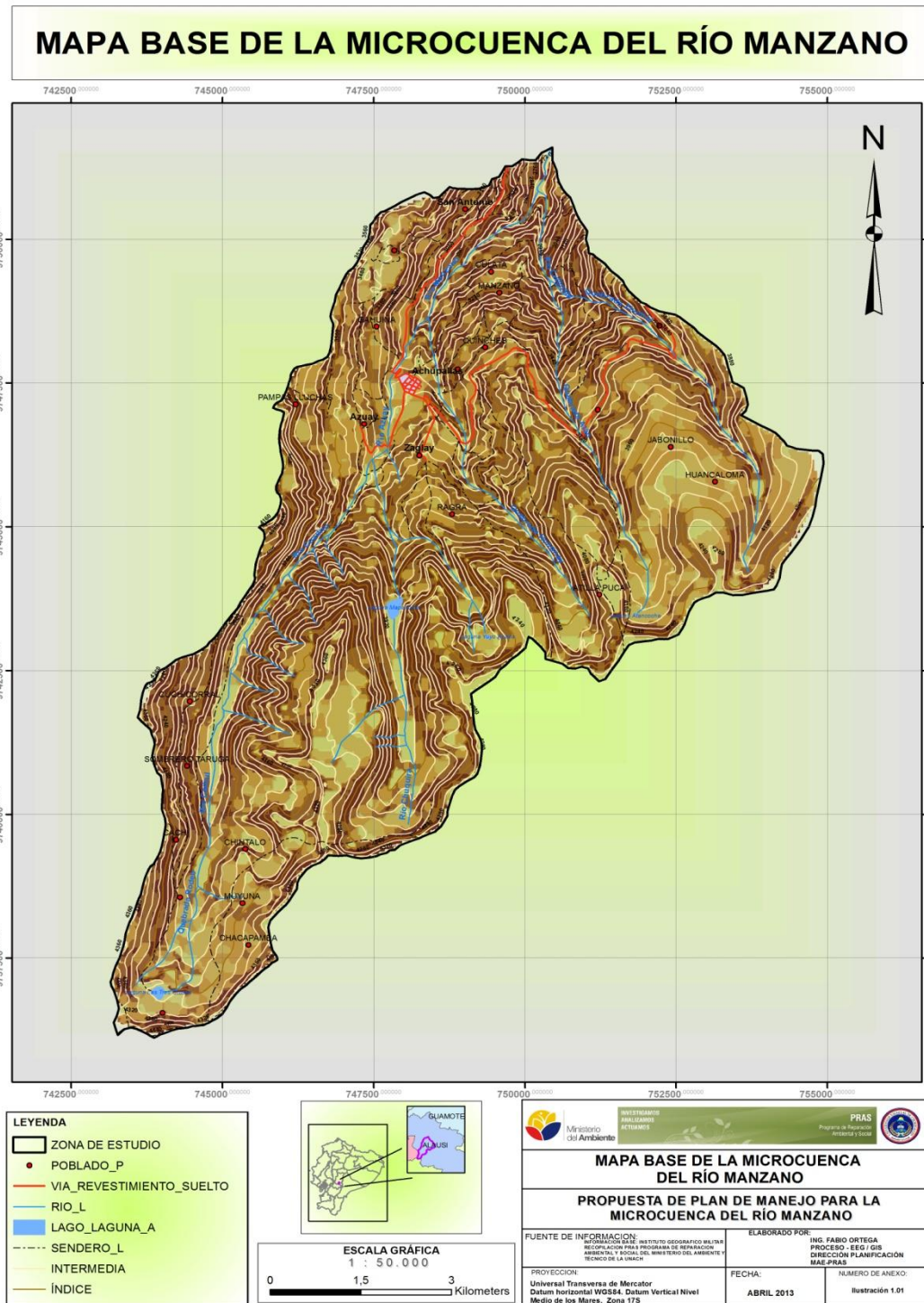
TIN: Red de Triángulos Irregulares.

UNACH: Universidad Nacional de Chimborazo.

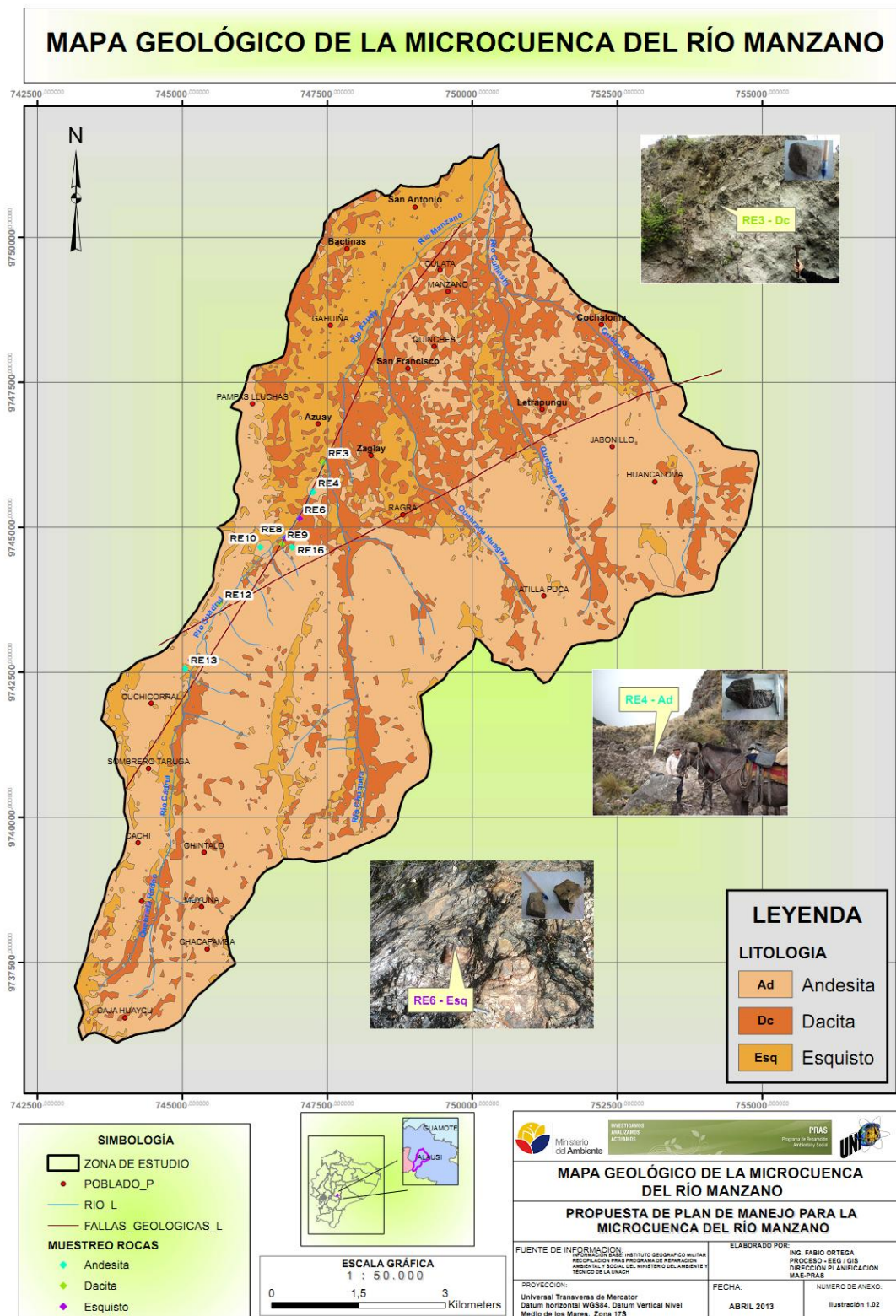
ZEE: Zonificación Ecológica Económica.

ANEXOS

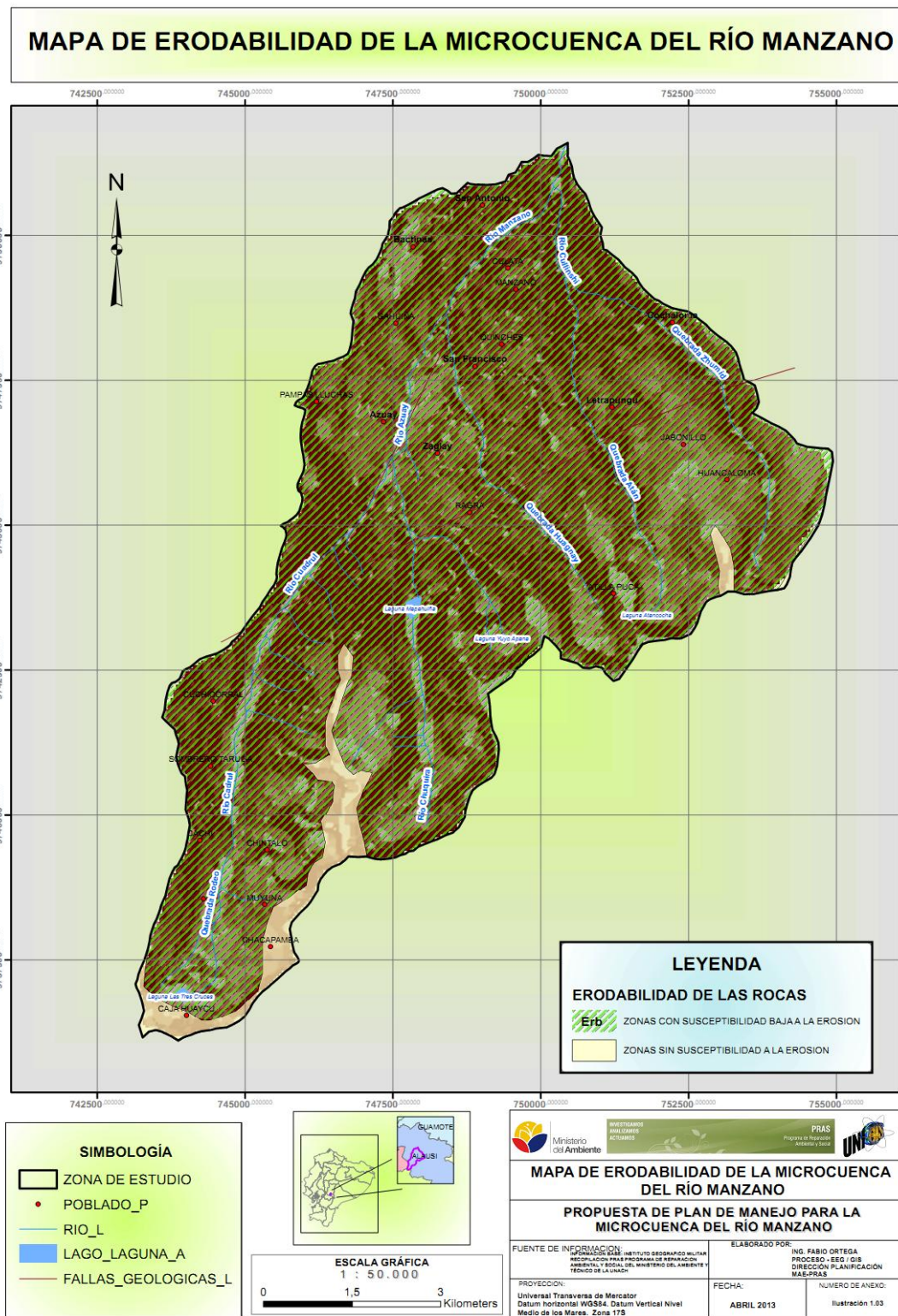
ANEXO: 1: Ilustración 1.01 – MAPA BASE



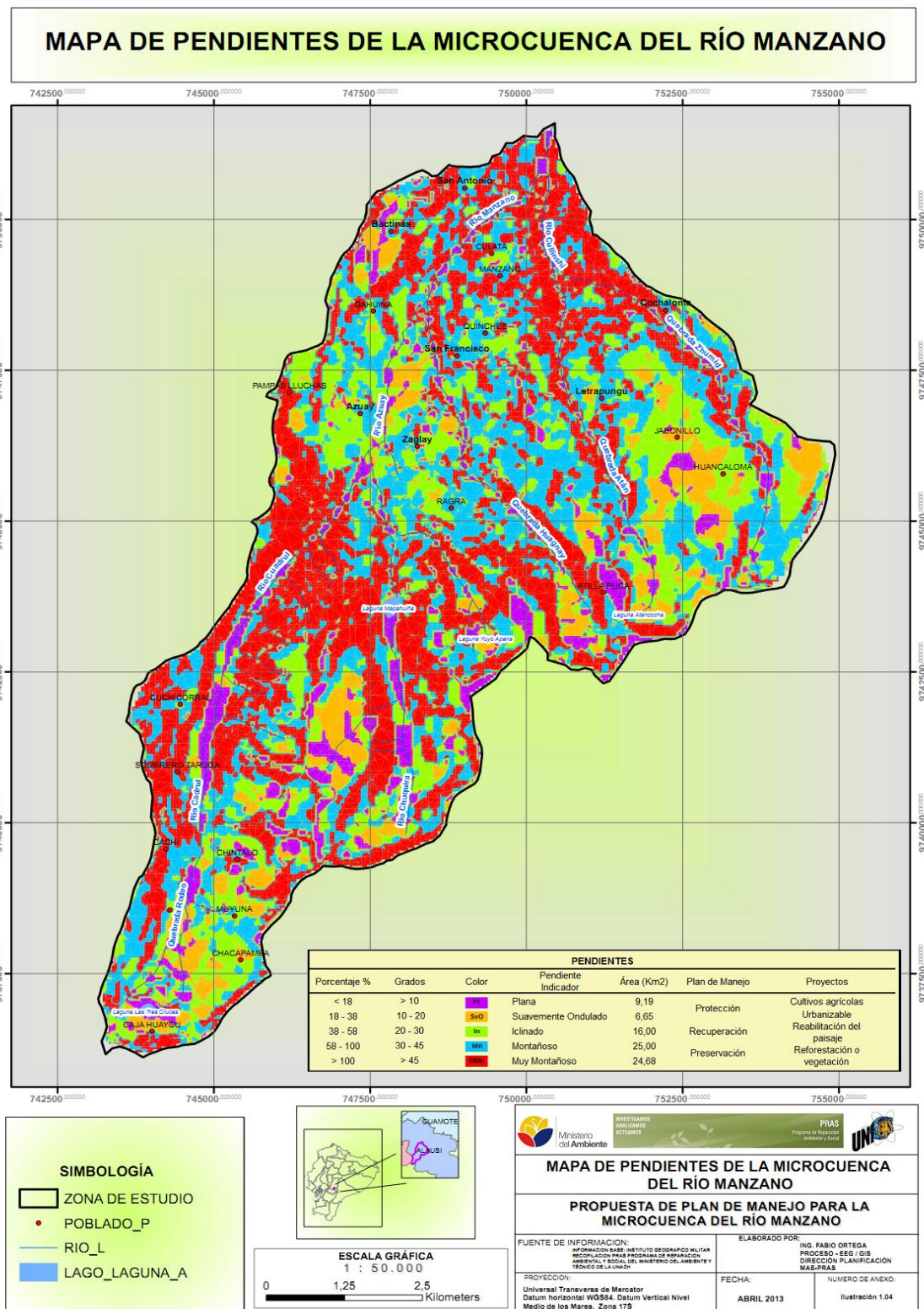
ANEXO: 2: Ilustración 1.02 – MAPA GEOLÓGICO



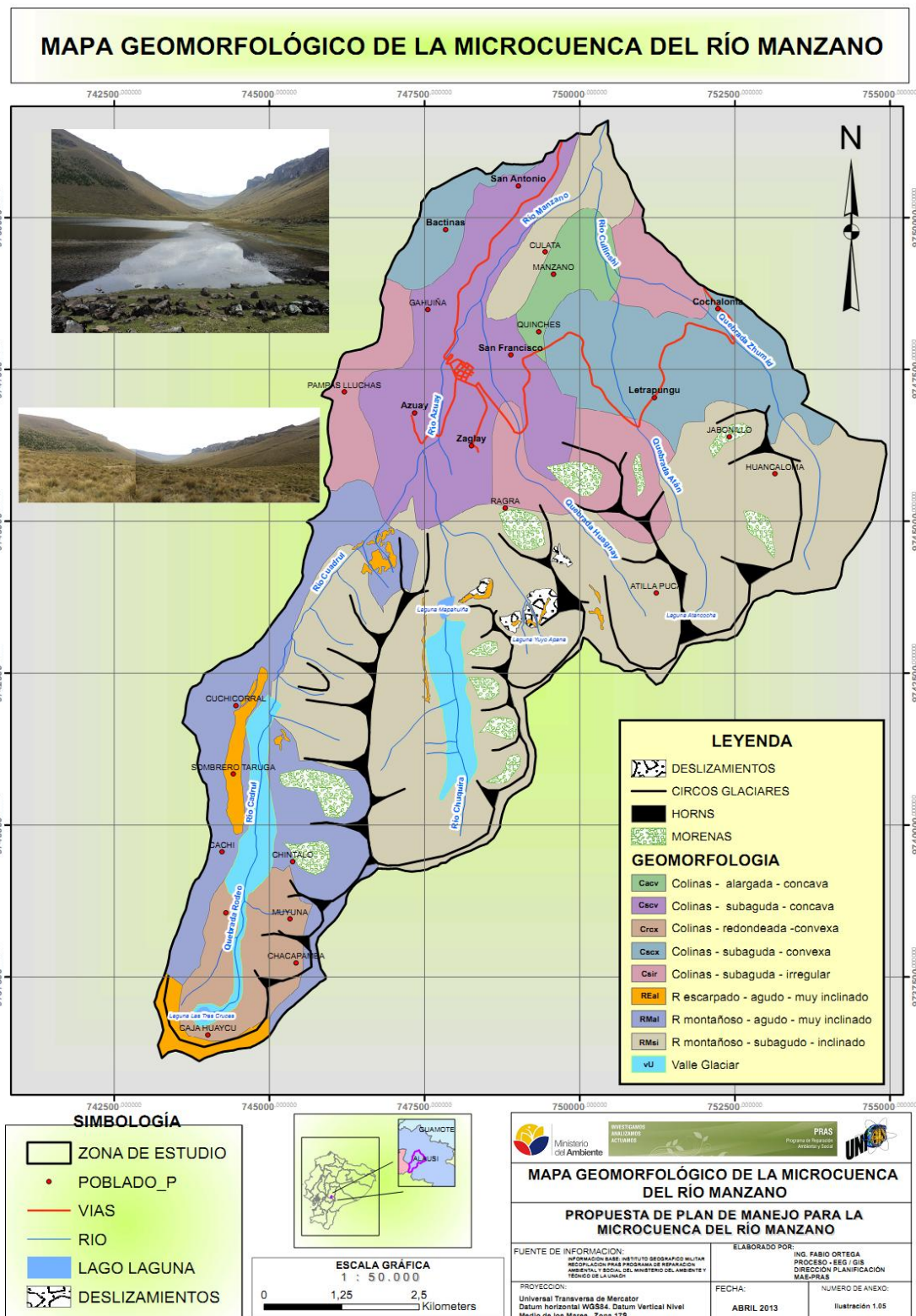
ANEXO: 3: Ilustración 1.03 – MAPA DE ERODABILIDAD



ANEXO: 4: Ilustración 1.04 – MAPA DE PENDIENTES



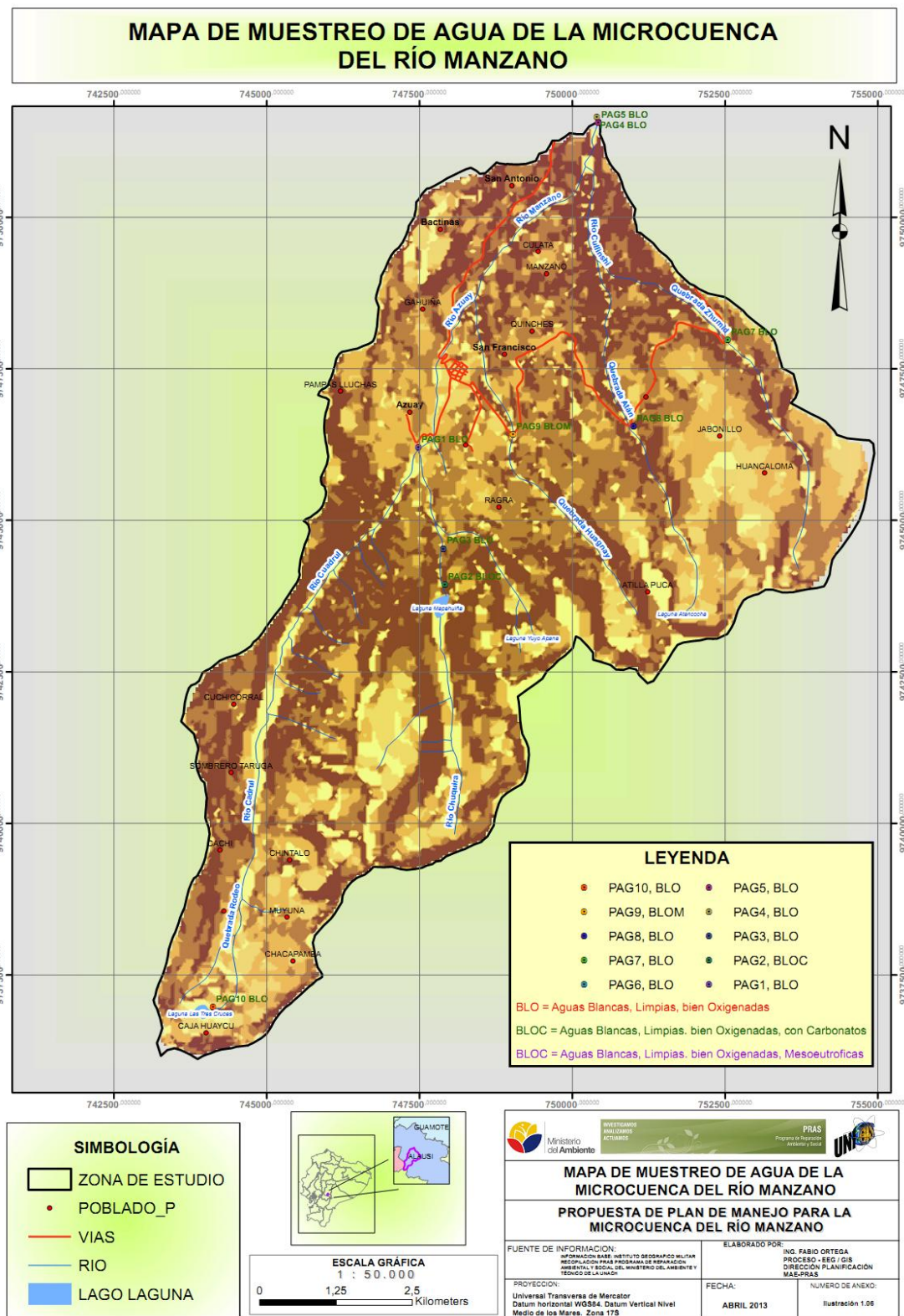
ANEXO: 5: Ilustración 1.05 – MAPA GEOMORFOLÓGICO



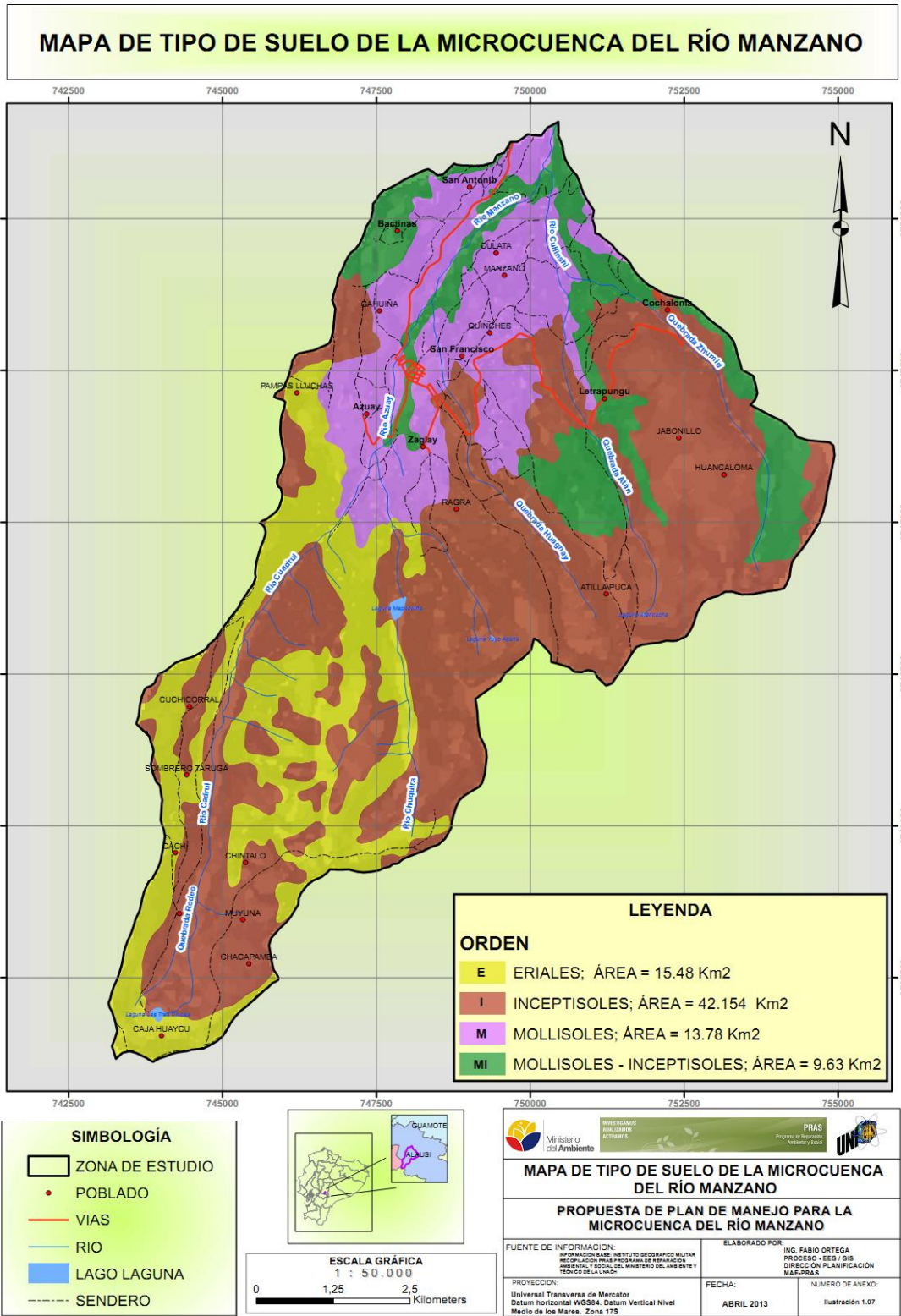
LEYENDA

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| | DESLIZAMIENTOS |
| | CIRCOS GLACIARES |
| | HORNS |
| | MORENAS |
| GEOMORFOLOGIA | |
| | Colinas - alargada - concava |
| | Colinas - subaguda - concava |
| | Colinas - redondeada - convexa |
| | Colinas - subaguda - convexa |
| | Colinas - subaguda - irregular |
| | R escarpado - agudo - muy inclinado |
| | R montañoso - agudo - muy inclinado |
| | R montañoso - subagudo - inclinado |
| | Valle Glaciar |

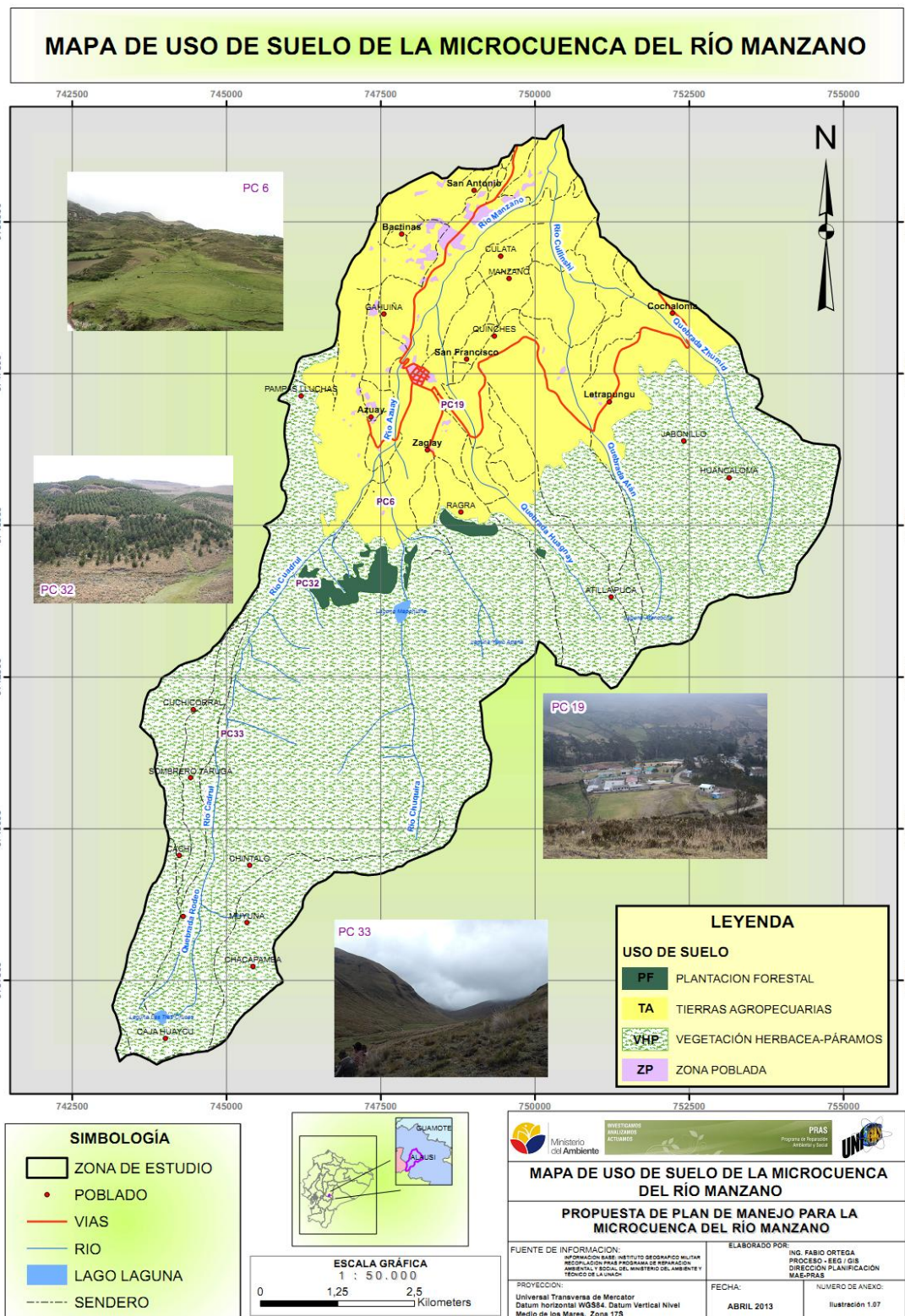
ANEXO: 6: Ilustración 1.06 – MAPA MUESTREO DE AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO MANZANO



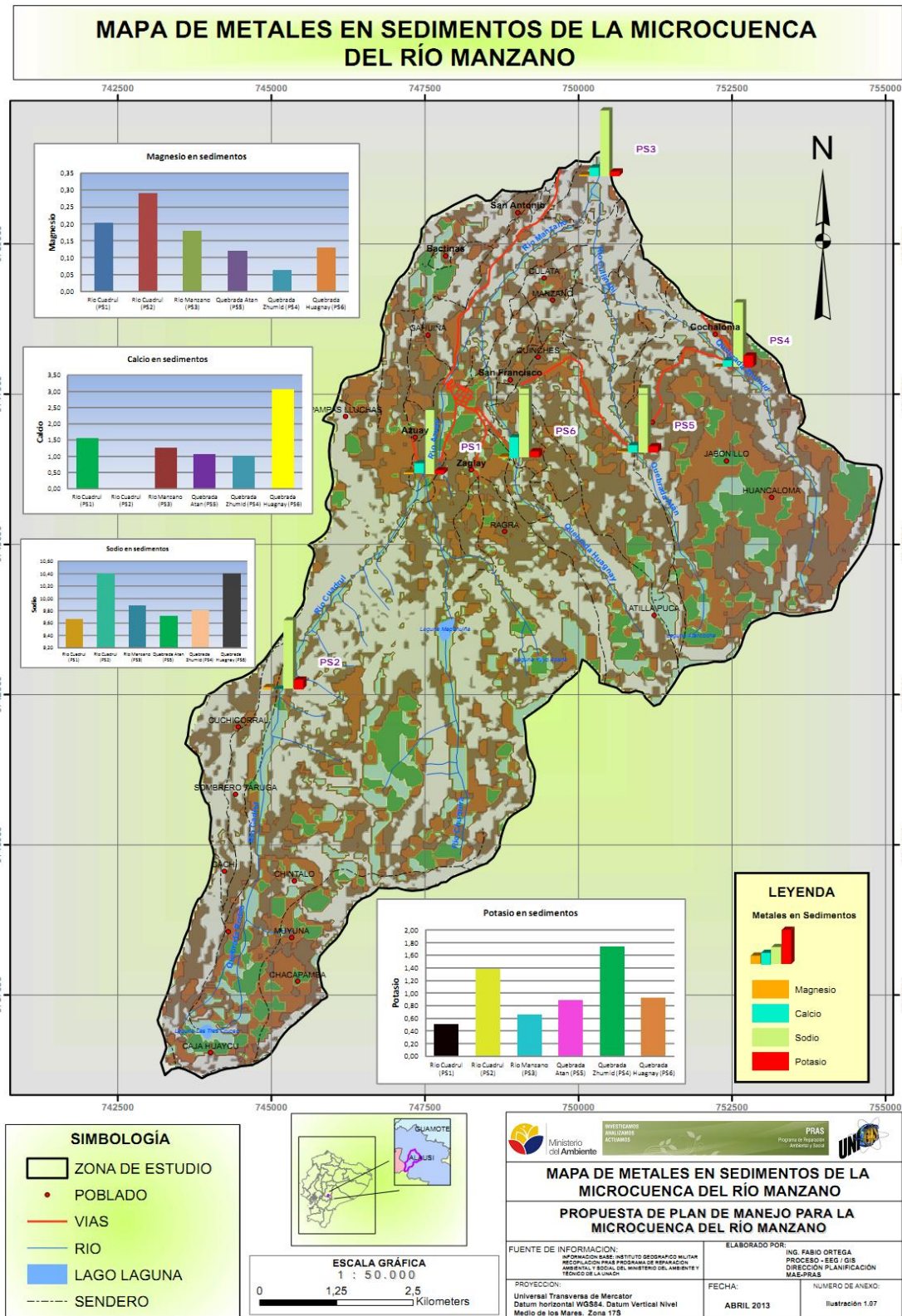
ANEXO: 7: Ilustración 1.07 – MAPA DE TIPO DE SUELO



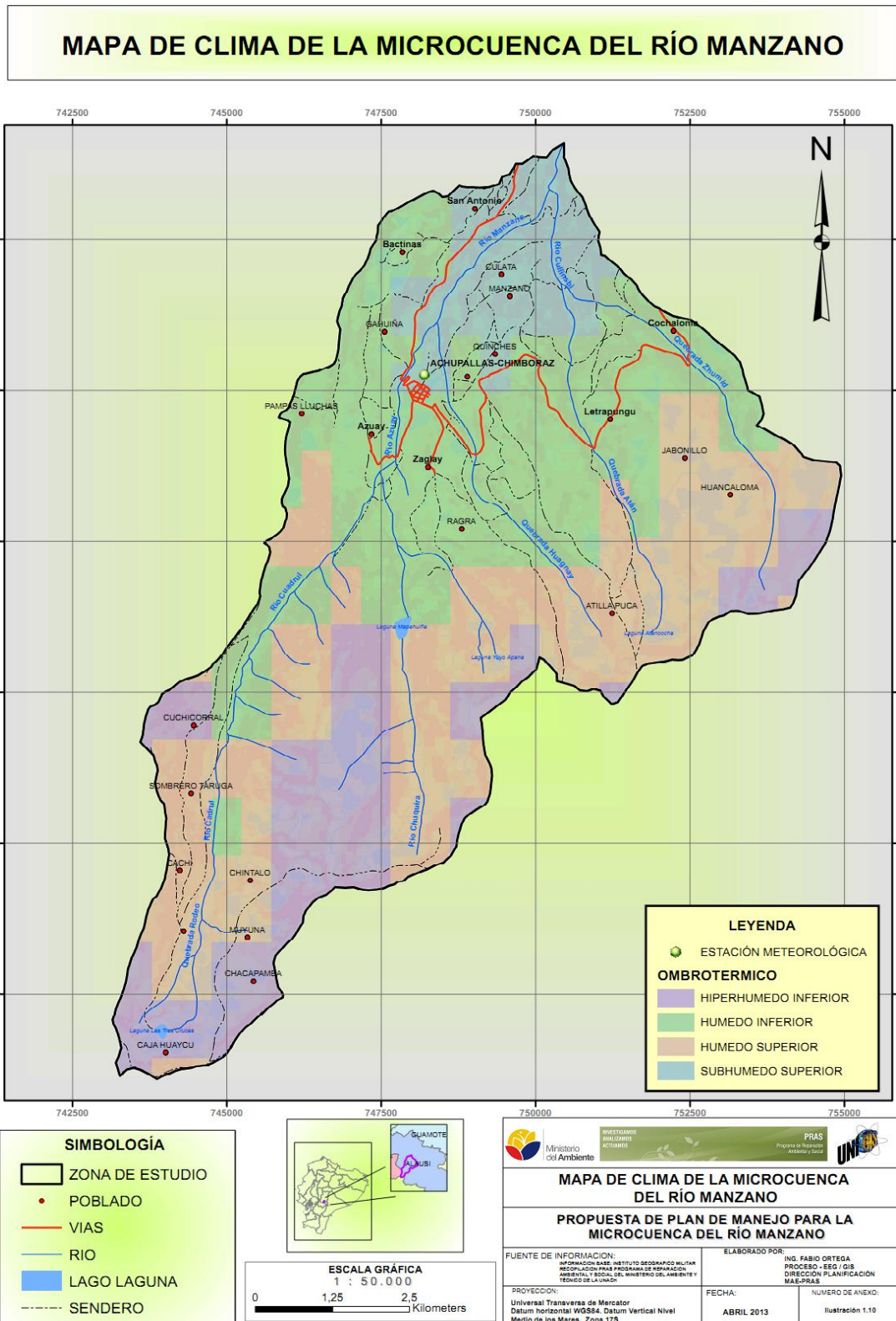
ANEXO: 8: Ilustración 1.08 – MAPA DE USO DE SUELO



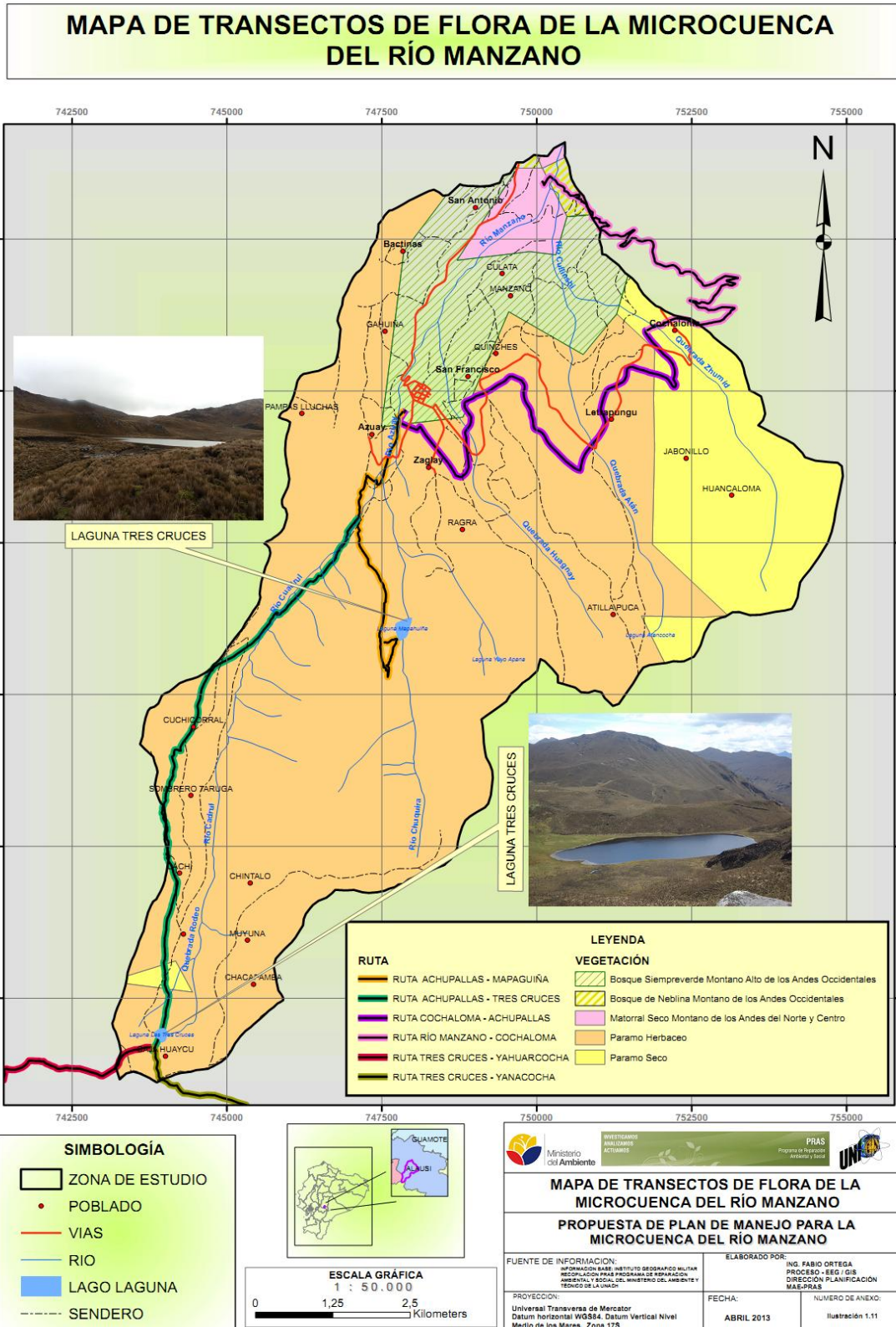
ANEXO: 9: Ilustración 1.09 – MAPA DE METALES EN SEDIMENTOS



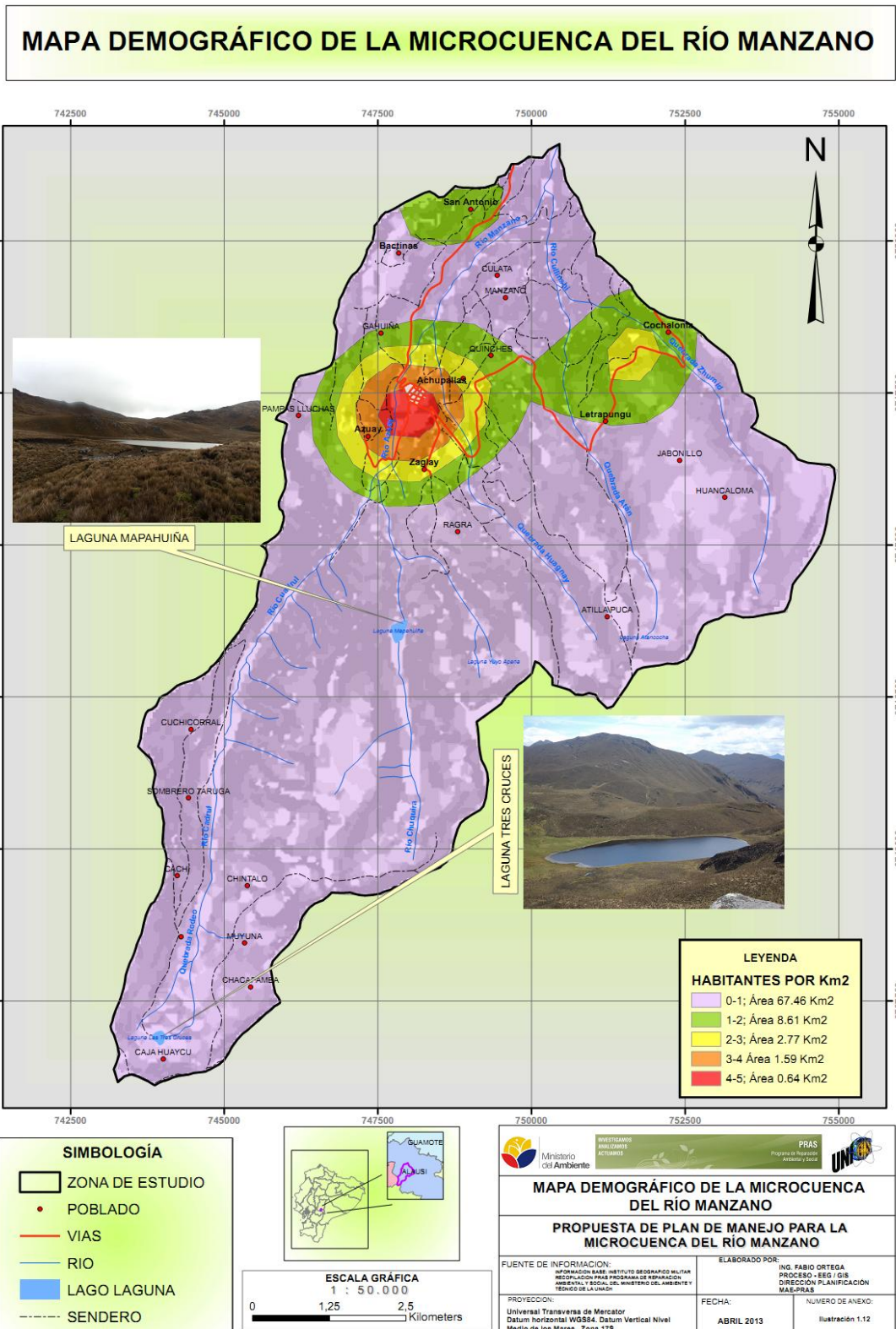
ANEXO: 10: Ilustración 1.10 – MAPA DE CLIMA



ANEXO: 11: Ilustración 1.11 – MAPA DE FLORA



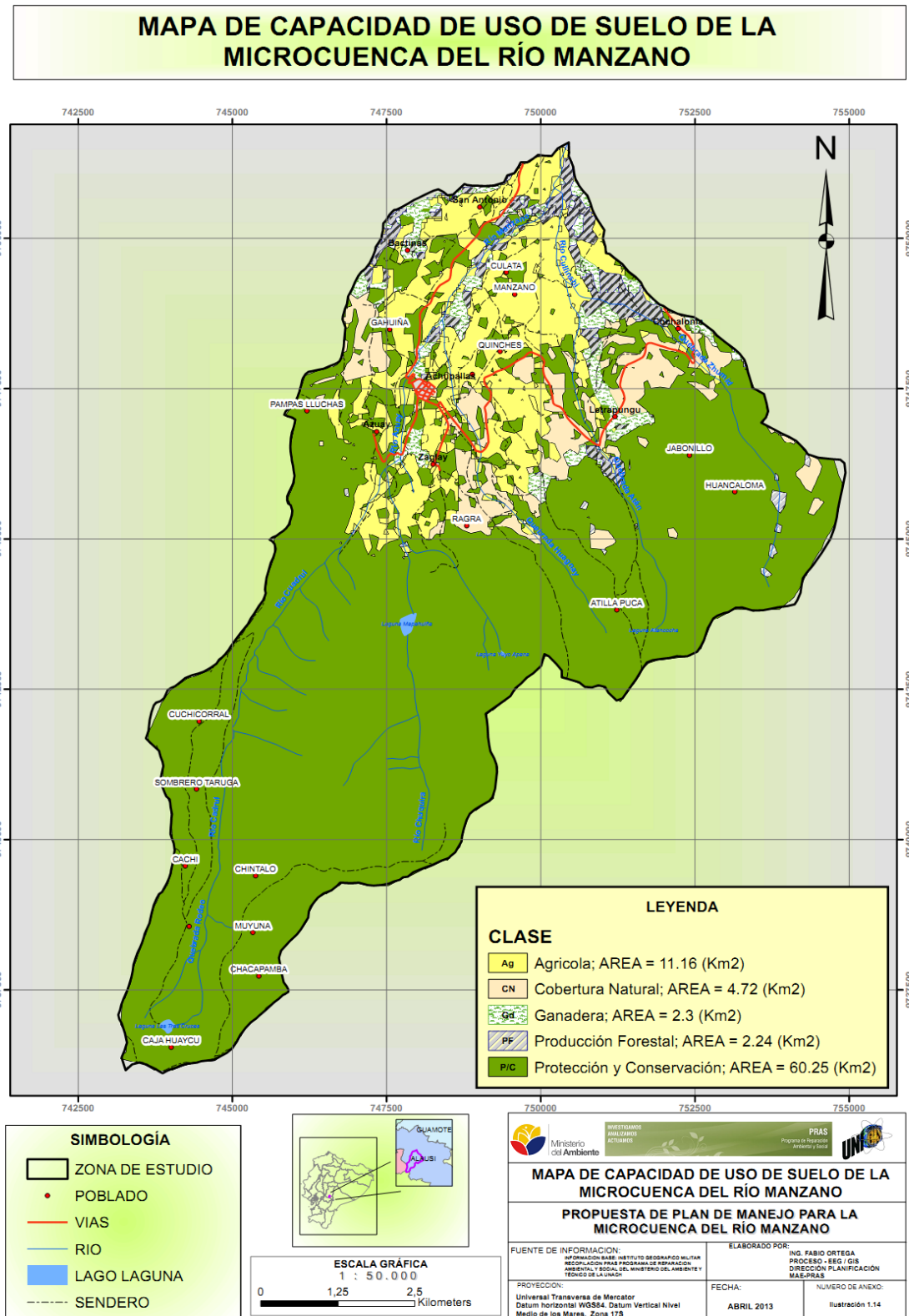
ANEXO: 12: Ilustración 1.12 – MAPA DEMOGRÁFICO



ANEXO: 13: Ilustración 1.13 – MAPA DE VALOR ECOLÓGICO



ANEXO: 14: Ilustración 1.14 – MAPA CAPACIDAD DE USO SUELO



ANEXO: 15: Ilustración 1.15 – MAPA USO POTENCIAL DE SUELO

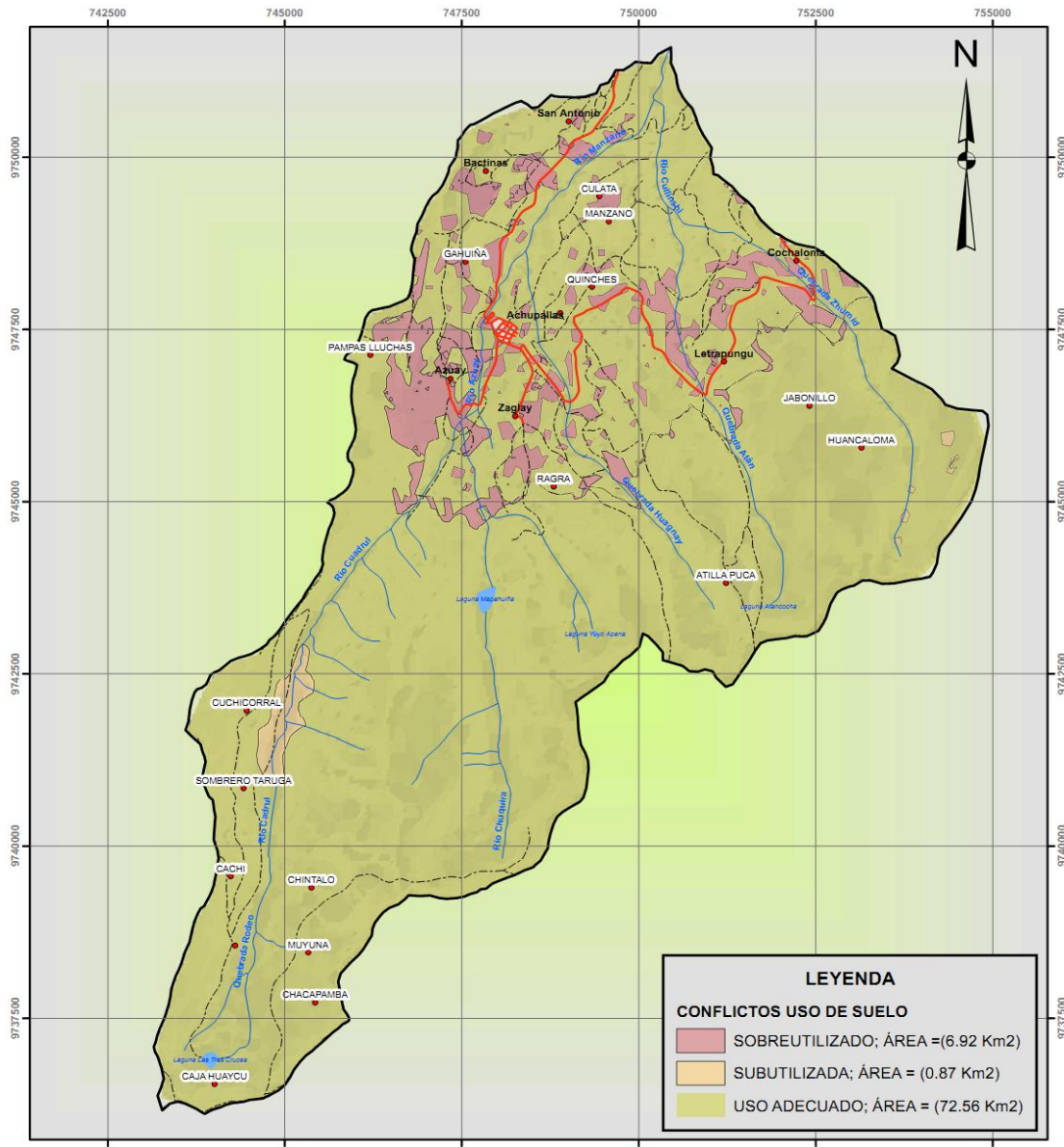


ANEXO: 16: Ilustración 1.16 – MAPA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL



ANEXO: 17: Ilustración 1.17 – MAPA CONFLICTOS DE USO SUELO

MAPA DE CONFLICTOS DE USO DE SUELO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO MANZANO



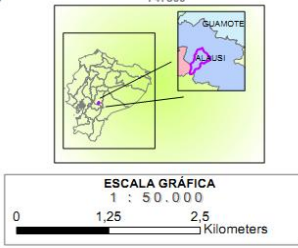
LEYENDA

CONFLICTOS USO DE SUELO

- SOBREUTILIZADO; ÁREA =(6.92 Km2)
- SUBUTILIZADA; ÁREA = (0.87 Km2)
- USO ADECUADO; ÁREA = (72.56 Km2)

SIMBOLOGÍA

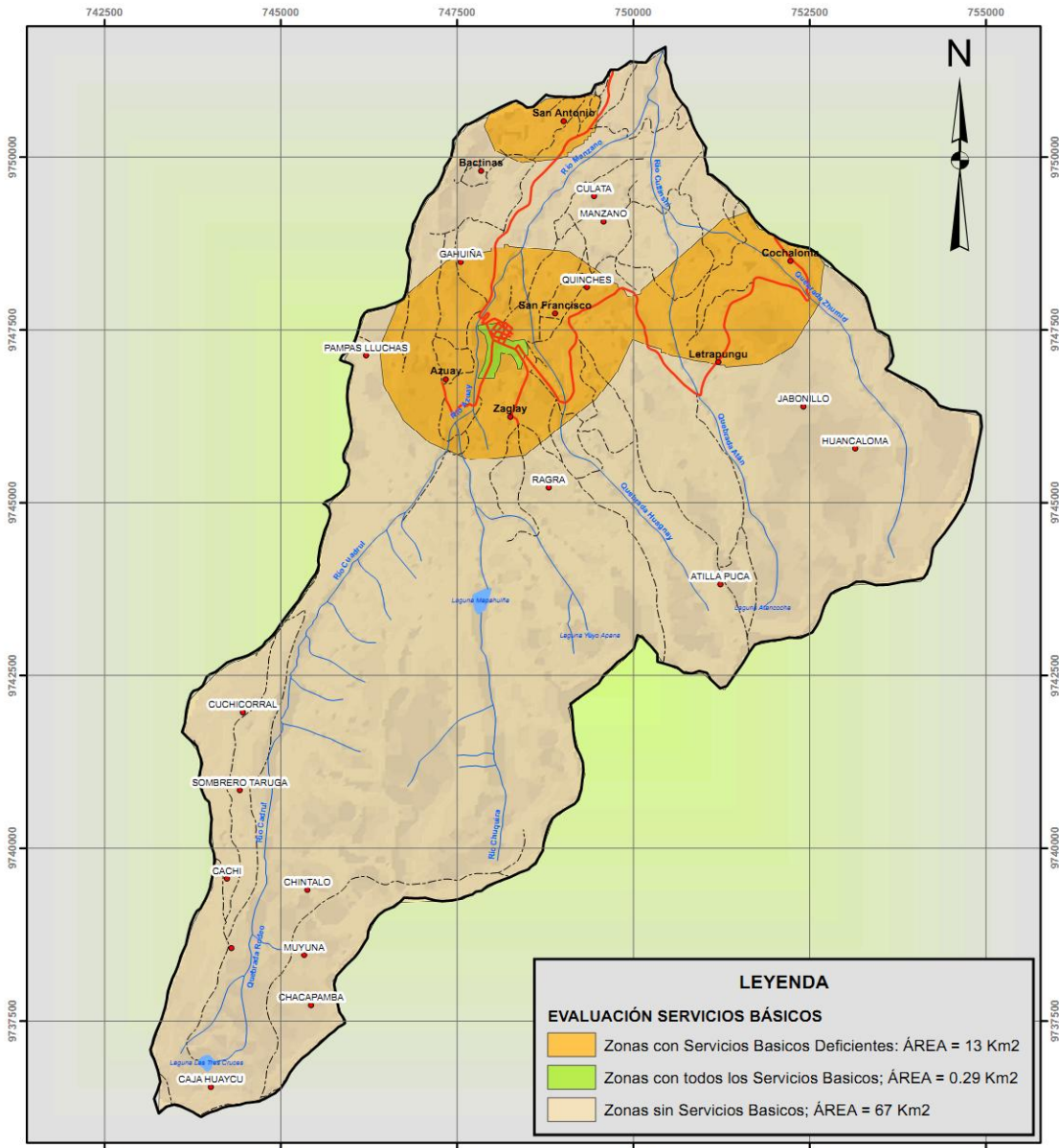
- ZONA DE ESTUDIO
- POBLADO
- VIAS
- RIO
- LAGO LAGUNA
- - - - SENDERO



| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | |
| <p>MAPA DE CONFLICTOS DE USO DE SUELO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO MANZANO</p> <p>PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO MANZANO</p> | |
| <p>FUENTE DE INFORMACIÓN: INFORMACIÓN BASE: INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR RECOLECCIÓN PARA PROGRAMA DE REPARACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y TÉCNICO DE LA UNAH</p> | <p>ELABORADO POR: ING. FABIO ORTEGA PROCESO - SEG / GIS DIRECCIÓN PLANIFICACIÓN MAE-PRAS</p> |
| <p>PROYECCIÓN: Universal Transversa de Mercator Datum horizontal WGS84. Datum Vertical Nivel Medio de los Mares. Zona 17S</p> | <p>FECHA: ABRIL 2013</p> <p>NÚMERO DE ANEXO: Ilustración 1.17</p> |

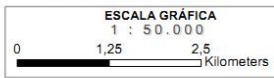
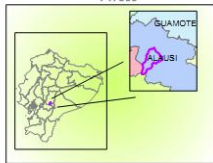
ANEXO: 18: Ilustración 1.18 – MAPA DE SERVICIOS BÁSICOS

MAPA DE SERVICIOS BÁSICOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO MANZANO



SIMBOLOGÍA

- ZONA DE ESTUDIO
- POBLADO
- VIAS
- RIO
- LAGO LAGUNA
- SENDERO



Ministerio del Ambiente

INSTRUMENTOS ANALÍTICOS ACTUARIOS

PIAS Programa de Inversión Ambiental y Social

MAPA DE SERVICIOS BÁSICOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO MANZANO

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO MANZANO

FUENTE DE INFORMACIÓN: INFORMACIÓN BASE INSTITUTO DE OROGRAFÍA MILITAR RECOLECCIÓN PARA PROGRAMA DE REPARACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y TERCER DE LA UNIDAD

ELABORADO POR: ING. FABIO ORTEGA PROCESO-SEI/IGS DIRECCIÓN PLANIFICACIÓN MAE/PRAS

PROYECCIÓN: Universal Transversa de Mercator Datum horizontal WGS84. Datum Vertical Nivel Medio de los Mares. Zona 17S

FECHA: ABRIL 2013

NÚMERO DE ANEXO: Ilustración 1.18

ANEXO: 19: Ilustración 1.19 – MAPA DE ZEE

