

**“UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK”
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**TESIS DE GRADO DE LA MAESTRÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

**MODELAMIENTOS ESPACIALES PARA EL
ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA
MICROCUCENCA DEL LAGO SAN PABLO**

**AUTOR:
ING. PAOLA SORIA ARIAS**

**DIRECTOR:
ING. IGNACIO MANRÍQUEZ**

QUITO, JULIO DE 2010

*“ El desarrollo de un país es el producto del aprovechamiento sabio y eficiente de sus recursos naturales y humanos, que se logra mediante la planificación de la actividad humana para el empleo habitual y sostenido de los recursos naturales en la forma más eficiente posible ”, MEMORIAS – SIMPOSIO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ECUADOR
OCTUBRE 1994*

*“El uso correcto de la tierra es el primer paso de la buena agronomía y el control de la erosión, y una buena definición de lo que se quiere decir por uso correcto del territorio es que cada porción de este debe usarse de acuerdo a su capacidad para tener una producción económica y sustentable”,
(HUDSON, 1981)*

CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	5
1.1. ACRÓNIMOS.....	5
1.2. ANTECEDENTES.....	6
1.3. JUSTIFICACION.....	7
1.4. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	7
1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	8
1.5.1 Objetivo General	8
1.5.2 Objetivos Específicos	8
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	10
2.1 ORDENACIÓN DEL TERRITORIO	10
2.2 PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	12
2.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	12
2.4 LA REPRESENTACION DE LA INFORMACIÓN EN DATOS ESPACIALES	13
2.5 MODELAMIENTOS ESPACIALES.....	16
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 FASES POR LAS QUE PASA LA ELABORACION DE UN PLAN	20
CAPITULO IV. DESARROLLO METODOLOGICO	23
4.1. FASE INTRODUCTORIA.....	23
4.2. DIAGNÓSTICO DE INFORMACIÓN	25
4.2.1 Criterios para la evaluación de información existente:	28
4.2.4 Matriz de evaluación de la información	29
4.3. DIAGNÓSTICO DE RECURSOS HUMANOS Y TECNOLÓGICOS.....	37
4.3.1 Diseño de la Encuesta de Investigación de Recursos Humanos y Tecnológicos.....	37
4.3.2 Visitas y Entrevistas con los actores.....	38
4.3.3 Aplicación de la Encuesta.....	38
4.3.4 Evaluación	38
4.4 PREPARACIÓN Y EDICIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL.....	40
4.5 ANALISIS DEL MARCO LEGAL POLITICO INSTITUCIONAL	43
4.5.1 Constitución Política del Estado.....	43
4.5.2 Convenios Internacionales.....	49
4.5.3 Ordenanza de OT de la Microcuenca del Lago San Pablo	51
4.6. CARACTERIZACION ESPACIAL DEL SISTEMA TERRITORIAL DE LA MICROCUENCA	53
4.6.1 Ubicación Geográfica	53
4.6.2 Análisis Social – Demográfico	54
4.6.3 División Política Administrativa	55
4.6.4 Datos Demográficos :	56
4.6.5 Economía y Producción.....	59
4.5.6 Geología	61
4.5.7 Suelos	65
4.5.9 Cobertura Vegetal y Uso del Suelo	68
4.5.10 Flora y Fauna.....	70
4.7 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL.....	71
4.7.1 Definición del Escenario Deseado – Modelamiento Espacial - Criterios	71
<i>ZONAS RECOMENDADAS PARA ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN</i>	74
<i>ZONAS RECOMENDADAS PARA USO SUSTENTABLE:</i>	95
<i>ZONAS RECOMENDADAS PARA EXPANSIÓN DEL ÁREA URBANA</i>	105
4.7.1 Áreas con conflictos de Uso	107
4.7.2 Definición de las áreas de intervención territorial emergente.....	118
4.8 PROYECTOS DE INTERVENCIÓN	121
4.7.2 Escenario Deseado.....	122
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RESULTADOS	124

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA	127
CAPITULO VII. ANEXOS.....	130
Anexo 1. Respaldos Fotográficos de los Talleres.....	131
Anexo 2. Encuestas	133

RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo definir una propuesta de distribución óptima de las actividades del territorio de la microcuenca del Lago San Pablo mediante un análisis espacial de sus potencialidades y limitaciones físicas. Para lo cual se realizó una categorización de los suelos, del recurso hídrico, de la cobertura vegetal natural, de la ocupación del suelo, conjugándola con los requerimientos legales que en materia de gestión territorial se aplican a la microcuenca.

Se definen tres zonas homogéneas en esta propuesta de ordenación, que son: a) áreas de protección, incluyen las zonas ecológicamente frágiles, con suelos pobres y propensos a movimientos en masa; b) zonas de uso sustentable, a esta categoría corresponden las zonas con suelos aptos para actividades agrícolas, ganaderas y forestales; y c) zonas aptas para la expansión urbana, es decir libres de riesgos naturales inminentes y que no comprometan las zonas con bondades agrícolas.

De esta forma la propuesta de ordenación se convierte en un instrumento visual y técnico que apoya el desarrollo integral y armónico del territorio de la microcuenca mediante el acondicionamiento del espacio para un uso más adecuado de los recursos.

SUMMARY

The present study has for objective the definition of an outstanding distribution proposal of the territory's activities for the basin of San Pablo Lake through a special analysis of its potentialities and physical limitations. Therefore a classification in several matters was performed specially in: soil classification, the activity of the floor, water resource, conjugating it with the legal requirements that in territorial management is to be apply in the hydrographic basin.

Are defined three homogeneous areas in the proposal of the organization for the basin which are: a) protected areas, include the most fragile areas ecologically wise, with poor soil no able for agricultural activity; b) areas of sustainable use, to this category correspond the areas holding capable floors for agricultural cattlemen and forest activities; and c) areas of urban expansion, includes the definition of the areas that are not affected by imminent natural risks.

This way the ordination proposal becomes a visual and technical instrument and that supports the integral and harmonic development of the territory for the hydrographic basin through the preparation of the space for a more appropriate use of the resources.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. ACRÓNIMOS

SIGLAS	DESCRIPCIÓN
CEPCU	Centro de Estudios Pluriculturales
PNUD	Plan de Desarrollo del Cantón Otavalo
AME	Asociación de Municipalidades del Ecuador
SIGAGRO	Sistema de Información Geográfica Agropecuario
CAD	Diseño Asistido por Computador
DINSE	Dirección Nacional de Servicios Educativos
IGM	Instituto Geográfico Militar
CELIR	Comisión Especial de Límites Internos de la República
PRODERENA	Programa de Apoyo a la Gestión Descentralizada de los Recursos
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
GPI	Gobierno Provincial de Imbabura
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
CNRH	Consejo Nacional de Recursos Hídricos
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censo
MAE	Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador
ONG	Organización no Gubernamental
SIG	Sistema de Información Geográfica
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
MDT	Modelo Digital del Terreno
UTM	Universal Transversa de Mercator
USDA	United States Department of Agriculture
PSAD56	Datum Provisional para Sur América de 1956
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación Territorial
UE	Unión Europea

Tabla 1. Lista de Acrónimos

1.2. ANTECEDENTES

A nivel internacional se ha identificado la necesidad de incorporar un enfoque territorial en la planificación y gestión ambiental, para asegurar un desarrollo sostenido. Así el ordenamiento territorial busca mediante el análisis de las potencialidades del territorio, junto con las restricciones normativas y las necesidades sociales, definir los usos más adecuados con el propósito de dar integralidad, amplio alcance y sostenibilidad a los procesos relacionados con la gestión territorial.

En este contexto, el estado ecuatoriano ha incluido en la Constitución de la República del Ecuador del año 2008, la obligatoriedad de realizar Planes de Ordenamiento Territorial a nivel regional, provincial, parroquial o de unidades ecológicas como reservas naturales y unidades hidrográficas y para ello es primordial el entendimiento del territorio a través de las síntesis de sus potencialidades y limitantes, de tal forma que las estrategias que se planteen para su ordenación estén acordes a un diagnóstico real, para lo que, actualmente se cuenta con información espacial o georeferenciada la cual a través de los sistemas de información geográfica, permiten identificar estas potencialidades y limitantes de manera exacta sobre el área de estudio. En este contexto, se plantea la construcción de varios modelamientos espaciales en la Microcuenca del Lago San Pablo, que son la base territorial de la construcción de cualquier Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

1.3. JUSTIFICACION

La definición de propuestas espaciales de ordenamiento territorial dentro de un POT, es un instrumento que apoya el desarrollo integral y armónico del territorio y promueve la mejora de las condiciones de bienestar y calidad de vida de sus habitantes, a través de un proceso continuo y dinámico de toma de decisiones sobre el uso de la tierra; es decir, el Ordenamiento Territorial es una herramienta científica, técnica, administrativa y política con un enfoque interdisciplinario y global, que aporta a un desarrollo socioeconómico equilibrado, el mejoramiento de la calidad de vida y la utilización racional del territorio (*POT Cundinamarca, 2007*).

Por lo mencionado, se pretende generar una propuesta de acondicionamiento del territorio para estructurar la microcuenca del Lago San Pablo de acuerdo a sus potencialidades y funcionalidades, a través de una propuesta de zonificación dirigida a ordenar y racionalizar el uso del territorio para impulsar la competitividad productiva y la habitabilidad social, en armonía con un ambiente saludable.

1.4. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En la Microcuenca del Lago San Pablo se suscitan fuertes problemas socio - ambientales, que se profundizan por la falta de una adecuada planificación territorial por parte del Municipio de Otavalo, que es el que posee la competencia en este tema y la jurisdicción en esta área. El Municipio a su vez justifica su inadecuada intervención debido a que no posee las herramientas técnicas y la información necesaria para mejorar su gestión como lo es una Zonificación Territorial y menos aún una Propuesta de Ordenación del Territorio, en virtud de lo mencionado las comunidades que se asientan en los alrededores del lago se han ubicado de forma desordenada, con construcciones que agraden el paisaje, en zonas de alto riesgo, en tanto que la expansión desordenada de la frontera agrícola amenaza con destruir los pocos remanentes de bosque que garantizan la afluencia de agua al lago.

En sí la problemática ambiental del Lago San Pablo puede ser atacada desde varios frentes, sin embargo analizando el problema de manera global se observa como prioridad la necesidad de ordenar los usos y la ocupación del suelo en la microcuenca, obviamente una vez que esto se realice el siguiente paso será atacar problemas ambientales puntuales con proyectos específicos.

El presente estudio prevé realizar una propuesta de Ordenamiento Territorial del Lago San Pablo a partir de modelamientos en Sistemas de Información Geográfica, utilizando técnicas geoestadísticas SIGs para zonificar la microcuenca, definir las áreas prioritarias para la conservación, delimitar las áreas con riesgos naturales, áreas aptas para reforestación, revegetación y recuperación, principalmente.

1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.5.1 Objetivo General

Generar una propuesta espacial de ordenación del la microcuenca del Lago San Pablo a través del modelamiento de variables territoriales.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la Microcuenca del Lago San Pablo en función de los principales componentes del Sistema Territorial.
- Generar un diagnóstico integral espacial del territorio a partir de información secundaria definiendo sus conflictos y potencialidades utilizando Sistemas de Información Geográfica.
- Determinar, detallar y territorializar las principales limitaciones, problemas y restricciones del territorio para establecer el uso racional y sostenible de sus recursos sociales, físico ambientales y económicos.
- Realizar varios análisis geoestadísticos para determinar el escenario óptimo de distribución de actividades o zonificación territorial deseada para la microcuenca del Lago San Pablo que oriente y organice la utilización, transformación y ocupación del sistema territorial de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales.
- Establecer estrategias de desarrollo y acciones o propuestas priorizadas acordadas con la comunidad y comprometidas con las autoridades para ordenar y organizar el territorio de la microcuenca.

- Determinar un conjunto de medidas y acciones (programas y proyectos) que pretendan instaurar condiciones propicias con coherencia a la visión territorial propuesta a futuro.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

El territorio, a partir de una visión holística de la relación sociedad-naturaleza, puede ser entendido como el espacio de interacción de los subsistemas natural y social, subsistemas que componen el medio ambiente nacional, regional y local, estableciéndose una relación de complementariedad entre los conceptos de territorio y medio ambiente. Así, el territorio no se entiende solamente como el entorno físico donde se enmarca la vida humana, animal y vegetal y donde están contenidos los recursos naturales, sino que comprende también la actividad del hombre que modifica este espacio. Por otra parte, ordenamiento puede ser entendido como la acción y efecto de colocar las cosas en el lugar que consideremos adecuado. (*P. Gross, 1998*)

De esta manera, el concepto de ordenamiento territorial implicaría la búsqueda de la disposición correcta, equilibrada y armónica de la interacción de los componentes del territorio. Entre ellos, la forma que adquiere el sistema de asentamientos humanos, dado su carácter complementario e indisoluble en la formación del territorio. (*P. Gross, 1998*).

La Carta Europea de Ordenación del Territorio define Ordenamiento Territorial como la "expresión espacial de la políticas económica, social, cultural y ecológica de toda la sociedad".¹

Desde esta perspectiva, una estrategia de ordenamiento del territorio implica prever con antelación los impactos en el ambiente que ocasionan las actividades humanas. En esta dirección, parece de particular importancia anticipar los efectos negativos sobre el territorio derivados de los procesos de localización de las actividades productivas, del equipamiento y la infraestructura, del uso de los recursos naturales y de las políticas de

¹ Proyecto de Ley para la Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

poblamiento, lo que nos lleva a la necesidad de conocer con claridad el estado del sistema natural (estructura y función) y su comportamiento frente al cambio.²

Un aspecto que impacta significativamente el equilibrio territorial es el proceso de urbanización desordenada que se observa en la gran mayoría de ciudades del Ecuador; en particular el crecimiento de las zonas urbanas. La falta de planes de ordenamiento territorial y su aplicación ha derivado en ciudades que, por una parte, han perdido eficiencia como proveedoras de servicios y calidad de hábitat residencial y de equipamientos, y, por otra, han perdido la racionalidad en la forma como se relaciona su crecimiento con el medio medio ambiente.

Ante la pérdida de calidad de vida, es necesario llevar a cabo una política que oriente la dinámica poblacional en su relación con el uso del territorio, en una forma más equilibrada y sostenida, tomando en cuenta las potencialidades y limitaciones de éste.

El Ordenamiento territorial dentro de una microcuenca tiene como principales objetivos la disminución de riesgos de erosión, degradación de la calidad hídrica en la cuenca a través de la determinación de áreas prioritarias para conservación y la disminución de riesgos de inundación; a partir de decisiones concertadas de manera participativa y que involucren a los actores directos del desarrollo de una cuenca con tecnologías apropiadas, que puedan ser efectivas y que colateralmente apoyen el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores que viven en la unidad de estudio.

Una estrategia de ordenamiento territorial no solo detecta las diversas problemáticas de la microcuenca y establece un diagnóstico, sino además formula políticas, planes y proyectos sobre el manejo de los asentamientos humanos, el uso de los recursos naturales, la distribución de la población, la producción, el tipo de equipamiento e infraestructura, entre otros, como medidas fundamentales para el desarrollo sostenible.

^{2 5} Lavanderos, Leonardo y otros (editores): "Hacia un ordenamiento ecológico administrativo del territorio. Sistemas de información geográfica". Santiago, 1994.

2.2 PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Un Plan de Ordenamiento Territorial no es más que el documento en el que se describen las políticas, estrategias, proyectos que permitirán a futuro un desarrollo sostenible, a través de la búsqueda del escenario deseado o imagen futuro o zonificación territorial. Este documento resume las decisiones concertadas de los actores sociales, económicos, políticos y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio y se sistematiza en mapas y esquemas que facilitan el entendimiento del territorio y la aplicación del plan.

2.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía. (*J. Domingo 2008*).

La razón fundamental para utilizar un Sistema de Información Geográfica es la versatilidad para manejar diferente información espacial ya que todos estos sistemas permiten separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma. En el Ordenamiento Territorial los Sistemas de Información Geográfica son esenciales para definir escenarios tendenciales, realizar modelamientos

como las zonificaciones ecológicas, económicas, encontrar áreas aptas para ciertas actividades productivas en función de sus diferentes características territoriales, definir áreas de riesgo y áreas prioritarias para conservación, entre otros.

Funciones de un SIG

Un Sistema de Información Geográfica puede utilizarse para resolver varios problemas como:

- Localización: ubicar el lugar exacto de un fenómeno natural o de una infraestructura en medio del espacio o área de análisis.
- Modelamientos: es la representación espacial y gráfica de fenómenos naturales o la definición espacial de políticas de gestión territorial.
- Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: es también un modelamiento que sirve para definir posibles escenarios futuros y además realizar comparaciones.

La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica es muy amplia, desde análisis de contaminación ambiental de lagos, mares, monitoreo de variaciones climáticas, estudios arquitectónicos, estudio de riesgos naturales, entre otros. Este gran rango de aplicación se debe a que la mayoría de actividades poseen un componente espacial. (*Geoplades, 2008*)

2.4 LA REPRESENTACION DE LA INFORMACIÓN EN DATOS ESPACIALES

La información utilizada en Sistemas de Información Geográfica tiene la virtud de ser gráfica y alfanumérica, estos datos representan objetos o fenómenos del mundo real, como el uso del suelo, la topografía y el relieve, las vías, la ubicación de poblados etc. Esta representación puede ser de dos tipos: raster o vectorial.

El manejo de datos tipo vector es más común en nuestro país, por lo que se explica que la información de la microcuenca del lago San Pablo esté totalmente en este formato. No obstante, los datos en formato raster son muy utilizados en estudios que requieren la interpretación de datos continuos, necesaria en fenómenos no discretos; también en estudios medioambientales donde no se requiere una excesiva precisión espacial

(contaminación atmosférica, distribución de temperaturas, localización o distribución de especies marinas, etc).

Representación Vectorial

En los datos vectoriales, la representación del elemento se realiza a través de puntos, líneas o polígonos, el interés de las representaciones se centra en la precisión de localización de los elementos geográficos sobre el espacio, se usa cuando los fenómenos a representar son discretos, es decir, de límites definidos. Cada una de estas geometrías está vinculada a una base de datos que describe sus atributos. Por ejemplo, una base de datos que describe los lagos puede contener datos sobre el área, la batimetría, la calidad del agua o el nivel de contaminación. Los elementos vectoriales deben crearse respetando normas topológicas como la no superposición de polígonos, no repetición de elementos, etc.

Se tienen tres tipos de representación vectorial principalmente:

Puntos.- la representación tipo punto se utiliza para las entidades geográficas que mejor pueden ser expresadas por la simple ubicación. Por ejemplo, las ubicaciones de los pozos petroleros, cotas altitudinales, entre otros. Los puntos transmiten la menor cantidad de información de estos tipos de archivo y no son posibles las mediciones. Sin embargo su representación depende de la escala, por ejemplo, las ciudades en un contexto mundial estarán representadas por puntos en lugar de polígonos en un contexto local.

Líneas.- Las líneas unidimensionales o polilíneas son usadas para rasgos lineales como ríos, caminos, ferrocarriles, rastros, líneas topográficas o curvas de nivel. De igual forma que en las entidades puntuales, en pequeñas escalas pueden ser utilizados para representar polígonos, por ejemplo un aeropuerto. En los elementos lineales puede medirse la distancia.

Polígonos.- Los polígonos bidimensionales se utilizan para representar elementos geográficos que cubren un área particular de la superficie de la tierra. Estas entidades pueden representar lagos, límites de parques naturales, provincias, usos del suelo, por ejemplo. Los polígonos transmiten la mayor cantidad de información en archivos con datos

vectoriales y en ellos se pueden medir el perímetro, el área y con ellos se puede realizar infinidad de modelamientos SIG.

Topología

Se denomina topología en Sistemas de Información Geográfica, a las relaciones espaciales entre los diferentes elementos gráficos (topología de nodo/punto, topología de red/arco/línea, topología de polígono) y su posición en el mapa (proximidad, inclusión, conectividad y vecindad). Estas relaciones, que para el ser humano pueden ser obvias a simple vista, el software las debe establecer mediante un lenguaje y unas reglas de geometría matemática, y esta capacidad para integrarlas es lo que diferencia a un SIG de otros sistemas de gestión de la información.

En el caso de datos raster la implantación de topología se realiza implícitamente al disponer del valor de clase de la celda. Ello, unido a una eficiente y rápida interrelacionabilidad de los datos, debido a su propia estructura hacen que el proceso topológico sea fugaz, no siendo necesarias las complejas operaciones propias de las estructuras de datos tipo vector.

Sin embargo, hoy en día la mayoría de SIG del mercado, con fuerte éxito comercial, se basan en estructuras de datos vector aún cuando ambos tipos tienden a converger, ya que dependiendo del tipo de operación necesaria unos se muestran más eficientes que otros.

El control de topología se distingue de la generación topológica en que mientras ésta ejecuta una serie de procedimientos preestablecidos dependiendo del sistema SIG utilizado, aquél tiene como finalidad estudiar y en su caso corregir topológicamente los datos de entrada, de acuerdo al modelo topológico destino.

Esta forma de actuar puede darnos una serie de ventajas:

- Intercambio controlado entre diferentes modelos topológicos.
- Conocimiento de la "bondad topológica" con que se integraron los datos.
- Selección condicionable de la información de entrada.
- Detección de errores geométricos.

De lo anterior se desprende que previo a la redacción de un control de este tipo deben conocerse perfectamente las estructuras topológicas, origen y destino.

Fundamentos topológicos

Los elementos infográficos usados en GIS discrepan genéricamente de los usados en infografía bajo CAD, de manera que estos últimos admiten una versatilidad geométrica muy superior a los primeros. Ello es debido a que la algoritmia topológica se simplifica al minimizar los tipos de elementos relacionables, minimizando también la complejidad de los cálculos de geometría en intersecciones, cerramientos, etc.

Genéricamente en una estructura infográfica de tipo topológico se usan los elementos segmento o tramo, nodo o punto y polígono o área como fundamentales con independencia de otras consideraciones teóricas. Es lógico el disponer de un elemento segmento como parte de la base infográfica de un SIG, ya que cualquier figura geométrica de ecuación conocida puede ser reducida a un conjunto de segmentos de dimensión diferencial.

Esto podrá ser aplicado cuando transformemos elementos CAD/CAE a un GIS, de manera que por ejemplo, si transformamos una entidad "CIRCLE" de AUTOCAD podremos considerar una precisión que será función de una tolerancia, de manera que los máximos errores para dicho elemento no superen la tolerancia establecida. (*Geocampus, 1993*)

2.5 MODELAMIENTOS ESPACIALES

Cuando se propone implementar un análisis en sistemas de información geográfica como en el caso de la propuesta espacial territorial de la microcuenca en estudio, se debe visualizar al SIG como instrumento de gestión que trate de alguna forma de **modelar** los posibles escenarios a través del uso de entidades espaciales.

El diseño de este modelo es un documento que será la base para la implementación posterior. El modelamiento SIG siempre va en función tanto del espacio geográfico al que aplica como de los objetivos del proyecto. Así, cada proyecto implica un diseño exclusivo para las necesidades del mismo.

La forma más habitual de representar el modelamiento espacial o modelamiento funcional es a través de un *flujograma operacional* que muestra la secuencia de operaciones que se aplicarán sobre las entidades iniciales del SIG hasta llegar a niveles o capas temáticas concluyentes.

Una convención estándar en SIG consiste en identificar con un rectángulo las entidades, con óvalos las operaciones y con flechas la secuencia respectiva.

Estos flujogramas pueden ser tan sencillos como para la realización de una sola operación, *Figura.1,*



Fig. 1.- Esquema general del flujograma (Geoplades, 2008)

Sin embargo procesos como una zonificación territorial o la definición de los usos potenciales del suelo requieren varias operaciones, para lo que se sintetizan las operaciones con siglas, por ejemplo utilizando RC para procesos de reclasificación, S para interpolación de superficie, B para buffers o anillos de influencia, I para intersecciones, U para uniones, entre los principales. Ver *Figura. 2.*

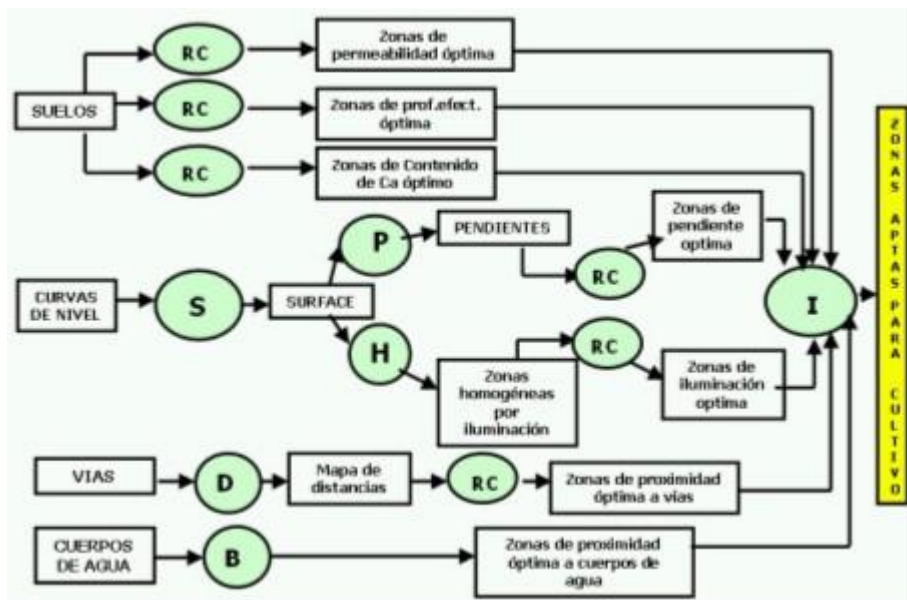


Fig. 2.- Flujograma para determinación de áreas aptas para cultivos utilizadas en este estudio. (Geoplades, 2008)

CAPITULO III. METODOLOGÍA

En la actualidad existen varias propuestas metodológicas para la elaboración de Planes o Propuestas de Ordenamiento Territorial, sin embargo en el Ecuador y a nivel latinoamericano la metodología más analizada y aplicada es la citada por la escuela española, según uno de sus máximos representantes Domingo Gómez Orea, en su libro: “Ordenación Territorial, 2008”, sin embargo, y como el mismo lo manifiesta, el ejercicio de la planificación territorial es dinámico y debe adaptarse a la realidad local en donde se la aplica.

Además, existen otras propuestas nacionales como el “Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA”, de Granizo, et al, generadas por The Nature Conservancy Ecuador, con una visión centrada hacia la planificación territorial en áreas de importancia ecológica y biológica, en donde se plantea la determinación de objetos de conservación (plantas y animales) dentro de las áreas de estudio y se realiza todo un análisis de la viabilidad de la conservación de estos objetos en función de las fuentes de presión que existen, y a partir de este análisis se establece una zonificación en el área. Esta metodología está orientada hacia la planificación territorial en áreas protegidas debido a su sesgo hacia la conservación de especies de flora y fauna, no le da relevancia al componente social-económico-productivo y lo incorpora al análisis solamente como una amenaza para la conservación, porque no la considero apta para ser aplicada en la microcuenca del Lago San Pablo, ya que ésta es una zona que acoge a varias comunidades indígenas y mantiene una mixtura entre áreas aptas para conservación y áreas de producción. Debido a que la metodología propuesta por el “Manual de Planificación para la Conservación de Áreas” sugiere análisis importantes en las zonas protegidas, las recomendaciones realizadas por este manual se han considerado únicamente en la fase de zonificación territorial para la definición de las áreas prioritarias para la conservación dentro de la microcuenca del lago en estudio.

los análisis que esta metodología realiza sobre la viabilidad de la conservación de las áreas definidas como prioritarias para este fin es importante y se la ha incluido en la definición de las zonas aptas para conservación.

Actualmente la Secretaría Nacional de Planificación, SENPLADES, está construyendo una metodología para la definición de planes de desarrollo y planes de ordenamiento territorial pero a la fecha no se cuenta con documentos finales ni oficiales al respecto, sin embargo y por el trabajo cercano con esta cartera de estado se conoce que se acogerá en lo posible, a los lineamientos metodológicos planteados por Gómez Orea.

A continuación, se resume la metodología propuesta por Gómez Orea, la que se ha usado como base para construir esta propuesta de ordenamiento territorial, además se hace un análisis de la factibilidad de su aplicación, justificando el porqué no se puede acogerla completamente y explicando cuáles han sido los aportes específicos a esta metodología que se han debido incorporar para hacerla aplicable al ejercicio de planificación territorial sobre la realidad de la microcuenca del Lago San Pablo:

“La ordenación territorial puede concebirse como un proceso secuencial e iterativo que, orientado hacia objetivos a largo plazo, se desarrolla en ciclos de tres fases: análisis territorial, planificación territorial y gestión territorial. Por extensión, las dos primeras fases se pueden englobar bajo el término planificación, refiriéndose la fase de gestión a las tareas que comporta la puesta en práctica y seguimiento de un plan, gestión que, por otra parte, debe quedar prevista y definida en el plan.

En este sentido la ordenación del territorio se materializa a través de la elaboración y ejecución de un conjunto de planes (instrumentos legales para la ordenación territorial), que pueden ser específicos de la ordenación del territorio o desarrollada por las comunidades autónomas en materia de ordenación del territorio, cuyas competencias han asumido; tal legislación configura un sistema coherente de planificación y ordenación territorial en el que las distintas figuras tienen funciones, ámbitos y contenidos complementarios; pero , además, se realizan otros planes con fuerte incidencia territorial en aplicación de legislación sectorial de ámbito nacional o autonómico, de legislación urbanística de nivel nacional y de la reglamentación de la Unión Europea (UE) en materia de desarrollo y cohesión regional.

En consecuencia, el profesional de la ordenación del territorio puede encontrarse ante el reto de elaborar diversos tipos de planes, con muy diferentes funciones, ámbitos, estilos, enfoques, contenidos y determinaciones, según el carácter del planes, con muy diferentes funciones, ámbitos, estilos, enfoques, contenidos y determinaciones, según el carácter del plan, la problemática particular del ámbito ordenado y, en consecuencia, los aspectos en que se ponga el énfasis: regionales, subregionales, comarcales o locales, sectoriales frente a integrales, estratégicos frente a comprensivos, referidos al suelo rústico, enfatizando el medio físico, los aspectos económicos sociales.”, Gómez Orea, 2008

3.1 FASES POR LAS QUE PASA LA ELABORACION DE UN PLAN

Cualquiera que sea la orientación, el alcance, el contenido y la metodología que se adopte, así como los requerimientos legales establecidos para el tipo de plan de que se trate, la elaboración de un plan puede describirse en términos de una serie de fases que, admitiendo una esquematización secuencial, en la práctica se desarrollan de forma iterativa, en un continuo ir y venir de atrás hacia delante y de adelante hacia atrás, según un proceso de aprendizaje sobre la realidad compleja, cambiante e incierta del sistema objeto del plan y las medidas a adoptar para mejorar su estructura y funcionamiento.

Las fases que aquí se consideran son las tres clásicas señaladas al principio, a las que, por razones operativas, se añade otra de carácter preparatorio; son las siguientes:

- Fase Preparatoria
- Fase de Información y diagnóstico
- Fase de planificación
- Fase de gestión

Como se ha dicho, las fases así como las subfases que componen cada una de ellas, se van desarrollando de forma iterativa mediante avances y retrocesos en un continuo ir y venir por ciclos más o menos amplios hasta que el equipo autor queda satisfecho. (Gómez Orea, 2008).

Fase Preparatoria:

Esta fase puede entenderse como el “proyecto del plan”, es decir, un documento en que se plantea el espacio objeto del plan y las intenciones de la entidad que lo promueve, la problemática y las oportunidades a tratar, la figura legal y el alcance del plan a realizar en función de las características y problemática, la forma que se va a trabajar, el equipo que desarrollará el trabajo, el programa y el presupuesto. (Gómez Orea, 2008).

Para el caso de la propuesta de ordenación de la microcuenca del Lago San Pablo si bien se cumplió esta fase, ésta constó de una etapa adicional sumamente relevante que fue la realización de un diagnóstico de información, ya que el alcance de ésta propuesta no prevé el levantamiento de información georeferenciada ambiental primaria.

“Fase de Información y Diagnóstico:

Esta fase se refiere al conocimiento e interpretación del sistema territorial a la luz de su evolución histórica y de su tendencia hacia la futura en ausencia de intervención. La elaboración del diagnóstico implica conocer y entender cómo es y cómo funciona el sistema, que problemas le afectan y de qué potencialidades dispone, con un nivel de detalle tal que permita tomar decisiones acertadas sobre ella: garantizar su trayectoria tendencial, si se considera conveniente o modificarla en caso contrario.

La elaboración del análisis y diagnóstico territorial, de los objetivos y de las propuestas, debe apoyarse tanto en una serie de datos y de conocimientos científico técnicos, como en un empapamiento de la realidad, adquirido por una especie de ósmosis, mediante la presencia del equipo de trabajo en la zona objeto de planteamiento; éste observa los elementos del sistema, la forma en que evolucionan, conversa con la población de manera más o menos informal para conocer cómo ésta percibe la situación real, los problemas y las oportunidades, su disposición al cambio, su capacidad para llevarlo a cabo, etc, aplica técnicas de análisis y de síntesis y así va conformando una imagen o modelo de la situación actual, sus tendencias, sus valores, sus disfunciones y las posibilidades de cambio.

Se facilita el diagnóstico precediendo en dos pasos: diagnósticos consecutivos de los subsistemas y diagnóstico integrado del sistema territorial.”

“Fase de Planificación:

La fase de planificación incluye la definición y análisis de objetivos, la definición de propuestas o medidas y la territorialización de las mismas sobre mapas o esquemas que sistematicen las estrategias que conllevarían la consecución exitosa del plan.

Esta tarea consiste en la búsqueda de soluciones dirigidas a conseguir los objetivos planteados en la fase anterior. Para ello tan importante como lo que hay que hacer, es lo que no hay que hacer y cómo se va a hacer. (Gómez Orea, 2008)

Y finalmente Gómez Orea describe la fase de gestión, la misma no se relaciona con el alcance de la propuesta de O.T. planteada en esta tesis, sin embargo se la analiza ya que de ésta depende la adecuada gestión territorial de una región:

Fase de Gestión:

La fase de gestión es la puesta en marcha, seguimiento y control del plan, consiste en pasar a la fase ejecutiva en la que se materializan las propuestas de acuerdo con lo establecido en las determinaciones antes citadas y en seguir y controlar la forma de su ejecución, todo ello de acuerdo con lo previsto en el plan. Comporta las tareas siguientes:

- “Diseño de un ente gestor (diagrama orgánico y funcional) o asignación de la responsabilidad gestora a una entidad ya existente. Se trata de definir una organización capaz de conducir la materialización del plan; debe ser ágil y actuar
- Sistema de gestión: flujos de decisiones, flujos de información y normas de funcionamiento
- Indicadores para la gestión
- Programa de puesta en marcha que incluya diagramas de flujos y cronograma
- Programa de seguimiento y control: indicadores, controles e instrucciones para seguir la ejecución de las medidas y comprobar en qué grado las realizaciones se aproximan o alejan de lo previsto.
- Presupuesto para la gestión”, Gómez Orea, 2008

CAPITULO IV. DESARROLLO METODOLOGICO

4.1. FASE INTRODUCTORIA

El objetivo de esta fase fue conocer la realidad de la gestión territorial, la cantidad y calidad de la información relacionada con la que cuenta el principal responsable de la gestión territorial sobre la microcuenca, es decir el Municipio de Otavalo, para esto se realizaron visitas a esta entidad y en éstas se pudo verificar lo siguiente:

- Para la Microcuenca del Lago San Pablo no existe una zonificación territorial ni un plan de ordenamiento, apenas el levantamiento de información base, y estudios puntuales en diferentes áreas sociales que no han sido articulados.
- El Municipio cuentan con la siguiente información:
 - Plan de Manejo de la Cuenca del Imbacochoa, realizado por CEPCU, 2001.
 - Plan de Desarrollo del Cantón Otavalo, año 1998, realizado por la AME, mismo que fue validado y actualizado por la municipalidad en el año 2002 y que se lo conoce como Plan de Vida. En estos estudios se incluye la problemática a breves rasgos del Lago San Pablo y las estrategias planteadas para su desarrollo. Por esta razón se cuenta con una línea de base adecuada para proceder a la caracterización de la problemática en las parroquias localizadas alrededor del Lago San Pablo. Ver Anexo 1.-Plan de Desarrollo Cantón Otavalo
 - Plan de Vida del cantón Otavalo (actualmente la gestión municipal se guía con este documento) realizado en el año 2002.
 - Estudio de Recolección de Aguas Servidas (realizado para el Departamento de Alcantarillado y Agua Potable, 2002).
 - Cartografía catastral básica en formato CAD, realizada desde el año 2001 y actualizada constantemente (la misma que incluye la división predial urbana y rural), realizada mediante procesos de restitución. La

parte urbana ha sido trabajada a una escala 1:1000 y la rural a escala 1:5000 sobre un fondo cartográfico 1:50000. Esta información no se entregó para los fines de este estudio.

- Ortofoto del año 2000 realizada con la AME.
- Cartas topográficas 1: 50 000 en formato analógico y digital.
- Mapas temáticos generados por SIGAGRO, a escala 1:50.000.
- La Dirección de Alcantarillado y Saneamiento cuenta con estudios hidrogeológicos e hidrográficos a escala 1:20000, de ciertos sectores del cantón que permiten observar las estrategias planteadas para el desarrollo y aprovechamiento de la cuenca del Lago San Pablo.
- Con respecto al Ordenamiento Arquitectónico Urbano y Rural del Lago San Pablo, se cuenta con una ordenanza donde se especifica las normas y regulaciones que deben tener las construcciones en el cantón y alrededor del Lago, no obstante al realizar un recorrido alrededor del mismo se pudo comprobar que existe falta de control principalmente en la parroquia San Rafael, porque sus edificaciones no guardan las normas técnicas que se describen en la Ordenanza para el Ordenamiento Arquitectónico Urbano y Rural entorno al Lago.

4.2. DIAGNÓSTICO DE INFORMACIÓN

El presente subcapítulo brinda los resultados obtenidos en el proceso de evaluación de la información existente en diversas instituciones que han realizado estudios relacionados con la Microcuenca del Lago San Pablo.

Se visitó varias instituciones que la Dirección de Planificación del Ilustre Municipio de Otavalo mencionó como las principales generadoras de información, entre las principales tenemos:

1. Gobierno Provincial de Imbabura
2. Municipio de Otavalo
3. Oficinas del Proyecto Taita Imbabura – PRODERENA
4. Juntas Parroquiales de Otavalo
5. ONGs (CEPCU, CDC)

Una vez definidas las fuentes de información, se recopilaron los documentos que se citan en la siguiente tabla, Ver Tabla 2:

No	NOMBRE DE LA INFORMACION	ESCALA	AUTOR	INSTITUCIÓN FUENTE		
Cartografía Básica						
1	Ciudades	1:50 000	SENPLADES	Municipio de Otavalo Dirección de Planificación.		
2	Centros Poblados	1:50 000				
3	Curvas de Nivel	1:50 000				
4	Lagos	1:50 000				
5	Red hidrográfica	1:50 000				
6	Red Vial	1:50 000				
Físico Ambiental						
7	Geológico	1:50 000				
8	Agroecológico	1:50 000				
9	Aptitud Forestal	1:50 000				
10	Cultivos predominantes	1:50 000				
11	Ecológico	1:50 000				
12	Pendientes	1:50 000				
13	Suelos	1:50 000				
14	Erosión	1:50 000				
Clima						
22	Isoyetas	desconocida				
23	Isotermas	desconocida				
Cartografía Básica (restitución³)						
24	Planimetría Base	1:50 000	Municipio de Otavalo	Municipio de Otavalo. Dirección de Planificación		
25	Vías	1:50 000				
26	Red Hidrográfica	1:50 000				
27	Poblaciones	1:50 000				
28	Cuerpos de agua	1:50 000				
29	Poblaciones	1:50 000				
30	Curvas de Nivel	1:50 000				
31	Otros temas	1:50 000				
32	Deslinde predial	1:50 000				
33	Bloques de Construcción	1:50 000				
34	Equipamiento	1:50 000				
35	Nombre de vías	1:50 000				
36	Ortofoto					
37	División Política Administrativa	1:50 000				
Información Físico Ambiental						
38	Cartas de suelos de la Sierra, 1984	1:50000	PRONAREG ORSTOM	SIG AGRO-MAG		
39	Cartas de suelos de la Sierra, 1984	1: 200000	PRONAREG-ORSTOM	SIG AGRO-MAG		
40	Suelos (Nivel nacional)	1: 250000	PRONAREG-ORSTOM	Almanaque Electrónico Ecuatoriano (PROMSA – CDC)		
41	Cobertura Vegetal y Uso del Suelo (Nacional)	1: 250000	CDC ECUADOR	Almanaque Electrónico Ecuatoriano (PROMSA – CDC)		
42	Zonas Sismogenéticas (Nacional)	1:1000000	Defensa Civil – ESPE	Almanaque Electrónico Ecuatoriano (PROMSA – CDC)		
43	Precipitación mensual (series 28 años)	1: 1000000	INAMHI – Editado CDC	Almanaque Electrónico Ecuatoriano (PROMSA – CDC)		
44	Temperatura media mensual (series 28 años)	1: 1000000	INAMHI – Editado CDC	Almanaque Electrónico Ecuatoriano (PROMSA – CDC)		
45	División Política Administrativa (2002)	1: 2500000	INEC – Editado CDC	Almanaque Electrónico Ecuatoriano (PROMSA – CDC)		
46	Información Socioeconómica (población – pobreza) (proyección)	-	INEC	Almanaque Electrónico Ecuatoriano (PROMSA – CDC)		
47	Plan de Desarrollo del Cantón Otavalo	-	Municipio de Otavalo	Municipio de Otavalo		
48	Plan de Desarrollo de la Parroquia San Pablo del Lago (2006)	-	Junta Parroquial San Pablo del Lago	Junta Parroquial San Pablo del Lago		

³ Se refiere a Cartografía básica que ha sido obtenida directamente de procesos de restitución aerofotogramétrica y no adquirida en forma digital o analógica al Instituto Geográfico Militar.

49	Plan de Desarrollo de la Parroquia González Suárez (2007)	-	Junta Parroquial González Suárez	Junta Parroquial González Suárez
50	Plan de desarrollo Estratégico cantonal de Tulcán al 2010	Agosto - Diciembre 2002	Gobierno Municipal de Tulcán – Asociación de Municipalidades Ecuatorianas	Gobierno Municipal de Tulcán
51	INFORMACIÓN SIGAGRO_IMBABURA (2002) <ul style="list-style-type: none"> • Biofísico • Aptitudes agrícolas • Áreas protegidas • Conflictos de uso del suelo • Pendientes • Suelos (Textura) • Uso y Cobertura Vegetal • Geológico • Político • Modelo digital del terreno • Estaciones meteorológicas • Déficit hídrico • Zonas de temperatura • Meses secos • Precipitación media anual • Tipos de clima 	1: 50000	SIGAGRO	MAGAP
52	Información Descriptiva de la Microcuenca	-	Reservados todos los derechos a Otavalo.Net. Copyright© 2003	http://www.dikapsa.com/html/otavalovirtual.com/turismo/san_pablo.htm
53	Proyecto Reforestación del Lago San Pablo	-	Travel Tours Ecuador	http://www.imbabura.gov.ec/Ambiente/proyecto2.htm?PHPSESSID=65b019c5e18d6c52b1e58cd197aaa1c3
54	Uso Actual de la Totorá (2001)	-	Pontificia Universidad Católica del Ecuador	http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/fibras/totora.htm
55	Indicadores Físico Químicos del Agua de los Ríos de la Cuenca del Mira.	-	INAMHI	http://www.inamhi.gov.ec/hidrologia/aguas/mira_fisico_quimico_1p.pdf
56	Centros de atención médica	-	F. Taita Imbabura Gobierno Provincial de Imbabura Programa PRODERENA MAE	F. Taita Imbabura, SENPLADES, IGM GPI
57	Centros educativos	1:50000		
58	Centros poblados	1:50000		
59	Curvas de nivel	1:50000		
60	Drenajes	1:50000		
61	Cultura	-		

62	Infraestructura eléctrica	-		
53	Línea Férrea	-		
54	Haciendas	-		
55	Infraestructura civil	1:50000		

Tabla 2. Inventario de Información

4.2.1 Criterios para la evaluación de información existente:

La información citada en la Tabla 2, se sometió a un proceso de evaluación con el fin de seleccionar aquella útil para los objetivos del estudio. La evaluación se basó en la aplicación de cinco criterios básicos de análisis:

- *Nivel de detalle:* criterio definido por la calidad de los atributos de las capas temáticas.
- *Actualidad:* criterio relacionado con la fecha de ejecución de los estudios y la vigencia o caducidad de los datos presentados. La actualidad de los datos tendrá diferente relevancia en función del tema que se esté analizando.
- *Cobertura geográfica:* este criterio tiene que ver con el cubrimiento espacial que tengan los estudios existentes en relación al área de interés.
- *Escala:* criterio referido al formato de los documentos cartográficos de los estudios recopilados, y relacionados con la escala requerida para la presentación del presente estudio en los términos de referencia del proyecto.

A través de la aplicación de estos criterios de evaluación, se juzga la suficiencia de la información existente, a fin de establecer su validez para los objetivos del presente estudio y de esta manera obtener un diagnóstico adecuado a partir de sus características, deficiencias y limitaciones, lo cual permite seleccionar aquella información que reúne las exigencias de la escala 1:50000, para ser utilizada en el estudio. El detalle de los parámetros que la información espacial debe cumplir para ser utilizada se describe en el ítem 3.4.

Las deficiencias y limitaciones en los estudios existentes y que tienen relación con los criterios de actualidad y cobertura, permite identificar la necesidad de efectuar estudios complementarios para:

- Actualizar la información

- Complementar la información
- Modificar o corregir la información

La falta de información y actualidad, permiten por su parte identificar los requerimientos de nueva información así como los trabajos a nivel de campo y gabinete que aprueben generar la información primaria necesaria a efectos de alcanzar los objetivos propuestos en la consultoría.

4.2.4 Matriz de evaluación de la información

El detalle del proceso evaluativo se registra en la siguiente matriz, Tabla 3.

MATRIZ DE EVALUACIÓN INFORMACIÓN	CRITERIO				EVALUACIÓN		
	Nivel de detalle - formato	Actualidad	Cobertura geográfica	Escala de la cartografía	Limitaciones, deficiencias	Estudios Complementos	Generar Nueva información
CARTOGRAFÍA GENERADA POR SENPLADES					Pese a que en los metadatos de la información se menciona que la proyección es UTM ⁴ Zona 17 Sur WGS84 ⁵ , se puede observar que realmente está en UTM Zona 17 Sur PSAD56 ⁶ .	Definir adecuadamente el Sistema de Referencia Espacial de la información	
Cartográfica							
Ciudades	Digital (shp), tipo polígono.	Se desconoce la fecha de toma de la fotografía aérea	Cubre toda el área de la Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	Esta información nace de la digitalización de la carta topográfica 1:50000 del IGM, no tiene actualización del polígono que conforma el anillo de las ciudades		
Centros Poblados	Digital (shp) Tipo punto		Cubre toda el área de la Microcuenca del Lago San Pablo	1:50000	La capa presenta únicamente un campo con el nombre del centro poblado	Debería completarse la información con el tipo de centro poblado al que corresponde respecto a su nivel administrativo (cabecera cantonal, cabecera parroquial)	
Curvas de Nivel	Digital (shp) Tipo Línea		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000			
Lagos	Digital (shp) tipo polígono		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	Ésta capa correspondía en realidad a los ríos del área de estudio, su nombre fue editado.		

⁴ UTM.- Sistema de Coordenadas Planas basada en la proyección Transversa de Mercator, Universal Transverse Mercator por sus siglas en inglés.

⁵ WGS 84.- Sistema de Coordenadas Geocéntrico Global, World Geodesic System que data del año 1984

⁶ PSAD 56.- Sistema de Coordenadas Local para Sur América, Provisional South American Datum, para el año 1956

MATRIZ DE EVALUACIÓN INFORMACIÓN	CRITERIO				EVALUACIÓN		
	Nivel de detalle - formato	Actualidad	Cobertura geográfica	Escala de la cartografía	Limitaciones, deficiencias	Estudios Complementos	Generar Nueva información
Red hidrográfica	Digital (shp) Tipo Línea		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000			
Red Vial	Digital (shp) Tipo Línea		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	No tiene actualización en tipo de vía; falta longitud de cada uno de los elementos.	Debería realizarse una actualización de toda la red vial cantonal.	
Físico Ambiental							
Geológico	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	No existe, referencia de la fuente de la información;		
Agroecológico	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	No existe, referencia de la fuente de la información;		
Cultivos predominantes	Digital (shp)	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1:50 000	No existe, referencia de la fuente de la información; no existe una memoria técnica		
Ecológico	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1:50000	Falta identificación de la fuente que generó la información.		
Pendientes	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1:50000	Falta identificación de la fuente que generó la información.		
Suelos	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1:50000	Se encuentra en dos capas llamadas textura y taxonomía, en taxonomía existen		

MATRIZ DE EVALUACIÓN INFORMACIÓN	CRITERIO				EVALUACIÓN		
	Nivel de detalle - formato	Actualidad	Cobertura geográfica	Escala de la cartografía	Limitaciones, deficiencias	Estudios Complementos	Generar Nueva información
	una zonificación				campo con el orden, suborden y descripción, en textura existe un campo tipo con números pero falta descripción.		
Erosión	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1:50000	Falta identificación de la fuente que generó la información.		
Producción							
Cultivos Predominantes	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	Falta un campo que describa la simbología. Falta identificación de la fuente que generó la información.	Agregar un campo de descripción; área e	
Sistemas de Producción	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	Falta identificación de la fuente que generó la información.		
Peligros Naturales							
Erosión	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1: 250000	Existe un campo que describe la mayor o menor susceptibilidad del fenómeno pero no el tipo de fenómeno, no existe fuente de la información		
Inundaciones	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1: 250000	Es información general, no define el tipo de fenómeno asociado a éste, sino determina las áreas propensas a ser inundadas, no se indica		Se debería realizar estudios a una escala más detallada.

MATRIZ DE EVALUACIÓN INFORMACIÓN	CRITERIO				EVALUACIÓN		
	Nivel de detalle - formato	Actualidad	Cobertura geográfica	Escala de la cartografía	Limitaciones, deficiencias	Estudios Complementos	Generar Nueva información
					la metodología seguida para su obtención, la información es valiosa.		
Peligros Volcánicos	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1: 250000	No se indica la fuente de la información		Se debería realizar estudios a mayor escala
Clima							
Isoyetas	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	No se indica las unidades de medida , ni la fuente de la información		Se requiere estudios a mayor detalle
Isotermas	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	No se identifica la fecha de elaboración	Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	No se indica las unidades del rango, (c), ni la fuente de la información		Se requiere estudios a mayor detalle
Cartografía Básica (restitución) Ilustre Municipio de Otavalo							
Planimetría Base	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000	No tiene tablas asociadas. No existen documentos de respaldo	Debe estructurarse para SIG.	
Vías	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000			
Red Hidrográfica	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000			
Poblaciones	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000			
Cuerpos de agua	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000			

MATRIZ DE EVALUACIÓN INFORMACIÓN	CRITERIO				EVALUACIÓN		
	Nivel de detalle - formato	Actualidad	Cobertura geográfica	Escala de la cartografía	Limitaciones, deficiencias	Estudios Complementos	Generar Nueva información
	Dwg)				que expliquen la metodología utilizada para elaborar esta información, falta también mayor descripción en los campos asociados a las tablas.		
Poblaciones	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000			
Curvas de Nivel	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Microcuenca del Lago San Pablo	1: 50000			
Deslinde predial	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Área Urbana	1: 1000	No tiene tablas asociadas. No existen documentos de respaldo que expliquen la metodología utilizada para elaborar esta información, falta también mayor descripción en los campos asociados a las tablas.	Debe estructurarse para SIG. Incorporar información descriptiva.	
Bloques de Construcción	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Área Urbana	1: 1000			
Equipamiento	Muy buen nivel de detalle (digital Dwg)		Área Urbana	1: 1000			
Ortofoto	Tiff (raster)		Microcuenca del Lago San Pablo				
División Política Administrativa	Digital (shp), tipo polígono Adecuado, como base para realizar una zonificación	2002	Microcuenca del Lago San Pablo			Debe actualizarse, y realizar un estudio junto con la CELIR	
Información Físico Ambiental							
Suelos (Nivel nacional)	Bajo	-	Ecuador	1: 250.000	Escala muy general, no	Debe generarse	
Mapa de Aptitudes Agrícolas	Bajo	Nov. 2002	Provincia de Imbabura	1: 250.000			
Mapa Base de la Provincia	Bajo	Nov 2002					
Mapa de pendientes	Medio, A0, digital	Nov 2002					
Mapa de suelos	Medio, A0,	Nov 2002					

MATRIZ DE EVALUACIÓN INFORMACIÓN	CRITERIO				EVALUACIÓN		
	Nivel de detalle - formato	Actualidad	Cobertura geográfica	Escala de la cartografía	Limitaciones, deficiencias	Estudios Complementos	Generar Nueva información
	digital		Provincia de Imbabura	1: 250.000	tiene información detallada apta para planificación territorial local.	información a escalas aptas para planificación local	
Mapa de uso y cobertura de suelo	Medio, A0, digital	Nov 2002					
Mapa geológico	Medio, A0, digital	Nov 2002					
Mapa de división política administrativa	Bajo, A0, digital	Nov 2002					
Modelo digital de terreno	Medio, A0, digital	Nov 2002					
Mapa de zonas de temperatura media anual	Medio, A0, digital	Nov 2002					
Mapa de zonas de precipitación media anual	Medio, A0, digital	Nov 2002					
Centros de atención médica	Digital formato SHP, tipo punto	-	Parcial, cubre solo el lado oriente de la Laguna San Pablo	1: 50000			
Centros educativos	Digital formato SHP, tipo punto	-					
Centros poblados	Digital formato SHP, tipo punto	-					
Curvas de nivel	Digital formato SHP, tipo línea	-			Falta edición con respecto a la red hidrográfica	Se debe realizar ediciones topológicas en toda la cobertura, previa su utilización.	
Drenajes	Digital formato SHP, tipo línea	-			Falta edición topológica en las curvas de nivel; algunos de los nombres de los drenajes no coinciden con otras fuentes		
Cultural	Digital formato SHP,	-			Existen campos vacíos en la tabla		
Infraestructura eléctrica	Digital formato SHP, tipo línea	-			El tema no corresponde a infraestructura		

MATRIZ DE EVALUACIÓN INFORMACIÓN	CRITERIO				EVALUACIÓN		
	Nivel de detalle - formato	Actualidad	Cobertura geográfica	Escala de la cartografía	Limitaciones, deficiencias	Estudios Complementos	Generar Nueva información
					eléctrica sino a canales y acequias, se debe editar.		
Línea Férrea	Digital formato SHP,	-					
Haciendas	Digital formato SHP,	-			No se llenan todos los campos, descriptivos	Completar la tabla asociada	
Infraestructura civil	Digital formato SHP,	-			Se limita a infraestructura de riego, acequias y canales.	Sería importante incluir en estudios posteriores el caudal y la calidad del agua que fluye por esta infraestructura.	

Tabla 3. Matriz de evaluación de la información previa la selección de la información para la propuesta

4.3. DIAGNÓSTICO DE RECURSOS HUMANOS Y TECNOLÓGICOS

De acuerdo con lo establecido en la actual Constitución, Título V “Organización Territorial del Estado” en los artículos 263 y 264, son los gobiernos municipales y provinciales quienes tienen las competencias para la planificación y desarrollo de los territorios cantonal y provincial respectivamente, así como la formulación de los planes de ordenamiento territorial, en sus jurisdicciones, sin embargo no cuentan con las herramientas necesarias para planificar su territorio, como son la generación de estudios y cartografía tanto para la caracterización del territorio, cuanto para la creación de escenarios y productos de síntesis para planificación. Por tanto es importante conocer los recursos humanos y tecnológicos con que cuentan las instituciones encargadas de la aplicación de la propuesta de ordenación del territorio, en el caso del Lago San Pablo la competencia jurisdiccional la tiene el Ilustre Municipio de Otavalo y el Gobierno Provincial de Imbabura, por lo que fueron éstas entidades las evaluadas.

Para esta fase del estudio se realizaron las siguientes actividades:

- a) Diseño de la encuesta de investigación de recursos humanos y tecnológicos
- b) Visitas a las instituciones relacionadas y entrevistas con los principales actores
- c) Aplicación de la encuesta de investigación.
- d) Matriz de evaluación de recursos humanos y tecnológicos.
- e) Conclusiones sobre la evaluación de los recursos humanos y tecnológicos.

4.3.1 Diseño de la Encuesta de Investigación de Recursos Humanos y Tecnológicos

La ficha de Investigación elaborada, contó con 18 preguntas, orientadas a conocer desde la percepción, tanto de directores cuanto de técnicos de las varias direcciones en la gestión del territorio y el uso de sistemas de información geográfica para gestión territorial y además verifica la disponibilidad de los técnicos para utilizar modelamientos SIG como apoyo a la ordenación del territorio. Así también conocer el equipamiento con el que cuentan tanto en software como en hardware que pudiera ser utilizado en planificación territorial. *Ver Anexo 2. Formato de Encuestas.*

4.3.2 Visitas y Entrevistas con los actores

Se realizaron entrevistas estructuradas a las direcciones del Gobierno Provincial de Imbabura y de la Municipalidad de Otavalo para realizar un análisis de los recursos tecnológicos y humanos que estas instituciones poseen para desarrollar Planes de Ordenamiento Territorial.

4.3.3 Aplicación de la Encuesta

La encuesta se aplicó a técnicos del Municipio de Otavalo (Dirección de Planificación, Dirección de Higiene, Salud y Gestión Ambiental, Dirección de Agua Potable y Alcantarillado, Dirección de Obras Públicas), y además al Gobierno Provincial de Imbabura (Dirección de Planificación, Unidad Ambiental, Dirección de estudios)

En el Anexo 3 se podrá encontrar las encuestas aplicadas, tanto en el Gobierno Provincial de Imbabura cuanto en el Ilustre Municipio de Otavalo.

4.3.4 Evaluación

Municipio de Otavalo	Evaluación
Recurso Humano	Hay personal parcialmente capacitado en el manejo de sistemas de información geográfica y ordenamiento territorial, pero en la actualidad no hay disponibilidad de éstos funcionarios para involucrarse en un proceso para la generación de un POT, falta personal que pueda ser designado para desarrollar a tiempo completo ésta actividad.
Hardware	Existen periféricos y ordenadores con buenas características en la mayoría de los departamentos, debiendo repotenciarse solamente los existentes en las direcciones de planificación y obras públicas
Software	Existe software CAD en los departamentos de catastro y obras públicas, en éstos el SIG está en proceso de implementación, En la Dirección de Planificación existe Un Software SIG, pero su uso es restringido (una persona). Un sistema como tal Información

	Geográfica no ha sido implementado, y de acuerdo con entrevistas adicionales a las encuestas no se ha pensado en hacerlo. Tampoco se utiliza un software de base de datos
Comunicaciones	El municipio cuenta con red interna y acceso a Internet
Información	Existe una buena cantidad de información espacial, sin embargo esta carece totalmente de topología, edición y estructura como se cita e en la “Matriz de Análisis de Información” y tampoco ha sido compilada en una base de datos espacial.

Tabla 4. Evaluación Recursos Tecnológicos y Humanos Municipio de Otavalo

Gobierno Provincial Imbabura	Evaluación
Recurso Humano	Hay personal capacitado en planificación territorial y con entrenamiento en sistemas de información geográfica debido a la generación de proyectos con el PRODERENA, existe un fuerte interés en los funcionarios toda vez que según la Constitución actual, a su institución le corresponde la responsabilidad de elaborar y ejecutar el POT de la provincia. En la actualidad el GPI no tiene disponibilidad de funcionarios para involucrarse en un proceso para la generación tanto de información para gestión del territorio como para la elaboración de un POT, falta personal que pueda ser designado para desarrollar a tiempo completo ésta actividad.
Hardware	Existen computadores actualizados en la mayoría de los departamentos, con características suficientes para el manejo de información para gestión del territorio
Software	Existen herramientas GIS (ArcGis), en la Unidad Ambiental, no cuentan con software de CAD, ni tampoco poseen un sistema como tal Información Geográfica para planificación territorial no ha sido implementado un departamento SIG y tampoco se utiliza un software para manejar base de datos.
Comunicaciones	El GPI cuenta con red interna y acceso a Internet
Información	Existe poca información espacial a nivel provincial, solo la

	información a escala regional con la que cuenta todo el país (ver matriz de información)
--	---

Tabla 4. Evaluación Recursos Tecnológicos y Humanos Gobierno Provincial de Imbabura

4.4 PREPARACIÓN Y EDICIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL

La edición de la cartografía previa la realización de los mapas de la caracterización ambiental espacial del territorio y la zonificación territorial constituyó uno de los pasos elementales que permitió la generación de los modelamientos SIG.

En ese contexto se realizaron consideraciones topológicas para la estructuración de elementos vectoriales, de tal forma que ésta información sea apta de ser utilizada en Sistemas de Información Geográfica, estas consideraciones fueron generales para todos los elementos y específicas para el tipo de dato (puntos líneas y polígonos), a continuación se exponen dichas consideraciones:

- Cada elemento Geográfico (“feature”) en el mapa tiene que ser representado por un gráfico tipo punto, línea o polígono, según las precisiones de la escala.
- Se verificó que todos los elementos gráficos que se conectan, empalmen digitalmente con exactitud, sin recubrimientos o grietas, para la verificación de esto, se utilizó los filtros de topología de ArcGis 9.2.
- Toda la información fue georeferenciada en PSAD 56, debido a que esa era la base de la información pública obtenida originalmente en la SENPLADES, para esto se usaron las herramientas de ArcGis 9.2: Projections and Transformations para la definición de proyección y su transformación de otros sistemas.
- La representación digital de áreas en común es exactamente igual e independientemente de los niveles (“layers”).

Normas utilizadas para la estructuración de datos tipo puntos:

Se trataron como puntos aquellos elementos cuya área es despreciable respecto a la escala del mapa para su representación, o del que sólo interesa su localización geográfica. Para el caso del área de estudio y su escala de trabajo 1:50000, se

representaron como puntos las escuelas, casas, centros de culto y poblados pequeños, estos datos fueron editados para asegurarse que cuenten con las siguientes características en sus atributos:

- Cada tipo de entidad puntual se encuentra en la cobertura que le corresponde según el elemento que represente.
- Los nombres de los sitios, escuelas, poblados están incluidos como un atributo de los mismos.

Normas utilizadas para la representación de líneas:

Se consideran como líneas todos los elementos cuyo grosor sea despreciable en comparación a su longitud. Dentro de esta categoría estarán las vías, ríos simples, curvas de nivel, entre otros. Las siguientes son las normas que rigieron la edición de estos elementos:

- Cada tipo de entidad lineal se encuentra en la cobertura que le corresponde según el elemento que represente.
- Cuando una línea representó un flujo (ríos y vías), en el proceso de dibujo o digitalización se respetó dicho sentido, es decir, los nodos de inicio y fin.
- Se utilizaron las herramientas necesarias con el fin de asegurar que existen empalmes exactos entre líneas y se determine que una misma línea no puede ser digitalizada más de una vez (ejecución de filtros de topología en ArcGis 9.2)
- Las curvas de nivel disponen de su valor de altura como un atributo y se verificó que todas las curvas de nivel tengan la altura que representan.
- Las líneas que representan el mismo elemento gráfico son continuas. Las líneas que representan el mismo tipo de dato no deben cruzarse excepto en intersecciones cuyos nodos indiquen el inicio y terminación de éstas.
- Las líneas rectas deben ser representadas sólo por el punto inicial y final en coordenadas X e Y. Las líneas no deben cruzarse sobre si mismas o ser de longitud cero. Ver Figura 6.

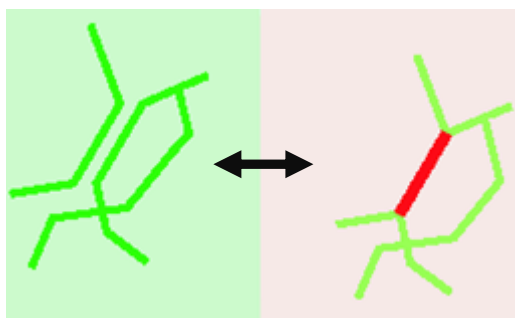


Fig. 6. Ejemplo de ediciones realizadas con la información espacial para evitar sobreposición de elementos

Normas para la representación de polígonos:

Se consideraron como polígonos los siguientes elementos: áreas urbana consolidadas, unidades de cobertura vegetal y uso del suelo, unidades geológicas – geomorfológicas - suelos, lagos, división política – administrativa, unidades de zonificación territorial,

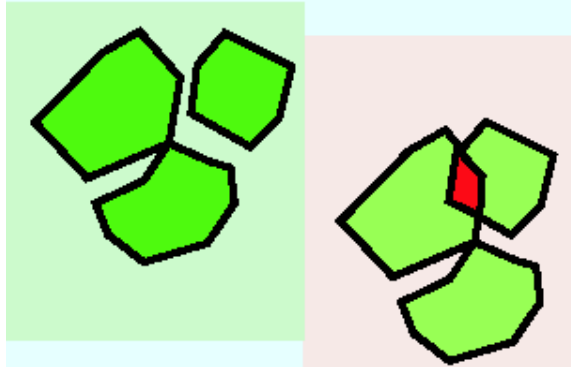
La estructuración de estos polígonos para SIG tiene las siguientes características:

- Cada tipo de entidad poligonal se encuentra en la cobertura que le corresponde según el elemento que represente.
- Todo polígono tiene un centroíde⁷.
- Los polígonos deben estar cerrados (la primera coordenada X e Y debe ser exactamente igual a la última coordenada X e Y). Cada polígono debe tener un centroíde⁸ único al cual los atributos (Ej., una tabla de atributos externa) puedan ser asignados. Los polígonos de la misma cobertura no deben solaparse⁹ y deben cubrir el área de interés completamente (Ej., no tener grietas). Ver Figura 7.

⁸ *Centroide: centro geométrico de un polígono, se definen automáticamente al generar un polígono cualquiera en un Sistema de Información Geográfica.*

⁹ *Sobreponer polígonos, unos sobre otros.*

Los polígonos no deben solaparse unos a otros, debe unirse en un punto o a lo largo de sus bordes



Si los polígonos se solapan producen errores

Fig. 7.-Ejemplo de edición en las unidades vectoriales tipo polígono

4.5 ANALISIS DEL MARCO LEGAL POLITICO INSTITUCIONAL

El análisis del marco legal posee relevante importancia, ya que de las conclusiones se definen varios modelamientos principalmente para la definición de áreas de conservación y áreas aptas para asentamientos poblados. A continuación, se analizan las temáticas del marco legal vigente que definen normas relacionadas con la ordenación del territorio:

4.5.1 Constitución Política del Estado

La nueva Constitución Política del Estado, año 2008, mantiene varias consideraciones en el tema de ordenamiento territorial y zonificación para el manejo de áreas de vulnerabilidad ecológica, esta Constitución, de manera similar a la anterior, establece el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir y declara de interés público los siguientes aspectos relacionados:

- La preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país; así como la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados

Para que se garantice el derecho individual y colectivo, en materia ambiental la nueva

Constitución en el artículo 397, de la Sección Primera – Naturaleza y Ambiente, establece que:

- El Estado se compromete a permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio y establece que la carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o demandado.
- Regula la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligroso para las personas y el ambiente.
- Asegura la intangibilidad de las áreas protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.”
- Establece un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

La nueva Constitución, en el artículo 395, reconoce los siguientes principios ambientales:

1. “El Estado garantizará un *modelo sustentable de desarrollo*, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.” (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

En este contexto se enmarcará la zonificación territorial que se planteará en la microcuenca del Lago San Pablo, de tal forma que oriente hacia el uso sustentable de los recursos naturales existentes.

2. “Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Por su parte, el Art. 399 dispone que:

El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza. En este contexto permite a los gobiernos locales asumir la gestión ambiental de su territorio.

En relación a los impactos ambientales negativos, la Constitución dispone que el Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten dichos impactos, cuando exista certidumbre de daño. Además menciona que si existiera duda del daño por acción u omisión, pese a no existir evidencia científica del mismo, se deberá adoptar las medidas protectoras necesarias, las mismas que deberán ser eficaces y pertinentes.

Un principio que establece la nueva Constitución y que es necesario recalcar, es el de responsabilidad por daños ambientales, disponiendo que a más de las sanciones correspondientes, conllevará dos objetivos: la restauración integral de los ecosistemas agredidos; y, la indemnización correspondiente a las personas y comunidades afectadas.

Existe una responsabilidad por parte de todos los actores de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios para asumir directamente la prevención de cualquier impacto ambiental, así como de: a) Mitigar y reparar los daños que ha causado, b) Mantener un sistema de control ambiental permanente y c) Las acciones

para perseguir y sancionar por daños ambientales no prescriben.

En relación a la importancia del manejo ordenado de los patrimonios naturales y ecosistemas menciona:

“Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley”

A pesar que la Microcuenca del Lago San Pablo no pertenece ni en su totalidad ni parte de ella al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, si debe considerarse como un área de gran importancia ecológica, toda la microcuenca y las zonas altas del Imbabura en dónde se encuentran los últimos remanentes de páramo del sector, por lo que ésta área encaja dentro de las zonas consideradas patrimonios naturales del Ecuador, por su valor ambiental, paisajístico y turístico. Siendo necesario gestionar el territorio de ésta área en función de zonificación territorial acorde a las potencialidades y a la fragilidad de los recursos de esta microcuenca.

Se establece que el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. Menciona además que el sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. Las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas participarán en su administración y gestión. Es importante destacar que se menciona que el Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema. Un avance en este sentido es la participación del Ministerio del Ambiente en buscar alternativas que permitan viabilizar la ejecución de estos subsistemas, que están próximos a llevarse a cabo en base a una consultoría recientemente contratada por dicha Cartera de Estado, fomentando la participación de los gobiernos seccionales y las comunidades en este subsistema.

De igual modo, para áreas como la de la Microcuenca del Lago San Pablo se establece

que:

“Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales¹⁰, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marino-costeros.”

En el contexto de lo citado en el artículo 406, este proyecto buscará delimitar y definir espacialmente las áreas que deben ser catalogadas como zonas de conservación, recuperación e incluso las zonas dentro de la microcuenca que si pueden ser explotadas mediante actividades agrícolas y pecuarias extensivas afectando menormente al ecosistema de la Microcuenca.

Por otra parte, la actual Constitución, conlleva disposiciones relativas a la obligación estatal de proteger los recursos naturales, el suelo y el agua, estableciendo que es de interés público y prioridad nacional la conservación de dichos recursos, del suelo y en especial de su capa fértil. Dispone que se establecerá un marco normativo para la protección y uso sustentable del recurso suelo que prevenga su degradación provocada por varios factores, entre ellos la contaminación, desertificación y erosión, entre otros, para lo cual establece que el **Estado fomentará proyectos de forestación, reforestación y revegetación** evitando el monocultivo y utilizando, de preferencia, especies nativas y adaptadas a la zona. Por lo que la zonificación de la microcuenca definirá las áreas en dónde se debe realizar proyectos de recuperación de suelos, recuperación de cobertura vegetal (revegetación, reforestación, forestación) para evitar la erosión hacia el lago.

De igual forma, se dispone que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico, regulando toda actividad que pueda afectar la cantidad y calidad del agua, así como el equilibrio de los ecosistemas y fuentes de agua.

¹⁰ Humedales.- Ecosistemas totalmente inundados, cuando menos una parte del año. Extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Los humedales cumplen funciones ecológicas fundamentales, como reguladores de los regímenes hidrológicos y como hábitat de una muy rica biodiversidad. (Convención RAMSAR, 2006)

Por su parte, el Art. 415 establece que:

“El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclovías.”

Por otro lado, es importante hacer referencia a las **Políticas Básicas Ambientales del Ecuador** (1994), las cuales precisan los grandes lineamientos de la gestión ambiental. La *Estrategia Ambiental para el Desarrollo Sostenible del Ecuador* (1999), la *Estrategia para el Desarrollo Forestal Sustentable del Ecuador* (2000) y la *Política y Estrategia Nacional de Biodiversidad* (2001). Estas políticas citadas, representan esfuerzos de los sectores público y privado, liderados por el Ministerio del Ambiente, que han buscado dotar a la gestión ambiental de metas, objetivos y lineamientos estratégicos, que para el presente estudio se podrían aplicar también.

El Estado reconoce el derecho a la **Consulta Previa**. Como una forma para asegurar que los derechos colectivos se respeten: Art. 398.-“Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar el ambiente, deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se le informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta”.

Sin embargo, la consulta previa también prevé que “el Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos y establece además que si del referido proceso de consulta, resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, **la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptada por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley**, con lo cual se

entiende que la decisión de la comunidad no constituye un aspecto definitivo para ejecutar o no un proyecto.

4.5.2 Convenios Internacionales

A continuación se citan algunos de los convenios internacionales relacionados con el sector ambiental, que tienen relevancia dentro del tema de ordenamiento de un área lacustre, y que han sido suscritos por el Ecuador:

La *Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas de Ramsar*, suscrito en 1990, que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos. Quizá este convenio sea uno de los más importantes aplicables al área de estudio, ya que inicialmente éste define ampliamente los tipos de humedales, sobre los cuales priorizar actividades de conservación, como son los pantanos y marismas, *lagos* y ríos, pastizales húmedos, oasis, estuarios, deltas, bajos de marea, zonas marinas próximas a las costas, manglares y arrecifes de coral, así como sitios artificiales, como estanques piscícolas, arrozales, embalses y salinas.

Tenemos también la *Convención para la Protección de la Flora, Fauna y Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América*, ratificado en 1943. El objetivo de esta convención es proteger y conservar en su medio ambiente natural, ejemplares de todas las especies y géneros de su flora y su fauna indígenas, incluyendo las aves migratorias, en un número suficiente y en regiones lo bastante vastas para evitar su extinción por cualquier medio al alcance del hombre.

El *Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales*, firmado en 1998, se aplica a los pueblos tribales, cuyas condiciones sociales, culturales y económicas les distinguen de otros sectores de la colectividad nacional, y que estén regidos total o parcialmente por sus propias costumbres o tradiciones o por una legislación especial, la población de la microcuenca del Lago San Pablo está compuesta principalmente por una comunidad de Quichuas y de Cañaris, que han mantenido costumbres de gestión en su territorio desde épocas ancestrales, reconocen muy poco la autoridad “mestiza” y en esto radica la problemática de aplicar ordenanzas municipales

para ordenar las construcciones que se asientan alrededor del lago.

Convenio de Róterdam, Ecuador es signatario de este convenio, sobre el manejo adecuado de plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. Este convenio constituye el instrumento complementario del Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes y de la Convención de Basilea, vinculada con el movimiento transfronterizo de desechos peligroso (radioactivo y tóxico), que estipula obligaciones para asegurar el manejo ambiental de los mismos, particularmente su disposición o eliminación. La zona del Lago San Pablo tiene una considerable presencia de actividades agrícolas, principalmente para subsistencia, sin embargo cultivos como la frutilla se exportan a las poblaciones cercanas, cultivos como estos requieren altas dosis de plaguicidas, y por la visita realizada, no se da un adecuado manejo de éstos.

Convenio sobre la Diversidad Biológica, este convenio tiene por objetivos la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, estrategias de educación ambiental.

Adicionalmente, el Ecuador es suscriptor del Convenio 169 de la OIT de Pueblos Tribales en Países Independientes, ratificado por Ecuador en abril de 1998 (publicado en el Registro Oficial 304 del 24 de abril de 1998), que reconoce los derechos individuales y colectivos de los pueblos indígenas frente a los recursos naturales y a la biodiversidad.

Resumiendo los tratados internacionales que el Ecuador ha suscrito, estamos obligados a:

- Elaborar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptar para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que deben reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada;
- Integrar, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la

utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales; y,

- Presentar informes sobre la manera en que cada país cumple sus metas en materia de diversidad biológica.

4.5.3 Ordenanza de OT de la Microcuenca del Lago San Pablo

Es competencia del municipio de Otavalo, la planificación del desarrollo físico del cantón tanto en las zonas urbanas como rurales, el control de construcciones, la aprobación o negación de parcelaciones, la definición de los espacios necesarios para que se puedan construir áreas de equipamiento comunal, la adopción de zonificaciones para el uso del suelo en la microcuenca, en este contexto, la Ordenanza de “Ordenamiento Territorial de la Cuenca del Lago San Pablo” define las siguientes zonas para uso y ocupación del suelo:

La **Zona Ribereña**, corresponde a una *franja de protección de 50 m* contigua a las orillas o áreas pantanosas del lago, que además estará delimitada adicionalmente por un sendero peatonal o ciclopaseo de 4 m. Esta franja tiene el objetivo de proteger a las orillas del Lago de contaminación, sedimentación y avance de la frontera agrícola. Esta zona de protección no se ha podido consolidar ya que la autoridad municipal es muy débil en este sector. Además ingenuamente se nombra a la comunidad como principal responsable de la colocación de hitos referenciales sobre esta franja, esta regulación se podría ejecutar de manera más eficiente si se realiza una obra de infraestructura (ciclopaseo) que delimite físicamente el área de protección.

La **Zona Baja** (2670 - 2700), comprende a todo el territorio que se encuentra bajo de la franja de protección, susceptibles a inundaciones, por lo que se le da la categoría de “zona apta para el desarrollo agro-pecuario”.

En esta zona se permite la ubicación de facilidades turísticas, lo que contrasta totalmente con la definición de esta área como susceptible a inundaciones, ya que este riesgo, imposibilita la construcción de edificaciones, por lo que el uso que se le permite a esta zona debe ser revisado o a su vez se debe definir mejor las áreas que están sujetas a inundación para colocarlas también en la categoría de protección total.

La **Zona Media**, (2700 – 3000 m) se define como un área de vocación agropecuaria compatible con los “asentamientos humanos regulados”, en esta zona se permite y recomienda la optimización productiva.

En las **Zonas Altas**, con cotas mayores a los 3000 m hasta los 3300 se restringe las actividades agrícolas y se permite actividades tendientes a reforestación, pastoreo controlado y rotativo y es la zona dónde se ubican las captaciones de agua para los habitantes de la microcuenca.

Finalmente tenemos la **Zona de Páramos** sobre los 3300 metros que se declara como zona protegida y solo apta para actividades turísticas.

Además de estas zonas que se generan por características homogéneas de topografía y formaciones vegetales se definen también sectores en función de su densidad poblacional y nivel de consolidación de las edificaciones existentes, siendo estos sector rural, sector semi urbano y áreas urbanas de la cuenca.

La Zona definida como Sector Rural incluye las zonas con baja densidad poblacional, y que coinciden con las áreas de vocación agrícola, por lo que no se permite fraccionamientos menores a los de 5000 m², y se define que las construcciones en este sector mantengan una arquitectura andina tradicional. Lamentablemente estas disposiciones no se cumplen, ya que se encuentran lotes con frentes mínimos de 2 a tres metros, que se generan de la partición de herencias, estas particiones no respetan la normativa y para que ésta se cumpla se necesita una fuerte sociabilización de la misma.

Lamentablemente una zonificación de este tipo deja sueltos muchos temas como los riesgos naturales (inundación y movimientos en masa) primordiales de ser analizados en la microcuenca, tampoco toma en cuenta la normativa nacional respecto a la protección de zonas de captación de agua, ni toma medidas para propiciar el uso adecuado de los suelos en función de sus potencialidades edafológicas, por citar algunas de las deficiencias de la normativa al respecto, deficiencias que se cubrirán al hacer una zonificación integral de la microcuenca.

4.6. CARACTERIZACION ESPACIAL DEL SISTEMA TERRITORIAL DE LA MICROCUENCA

4.6.1 Ubicación Geográfica

La microcuenca del Lago San Pablo se encuentra ubicada al sur oriente de la provincia de Imbabura, en el cantón Otavalo en el norte del Ecuador, la microcuenca cubre un total de 15799 hectáreas. Ver Fig. 8.

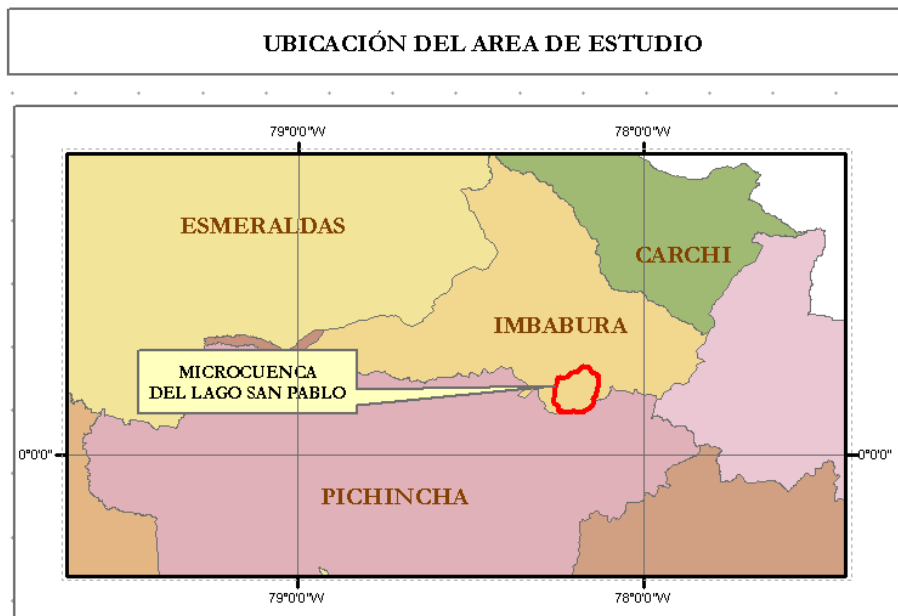


Fig. 8.- Ubicación de la Microcuenca del Lago San Pablo en la Provincia de Imbabura

El lago se encuentra en medio de una cuenca cerrada en un pequeño valle de la Cordillera de los Andes, está al sur de la provincia de Imbabura, junto al nudo de Mojanda y al pie del volcán Imbabura, a una altitud de 2.660 msnm. Describe un óvalo irregular de 3.5 x 2.2 km, con un espejo de agua de aproximadamente 583 ha. Se encuentra a 4 km. de la ciudad de Otavalo, al pie del volcán Imbabura, con una temperatura media de 18 °C, siendo el lago más grande de la provincia, recibe los afluentes de ocho quebradas intermitentes y del río Itambí, el lago posee además orillas y plataformas agradadas que se adentran decenas de metros hacia el centro del mismo. En los últimos años ha sufrido un descenso del nivel del orden de 1.0 m.

La cuenca hidrográfica que alimenta al lago es de forma aproximadamente redonda, con una altitud media de 3.100 m.s.n.m, Ver Figura 9.

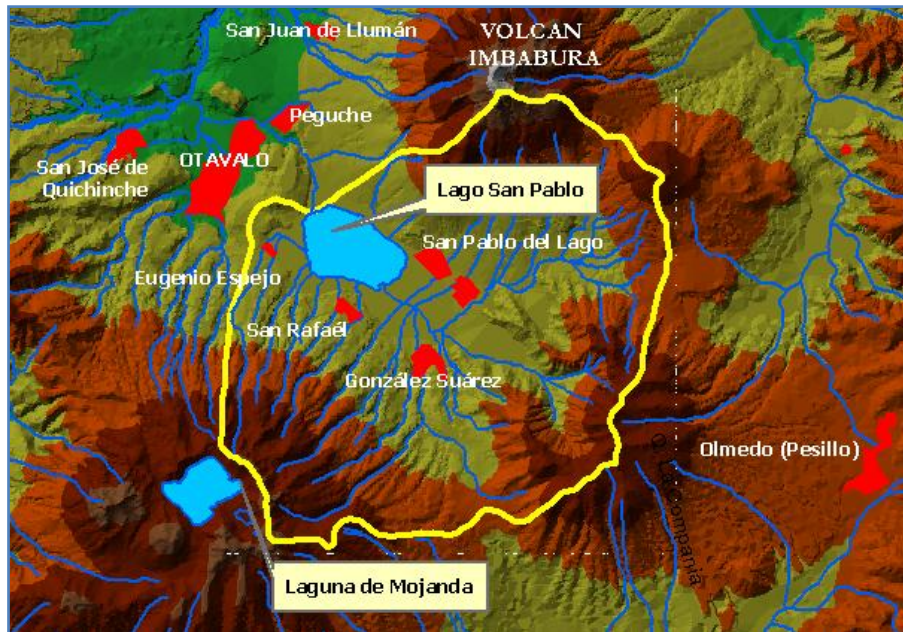


Fig. 9.- Forma y relieve de la microcuenca del Lago San Pablo

4.6.2 Análisis Social – Demográfico

En el área directa de influencia del lago se asientan las parroquias rurales de San Pablo, Eugenio Espejo, González Suárez y San Rafael, pertenecientes al Cantón Otavalo, con una población total aproximada de 26.000 habitantes, cuya tasa de crecimiento demográfico se ha vuelto negativa en los últimos años, como consecuencia de la fuerte migración debido en gran parte a la saturación de los factores productivos. La zona cuenta con una altísima concentración de poblacional rural, probablemente de las más altas de la región interandina del país. Aquí conviven dos etnias distintas la de los Otavalos y la de los Cayambis, que conservan las tradiciones culturales primitivas, desaparecidos ya en áreas económicamente desarrolladas.

En esta región conviven los mestizos y los indígenas unidos por lazos de vecindad física y con muy diversas tradiciones culturales.

A diferencia del mestizaje que se observa a nivel nacional, en la zona de Otavalo persiste un alto grado de separación grupal acrecentada por la diferencia de estrato económico en la que se encuentran cada uno de estos grupos. El indígena tiene una cultura e idioma distinto al del mestizo la mayoría son bilingües hablan quechua y español; las diferencias de costumbres, ideas, creencias se exteriorizan en el vestido, vivienda, rituales, organización social, que distinguen a unos de otros, como miembros de diferentes culturas. La comunidad indígena está dirigida por el Cabildo que vigila por el bienestar de la

comunidad, median en los problemas de linderos, invitan a reuniones para la gestión del agua, y convocan a mingas para la apertura y limpieza de caminos.

4.6.3 División Política Administrativa

La microcuenca del Lago San Pablo está intervenida administrativamente por 5 parroquias, que son la de Otavalo, Eugenio Espejo, González Suárez, San Rafael y San Pablo, pertenecientes al cantón Otavalo de la Provincia de Imbabura. En la siguiente figura se puede observar de color azul a la parroquia San Pablo que está totalmente contenida dentro de la microcuenca del lago al igual que las parroquias de González Suarez (anaranjado) y San Rafael (café), la Parroquia Eugenio Espejo tiene un 70% de su territorio dentro de la microcuenca mientras que la de Otavalo tiene una pequeña área que no llega al 20% de la parroquia incluida dentro del área de influencia de la microcuenca, *ver figura 10*:

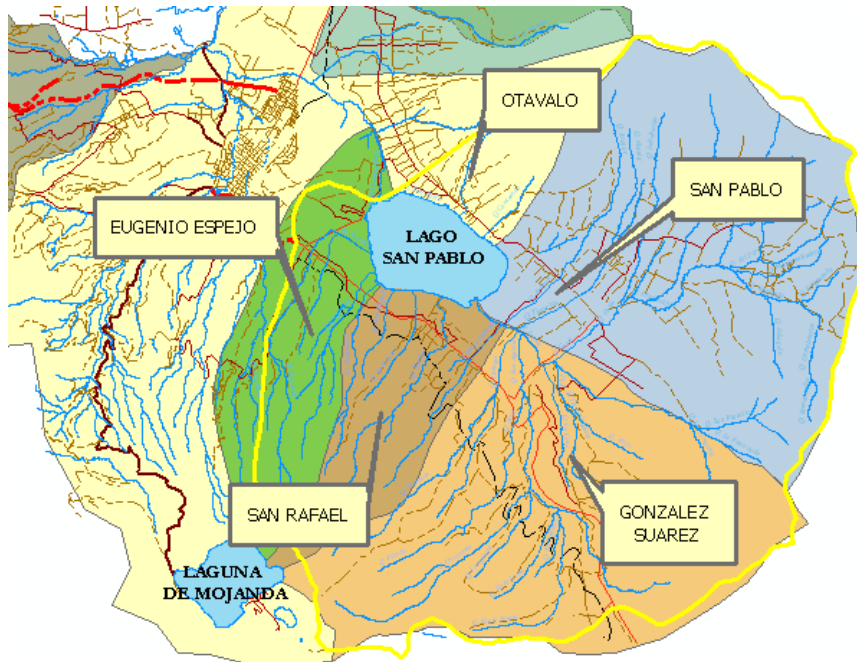


Fig.10.- División Política Administrativa de la Microcuenca del Lago San Pablo

4.6.4 Datos Demográficos :

No existe un dato exacto de la población existente solamente en la microcuenca del Lago San Pablo, sin embargo a juzgar por los datos de las parroquias contenidas dentro del área de influencia del Lago, habitan aproximadamente 26.000 personas. A continuación se detalla la población de todas las parroquias relacionadas con la Microcuenca, incluso se expone la población de la parroquia de Otavalo, que como ya se explicó no está contenida en su totalidad dentro del área de estudio.

PARROQUIAS	Descripción	Población	% por Parroquia
Otavalo	TOTAL	44,159	100
	Mujeres	22,965	52.01
	Hombres	21,194	47.99
Eugenio Espejo	TOTAL	6,004	100
	Mujeres	3,136	52.23
	Hombres	2,868	47.77
González Suárez	TOTAL	5,320	100
	Mujeres	2,769	52.05
	Hombres	2,551	47.95
San Pablo	TOTAL	9,106	100
	Mujeres	4,751	52.17
	Hombres	4,355	47.83
San Rafael	TOTAL	4,762	100
	Mujeres	2,602	54.64
	Hombres	2,160	45.36

Tabla 5.- población de la microcuenca

Fuente: SISSE 4.5

La población es mayoritariamente femenina, con una tasa de crecimiento poblacional al año 2001 cercana al 2.61 para el área urbana y 2.10 para el área rural, la misma que ha decrecido por el efecto migratorio.

Salud :

Las principales causas de mortalidad en el cantón Otavalo, citadas en el Sistema Integrado de Indicadores Sociales (*SISSE 4.5 del Censo 2001, Publicada en el 2008*) son: enfermedades cerebro-vasculares, accidentes de transporte, afecciones originadas en el período perinatal, neumonías, tumores malignos en el estómago, envenenamiento accidental, desnutrición, enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, agresiones y diabetes.

A continuación se puede observar los valores de las tasas de mortalidad infantil, siendo las parroquias de González Suárez y San Pablo las que poseen las tasas más altas.

Parroquias de la Microcuenca	Mortalidad infantil
	Tasa (por 10,000 habitantes)
Otavalo	17.7
Eugenio Espejo (Calpaqui)	6.6
González Suárez	53.4
San Pablo	61.5
San Rafael	24

(*SISSE 4.5, Censo 2001, Versión Publicada en el año 2008*)

Tabla 6.- mortalidad infantil en la microcuenca

Educación:

El principal problema educativo en la microcuenca del Lago San Pablo es la falta de inclusión en la educación formal de las tradiciones locales, el analfabetismo es sumamente alto incluso comparado con el 9% a nivel nacional, siendo las poblaciones con mayor

porcentaje de analfabetos las parroquias de Eugenio Espejo (31.8 %) y San Rafael (34.1%), en la siguiente tabla se puede visualizar estos valores:

Analfabetismo Infantil			
Parroquias	Porcentaje	Número	Población de 15 años y más
	(n/N)*100	n	N
Otavallo	16	4,513	28,230
Eugenio Espejo	31.8	1,198	3,770
González Suárez	23.9	792	3,309
San Pablo	22.8	1,304	5,715
San Rafael	34.1	1,019	2,989

(SISSE 4.5, Censo 2001, Versión Publicada en el año 2008)

Tabla 7.- Analfabetismo Infantil

No existe a la fecha una actualización de los datos de analfabetismo posteriores a la campaña de alfabetización emprendida por el Ministerio de Educación en los años 2008 y 2009.

En las siguientes tablas podemos observar los bajos porcentajes de la población que termina la primaria y secundaria, el porcentaje de población que alcanza a niveles de educación superior es de un promedio del 9%.

Porcentaje de la Población que cubrió la primaria completa			
Parroquias	Porcentaje	Número	Población de 12 años y más
	(n/N)*100	n	N
Otavallo	57.1	17,828	31,251
Eugenio Espejo	29.3	1,227	4,189
González Suárez	45.5	1,692	3,719
San Pablo	47.7	3,037	6,367
San Rafael	25.6	863	3,370

(SISSE 4.5, Censo 2001, Versión Publicada en el año 2008)

Tabla 8. Población que termina la primaria

Población que terminó la secundaria completa			
Parroquia	Porcentaje	Número	Población de 18 años y más
	(n/N)*100	n	N
Otavalo	19.1	4,867	25,426
Eugenio Espejo	6.2	212	3,421
González Suárez	9	263	2,936
San Pablo	14.5	751	5,170
San Rafael	3.9	106	2,701

(SISSE 4.5, Censo 2001, Versión Publicada en el año 2008)

Tabla 9. Población que termina la secundaria

Servicios y Saneamiento:

El área de la microcuenca del Lago San Pablo en general está mal atendida, la principal deficiencia es el alcantarillado, la red actual no logra abastecer al número de moradores y no se ha logrado conformar un sistema de tratamiento de aguas servidas, el mismo que en este sector es prioritario. La parroquia San Pablo es la que posee la red de alcantarillado más amplia llegando a un 50% de la población, el resto de parroquias apenas tienen cubierta al 30% de la población, en el caso específico de San Rafael el progreso de la red de alcantarillado es notable y se debe fundamentalmente a la colaboración comunitaria y a un fuerte autogestión.

4.6.5 Economía y Producción

Economía y Producción¹¹

La población Otavalo se dedica fundamentalmente a actividades relacionadas con la artesanía y en menor escala a la agricultura. En las tierras de las comunidades aledañas a la microcuenca se ha provocado un intenso proceso de subdivisión, al punto que en un sector de la cuenca, el tamaño promedio de la parcela familiar es de 0.25 has. El cultivo del maíz es el de mayor importancia en la zona, especialmente en la parte baja. Se lo produce en un sistema asociado con fréjol voluble y otras especies como habas, zambo, zapallo, entre otras. En las partes media y alta, la papa y cereales como el trigo y la cebada, son los más cultivados.

¹¹ Los datos de producción fueron tomados del Proyecto de Uso Sustentable y Conservación de la Agrobiodiversidad Nativa Andina en el Ecuador.- Diagnóstico de la Agrobiodiversidad Nativa en la Cuenca del Lago San Pablo.- del Proyecto de Agrobiodiversidad Nativa Andina en el Ecuador GTZ - CEA

El proyecto “Diagnóstico Agrobiodiversidad Nativa en la Cuenca del Lago San Pablo” del programa de Agrobiodiversidad Nativa Andina, financiado por la GTZ, realizó un inventario de los cultivos nativos e introducidos que existen en la microcuenca del Lago San Pablo y se citan como los más importantes dentro de los cultivos nativos a los siguientes: Maíz (13 variedades), Fréjol (15 variedades), Papa (17 variedades), Oca (5 variedades), Mashua (5 variedades), Melloco (4 variedades), Jícama (1 variedad), Zanahoria blanca (2 variedades), Achira (2 variedades), Chocho (2 variedades), Quinoa (3 variedades), Amaranto (2 variedades), Ají (3 variedades), Uvilla (2 variedades), Taxo (4 variedades), Tomate de árbol (3 variedades), Zambo (3 variedades), Zapallo o Calabaza (1 variedad).

También se define entre los principales cultivos introducidos a las habas, arveja, lenteja, cebada, trigo, centeno, avena, cebolla, ajo, linaza, frutilla, durazno, granadilla, aguacate, limón, manzana, brócoli, col, coliflor y zanahoria amarilla.

Los cultivos se realizan en sistemas asociados, entre los que destaca el sistema maíz asociado con fréjol como cultivos principales. La distribución de los cultivos en el área de estudio se puede verificar en el Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo.

La pobreza en la microcuenca es notoria, los índices de pobreza por NBI (Necesidades básicas insatisfechas) son alarmantes llegando a un máximo de 89 %; a continuación se describe los valores de NBI para todas las parroquias:

Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)			
	Porcentaje	Número	Población Total
Parroquias	(n/N)*100	n	N
Otavalo	54.3	23,963	44,159
Eugenio Espejo	85.1	5,107	6,004
González Suárez	83.6	4,448	5,320
San Pablo	69.4	6,321	9,106
San Rafael	89.5	4,261	4,762

(SISSE 4.5, Censo 2001, Versión Publicada en el año 2008)

Tabla 10. NBI

4.5.6 Geología

La actual distribución de los conjuntos morfo-estructurales y geológicos de la provincia de Imbabura, obedece a procesos geológico-tectónicos que se han venido sucediendo a través de las diferentes épocas y períodos geológicos. Así, la gran diversidad morfo-estructural y litológica que se halla en su interior, es el resultado de una evolución tectónica bastante compleja desarrollada al norte del país, que ha dado origen a cordilleras con un armazón volcánico y volcano-sedimentario y metamórfico, modelados típicos de cuencas sedimentarias, construcciones volcánicas y otras formas de relieve (Acosta, 2009)

El marco geotectónico está controlado por la subducción de la Placa de Nazca que se dirige hacia el Este, bajo la Placa Sudamericana que viaja hacia el Oeste (Ver Figura 11); durante el Cretácico se edificaron pre-cordilleras, semi-emergidas, como consecuencia de una fuerte actividad volcánica aérea y submarina, con lavas básicas asociadas con depósitos sedimentarios (Winckell, 1982).



Fig. 11.- Vista parcial de las Placas de Nazca y Sudamericana, y la Zona de Subducción

Durante el Eoceno, comienza el levantamiento del complejo volcano-sedimentario, que constituye el basamento de la Cordillera Occidental de Los Andes; en esta época, numerosos batolitos intrusivos Terciarios se han introducido a lo largo de las vertientes de la citada cordillera.

En el Mio-Plioceno, el paroxismo geológico se manifiesta por un nuevo empuje vertical acompañado por una intensa actividad sísmica que provoca fracturamientos y hundimientos y, una intensa actividad volcánica. La edificación de las dos cordilleras continúa durante el Terciario y se acompaña con la individualización de las grandes cuencas interandinas, geológicamente identificadas como fosas tectónicas.

Un último levantamiento Plio-Cuaternario que dura todavía, está acompañado de actividades sísmicas y volcánicas (Foucher y Savoyat, 1973). El Cuaternario se caracteriza por una evolución muy compleja, caracterizándose por una inestabilidad tectónica; inestabilidad climática; un volcanismo de tipo explosivo, que además de edificar grandes construcciones volcánicas, contribuyó a rellenar las cuencas interandinas y cubrir gran parte de la sierra con materiales piroclásticos. En esta época sobresale la construcción del gran cono de esparcimiento, identificado como El Placer, ubicado (una parte) en el extremo occidente de la provincia vecina del Carchi. En la figura 12, se visualizan regionalmente los grandes conjuntos morfo-estructurales.

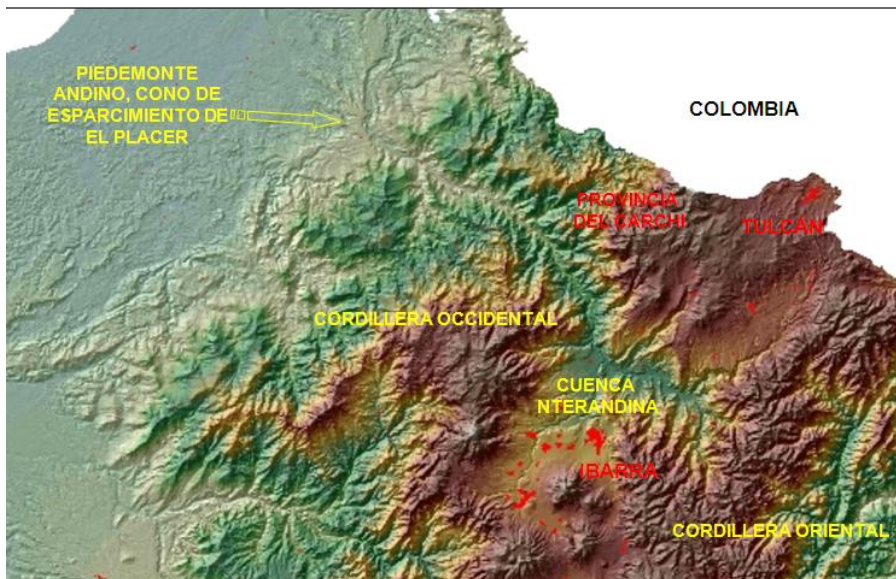


Fig. 12. Grandes Conjuntos Morfo estructurales de la parte Norte del país.

A continuación, en el mapa de geología 1:50000, se realiza una rápida descripción gráfica y porcentual del tipo de geología - litología, que existe en la microcuenca; esta información secundaria se obtuvo de la Secretaría Nacional de Planificación SENPLADES, y se la procesó para los fines de este estudio, la relevancia de estos datos radica en que las

características geológicas y geomorfológicas influyen junto con los factores climáticos para la conformación de los suelos y en función del tipo de suelos podemos también discernir la aptitud agrícola de la zona, estos datos son claves para definir zonas homogéneas según sus potencialidades agrológicas (capacidad de uso del suelo):










LEYENDA GEOLOGÍA			
Simbología	LITOLOGÍA	Area (ha)	%
		623.91	4.10
	andesita,aglomerado	2467.06	16.20
	andesita,aglomerado,lahar	2256.14	14.82
	andesita,brecha	1960.60	12.88
	ceniza,piroclastos de pomez	4184.24	27.48
	deposito coluvial	590.38	3.88
	deposito aluvial	58.63	0.39
	deposito lagunar	1740.67	11.43
	deposito laharitico	1008.53	6.62
	terraza indiferenciada	336.60	2.21
	TOTAL	15226.76	100

Tabla. 11.- Geología – Microcuenca del Lago San Pablo

A continuación se puede observar la distribución de estas unidades alrededor de la microcuenca, Ver Figura 13:

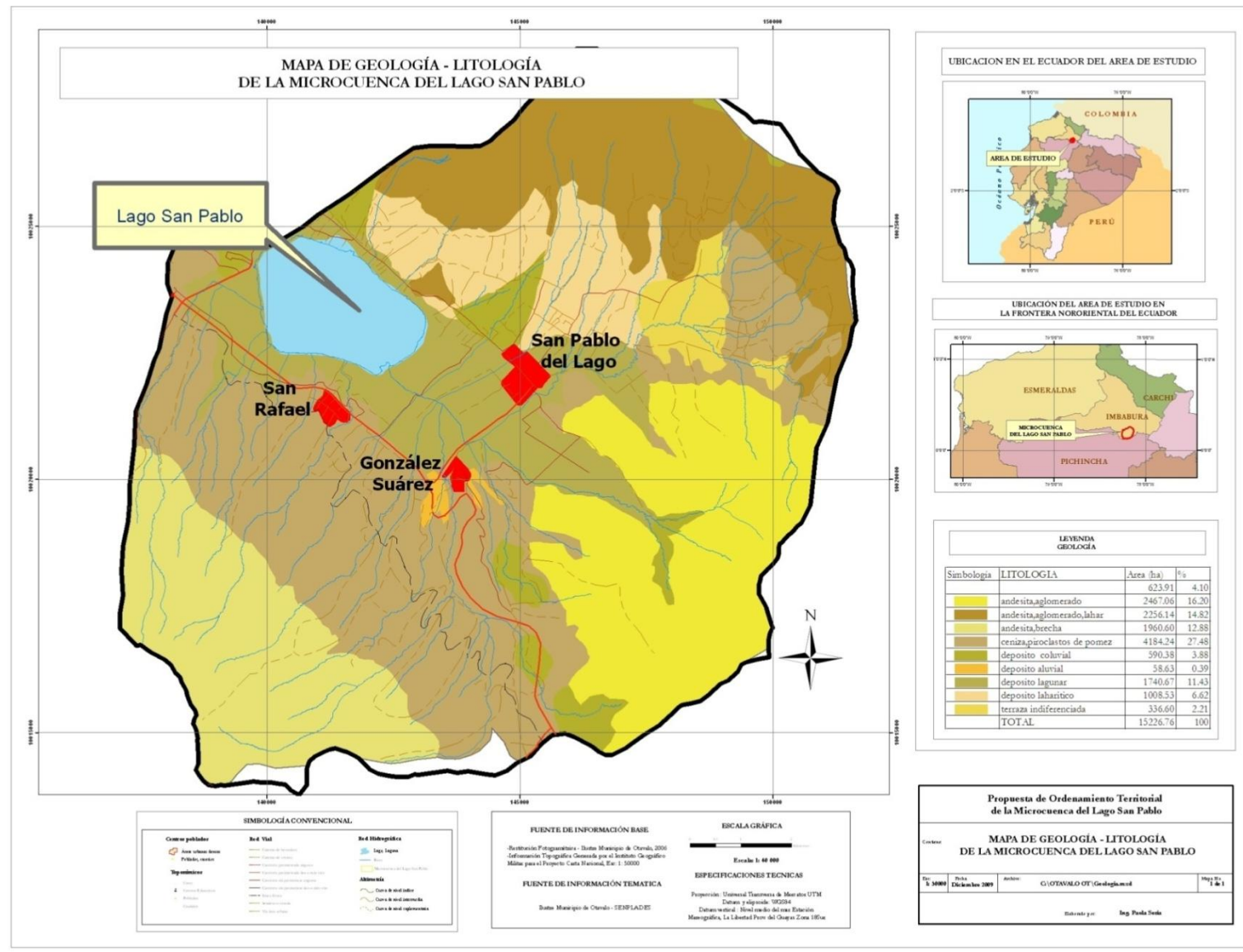


Fig. 13. Mapa de Geología – Litología de la Microcuenca del Lago San Pablo

4.5.7 Suelos

El análisis sobre el suelo y su uso potencial permite el conocimiento de la tierra, en sus características de clima, relieve y suelo a efectos de predecir su comportamiento y adaptabilidad a un uso y manejo, a través de un Sistema de Clasificación de Tierras, que agrupa los suelos con iguales o similares características, a fin de definir las prácticas de uso adecuadas a sus condiciones naturales.

Para el presente estudio, se toma como base metodológica el Sistema Norteamericano de Clasificación de Tierras de las OCHO CLASES, propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA), con modificaciones realizadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Malagon, D, IGAC, 1995) de Colombia, que incluyen ciertas adaptaciones a las variables y parámetros considerados originalmente en el Sistema, a fin de ajustar la metodología a las condiciones de países tropicales.

La información de suelos está categorizada por las clases agrológicas, una clase es un concepto que agrupa suelos con similar grado y número de limitaciones para su uso apropiado.

En total se consideran ocho clases. Las cuatro primeras pueden producir cultivos comunes adaptables, pastos y árboles; incrementándose de las clases I a la IV las limitaciones en amplitud de su uso y en riesgo o daños al suelo y cultivos. En la microcuenca del Lago San Pablo la clase predominante es la clase IV.

Las clases V, VI y VII son en general adecuadas para el uso de plantas nativas, principalmente pastos y árboles. Sin embargo, algunos suelos de las clases V y VI pueden producir cultivos especiales como frutales, ornamentales, ciertas hortalizas, etc., pero bajo prácticas especiales de manejo.

La clase VIII se destina a las áreas con el mayor grado de limitaciones y riesgos. Se considera que no paga los gastos de manejo para cultivos, pastos o bosques, sin prácticas mayores de recuperación. Por ello, se la destina a fines de conservación y protección.

A continuación se expone el mapa de suelos, en el que identifica espacialmente las clases citadas en las líneas anteriores.




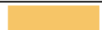




LEYENDA SUELOS - CLASES AGROLÓGICAS			
Símbolo	CLASE	ha	%
	I	494.62504	3.24951627
	II	762.525604	5.00953077
	III	82.2257872	0.54019512
	IV	2765.43944	18.1679853
	V	3002.71984	19.7268359
	VII	3107.88297	20.4177214
	VIII	4237.07599	27.836131
	Wn	769.002878	5.05208423
Total		15221.4976	100

Tabla. 14.- Suelos – Clases Agrológicas – Microcuenca del Lago San Pablo

A continuación se puede observar la distribución de los tipos de suelos categorizados por clases agrológicas, *Ver Figura 15:*

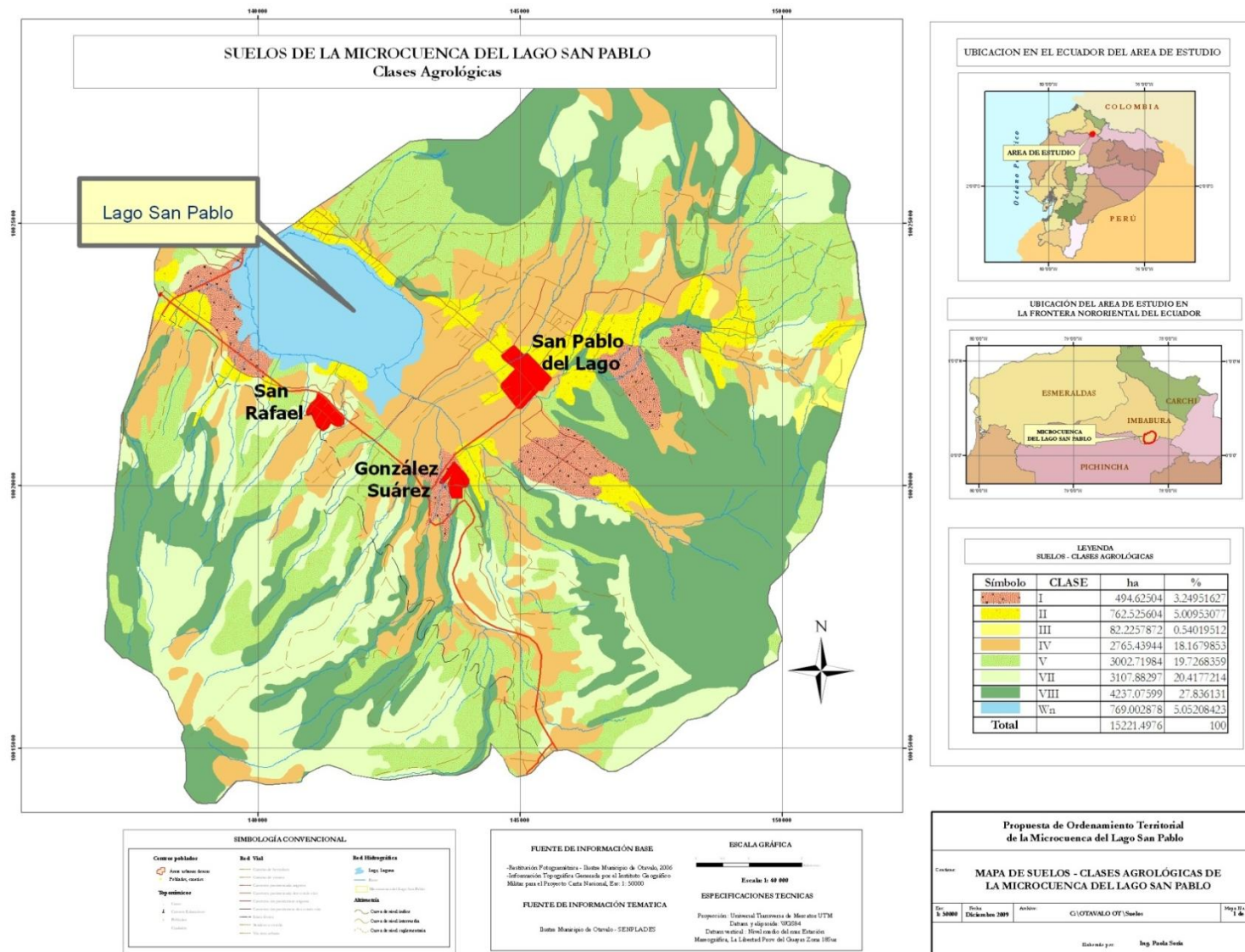


Fig. 15. Suelos de la Microcuenca del Lago San Pablo

4.5.9 Cobertura Vegetal y Uso del Suelo

La información obtenida de esta área de estudio, consiste en una cobertura espacial en formato shapefile que incluye varias categorías de ocupación del suelo. La estimación de áreas y porcentajes de cobertura y uso se realizó mediante herramientas de ArcGis 9.2.

Como resultado de este análisis, se observó que la microcuenca del Lago San Pablo está constituida principalmente por un gran porcentaje de cultivos llegando a ocupar un 36% del área de estudio los cuales están ubicados en la zona baja de la microcuenca alrededor del cuerpo de agua del lago, son también representativos los pastos con un 15%. Los remanentes naturales son pequeños siendo el más representativo el páramo (18,5%), que se ha conservado debido al difícil acceso hacia las zonas altas, mezclado con pequeños remanentes que no superan el 12% entre Bosque Natural sin intervención (7%) y Bosque Intervenido (5%). A continuación se ilustra la leyenda de la ocupación del suelo en la microcuenca y posteriormente el Mapa de Ocupación, elaborado para los fines de este estudio.

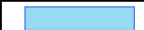





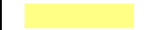
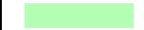

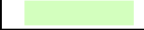

MAPA DE OCUPACION DEL SUELO MICROCUEENCA DEL LAGO SAN PABLO			
Simbología	Ocupación del Suelo	Ha	%
	Agua	620.1	4.1
	Áreas Urbana	224.5	1.5
	Bosque	763.8	5.0
	Bosque Intervenido	870.1	5.7
	Bosque Plantado	349.0	2.3
	Cultivos	5482.5	36.0
	Pastos	2358.2	15.5
	Páramo	2820.2	18.5
	Páramo - Vegetación Arbustiva	901.5	5.9
	Vegetación Arbustiva	610.3	4.0
	Vegetación Lacustre - Totoras	221.3	1.5
Total		15221.5	100.0

Tabla. 16.- Cobertura Vegetal y Ocupación del Suelo– Microcuenca del Lago San Pablo

A continuación se ilustra la distribución de los cultivos y el bosque en la microcuenca:

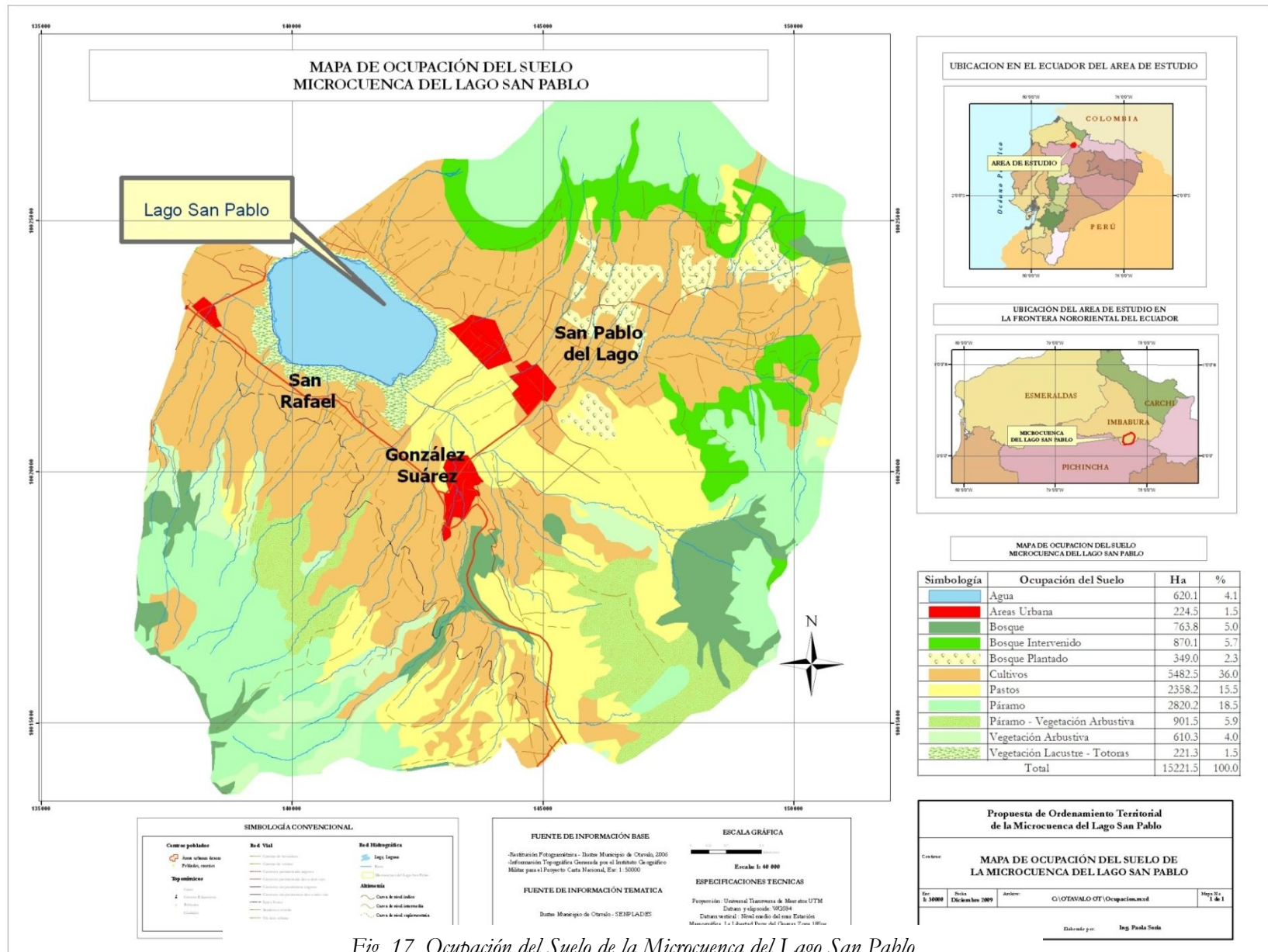


Fig. 17. Ocupación del Suelo de la Microcuenca del Lago San Pablo

4.5.10 Flora y Fauna

La fauna que tiene la laguna es eminentemente ictiológica como la trucha, arco iris y carpas. La variedad de aves que se puede admirar está compuesta de somormujos, cormoranes, patos cuervos, garzas blancas, gaucabas, patos, patillos, gallaretas, colibríes, golondrinas de mar, cullingos bandera. Las especies registradas en los libros rojos del Ecuador como especies en peligro de extinción y que habitan esta microcuenca son: gavilanes, curiquingues, mirlos, tórtolas, cuturpillas, garza, gallaretas, golondrinas y la preñadilla. La planta nativa más importante que rodea al lago es la totora, existe mayor concentración de totorales en las riveras este, noreste y sur. Se puede observar también bosques de eucaliptos, sauces y pinos. La totora es una materia prima importante para la economía del lugar, ya que los artesanos la utilizan en la fabricación de tapetes y esteras. En la microcuenca prácticamente ya no existen remanentes de bosque natural apenas se puede observar páramo en las zonas altas (CEPCU, 2002)

4.7 ZONIFICACIÓN TERRITORIAL

La concertación del Escenario Deseado o Zonificación Territorial Futura Deseada partió de un análisis técnico de las verdaderas potencialidades del territorio y de una sociabilización de las opciones con los actores de las parroquias relacionadas con la microcuenca. Ver Anexo Fotográfico.

En el desarrollo de un proceso de ordenamiento territorial, una vez que se ha contestado a la pregunta de ¿cómo estamos?, se debe entrar a una etapa prospectiva, es decir, a la identificación de las diversas alternativas que se tienen para la adecuación del territorio de la microcuenca, entendiendo al territorio como un sistema en el que están involucrados, la población, sus actividades y el medio físico donde éstas se desarrollan.

Con el fin de entrar a la temática partiremos de la definición de escenario como *“la descripción de una situación futura y el encadenamiento coherente de sucesos que, partiendo de la situación actual, permite avanzar hacia o llegar a ella”*, (Gómez Orea, 2008).

En ese contexto, se buscará plantear una imagen objetivo de la microcuenca en el aspecto de ordenación del territorio, dicha imagen será el planteamiento de la solución de la distribución de usos en la microcuenca o a su vez llamado *Escenario Deseable*, que en un primer momento nace de una perspectiva técnica como un ideal para un periodo de tiempo de diez años, que sufrirá variaciones como resultado de su discusión con los actores locales, con la incorporación de las inquietudes y aspiraciones de la población recogidas en esta fase, generando un escenario deseable consensuado.

4.7.1 Definición del Escenario Deseado – Modelamiento Espacial - Criterios

La zonificación territorial futura consiste en la propuesta territorial de cómo se debería manejar el territorio de la microcuenca para garantizar un manejo ambiental adecuado desde el punto de vista de la distribución más óptima posible de los usos del suelo.

Éste describe el ideal de la microcuenca en 10 años, desde los diversos ámbitos del desarrollo sustentable, es decir, representa un territorio, ambiental y productivamente equilibrado y sostenible.

Para la definición de la zonificación se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

1. Criterio de sustentabilidad
2. Criterio ecológico
3. Criterio legal
4. Criterio institucional

1. El criterio de sustentabilidad

La sustentabilidad busca el crecimiento económico de la población, satisfaciendo sus necesidades pero sin provocar el deterioro y destrucción de los recursos naturales, manteniéndolos a largo plazo bajo los sistemas a ser propuestos, alcanzando así un equilibrio entre lo económico, lo social y lo ambiental.

En cualquier espacio geográfico, existe una estrecha relación e interacciones entre los recursos biológicos, sociales y físicos. Estos espacios geográficos incluyen agro-ecosistemas donde se generan las presiones sobre los ecosistemas naturales; en este sentido, es importante actuar tanto sobre el agro-ecosistema (que combina áreas bajo uso apropiado y áreas en proceso de degradación, implementando actividades como reforestación, conservación y rehabilitación de suelos, proyectos productivos, etc.) como sobre los ecosistemas naturales y forestales combinando prácticas tendientes a la protección, usos sostenibles o restauración de los ecosistemas naturales, de acuerdo a sus características y a las funciones que debería desempeñar.

La microcuenca no puede ser visualizada solamente como una unidad de carácter físico, sino como una unidad de carácter socioeconómico, con un conjunto de recursos naturales sometidos a determinadas prácticas de manejo (degradativo o no) por la población local. Se propone por tanto en el eje del manejo sustentable del territorio, la correspondiente zonificación espacial que no sea simplemente de recursos, sino el resultado conjugado de recursos y presiones/relaciones de la gente con los recursos, lo que a nivel espacial se refleja en las unidades de manejo territorial.

El manejo apropiado y planificado de los ecosistemas y recursos naturales en el marco de la sustentabilidad en las parroquias analizadas, exige por tanto, conjugar adecuadamente tres aspectos básicos: la protección, el uso productivo y la restauración de los recursos naturales.

De esta forma se definen cuatro principales zonas: i) de protección de ii) uso productivo, de iii) restauración y iv) zonas urbanizables.

Se entiende como PROTECCIÓN, la preservación de los ecosistemas naturales. Está relacionada con el valor del potencial vegetal que tiene el territorio y su fragilidad ecológica, determinada por los sectores sensibles y vulnerables por la presencia de valores biológicos notables (bienes y servicios ambientales) y/o por la presencia de presiones que ponen en riesgo la permanencia de los recursos naturales (talas, ampliación de la frontera agropecuaria, etc.).

El USO PRODUCTIVO SUSTENTABLE implica por su parte, el manejo apropiado de los recursos todavía disponibles y con objetivos dirigidos a: i) disminuir los daños, ii) optimizar los usos actuales, iii) sustituir los usos destructivos de los recursos remanentes por otros más consonantes con la naturaleza de los ecosistemas a partir de las presiones que la gente ejerce sobre ellos.

La RESTAURACIÓN, por su lado implica: i) la recuperación de los ecosistemas y recursos degradados o en proceso de degradación que garantizan la estabilidad ambiental de la microcuenca, y, ii) el reemplazo de los recursos y usos existentes por otros más compatibles con las características del ecosistema (reconversión de usos en áreas sobreutilizadas).

ZONAS URBANIZABLES, implica la delimitación macro de las zonas que no están expuestas a riesgos naturales, están fuera de las áreas protegidas y de preferencia no incluyen zonas con un potencial productivo alto para no comprometer la seguridad alimentaria.

El criterio ecológico

Este criterio toma en consideración las funciones (bienes y servicios ambientales) que los ecosistemas naturales presentes en la zona de estudio brindan al ambiente, y que por tanto deben ser protegidos y preservados.

El criterio legal

El criterio legal para la formulación de la propuesta de zonificación territorial en el área bajo análisis, considera el marco jurídico bajo el cual se enmarca la propuesta. Para el efecto se analizaron los siguientes cuerpos jurídicos que se citaron anterioremente, resumiéndolos tenemos: a nivel nacional y local: La Nueva Constitución Política del Estado Ecuatoriano (2008) analizada en el capítulo de Análisis Legal, Ley de Gestión Ambiental, La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Ley de Patrimonio Cultural, Reglamentación de Usos del Suelo a Nivel Seccional Ordenanza de Ordenamiento Territorial para Otavalo, Conservación y Regulación del Recurso Hídrico de la Provincia y Reglamento para Precautelar el Funcionamiento y Buen Uso de los Sistemas de Agua Potable.

Estos tres criterios se analizan por separado y se los integra en variables espaciales y con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica se hacen combinaciones entre ellos para encontrar las zonas que se ajustan al uso más apropiado.

La descripción de los criterios específicos y los procesos realizados para la definición de las áreas de protección, uso sustentable, recuperación y expansión urbana y su modelamiento en SIG para obtener la zonificación definitiva, se analiza a continuación:

ZONAS RECOMENDADAS PARA ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN

La delimitación de las áreas prioritarias para la conservación en la microcuenca del Lago San Pablo es de vital importancia por el alto nivel de degradación de la microcuenca y por la importancia ecológica y turística que ésta tiene, en estas zonas se deberá aplicar medidas complementarias tendientes a controlar el uso de las mismas y evitar un mayor avance del frontera agrícola. Para la delimitación de esta zona se ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones específicas:

1. Áreas con Estatus Legal de Protección

Son aquellas destinadas a la protección de los recursos naturales. En ellas se pueden realizar las actividades previstas por la Ley Ambiental y los Planes de Manejo. Son

áreas que se consideran muy frágiles desde la perspectiva de la ecología, la cultura y el paisaje. Estas zonas se encuentran amparadas y protegidas por una normativa jurídica ambiental y las siguientes leyes:

1.1 Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.- estas están protegidas según las siguientes leyes:

- a. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, que dice en el capítulo del Patrimonio de Áreas Protegidas, artículo 66: “El patrimonio de áreas naturales del Estado se halla constituido por el conjunto de áreas silvestres que se destacan por su valor protector, científico, escénico, educacional, turístico y recreacional, por su flora y su fauna, o porque constituyen ecosistemas que contribuyen a mantener el equilibrio del medio ambiental”.
- b. Ley para la Preservación de Zonas de Reserva y Parques Nacionales, que dice en el artículo 3: “Las áreas de las zonas de reserva y parques nacionales no podrán ser utilizadas para fines de explotación agrícola, ganadera, forestal ni de caza, minera, pesquera o de colonización, deberán mantenerse en estado natural para el cumplimiento de sus fines específicos con las limitaciones que se determinan en esta Ley, y se utilizarán exclusivamente para fines turísticos o científicos”
- c. La denominación de esta zona se basa en al artículo 6: “Se consideran bosques y vegetación protectores a aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos:
 - i. Tener como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre
 - ii. Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial”;
 - iii. Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua.
 - iv. Constituir cortinas rompevientos o de protección del equilibrio del medio ambiente.

- v. Hallarse en áreas de investigación hidrológico – forestal.
- vi. Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional y
- vii. Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público.

Artículo 16.- son bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales naturales o cultivadas, arbóreas, arbustivas o herbáceas , de dominio público o privado, que estén localizadas en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas no son aptas para la agricultura o ganadería. Sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y fauna silvestre”.

En este contexto de análisis dentro de la microcuenca del Lago San Pablo no se encuentran áreas protegidas que pertenezcan al Sistema Nacional de Áreas Protegidas o a su vez a la categoría de Bosques y Vegetación Protectora. El área protegida más cercana es el Bosque Protector Zuleta, por lo que estas capas no se integraron en el análisis espacial de la zonificación. *Ver Figura 18.*

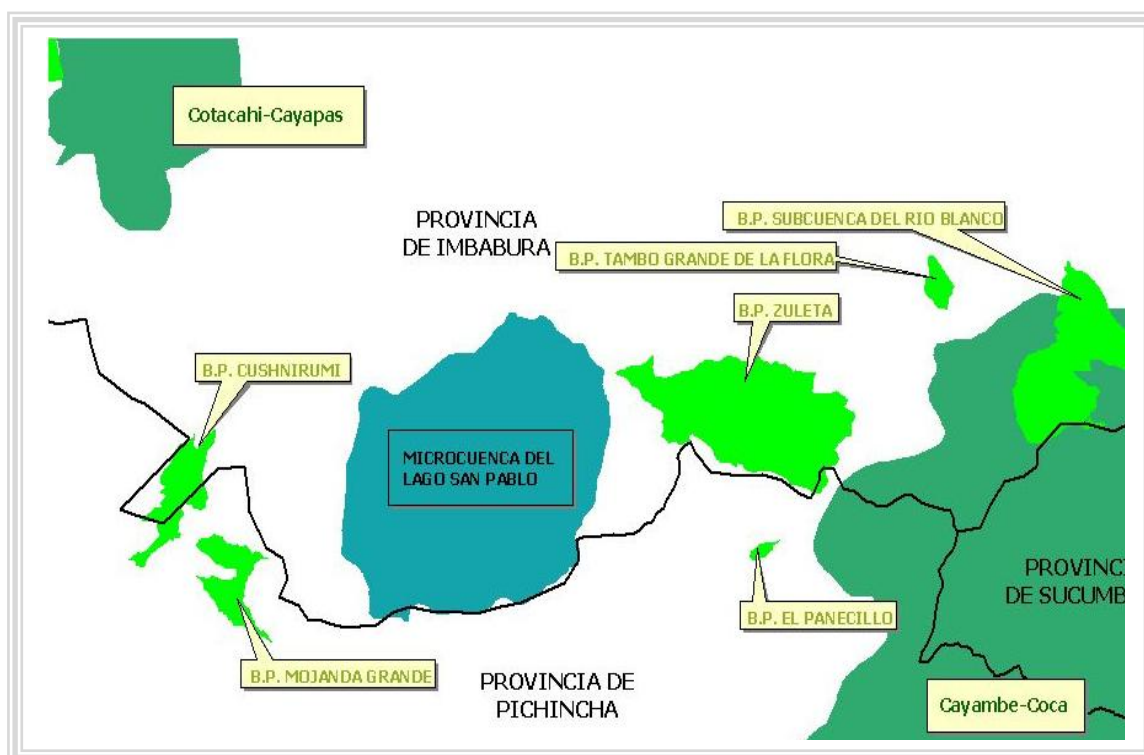


Fig. 18.- Ubicación de la microcuenca del Lago San Pablo vs. el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y la Red de Bosques Protectores

2. **Zonas de Protección de cuerpos de agua y aguas superficiales.-** “Son las áreas constituidas por las aguas de los ríos, lagos, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no”, *Ley de Aguas*. Estas áreas son bienes nacionales de uso público, están fuera de comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación. Según la ley de Aguas, se restringen los usos en franjas de ancho de 50 metros medidos horizontalmente hacia fuera del lecho y a lo largo de los márgenes de los cuerpos de agua a partir de la línea máxima de creciente promedio anual en cauces de ríos, cuerpos de agua y quebradas. Por lo que en esta zona queda prohibida cualquier actividad productiva o la urbanización de la misma. Y para el caso de fuentes de abastecimiento de agua potable también quedan restringidos 50 metros a la redonda de la captación. Para plasmar esto en el análisis espacial se realizaron buffers o anillos alrededor de los cuerpos de agua identificados en la documentación geográfica.

La conservación de estas franjas de agua es primordial para la conservación de la calidad hídrica de los aportantes del lago. Prácticamente en toda la microcuenca existe una fuerte intervención junto a los ríos y quebradas.

A continuación se esquematiza el flujograma que resume las operaciones SIG realizadas para definir esta zona, Ver Figura 19:

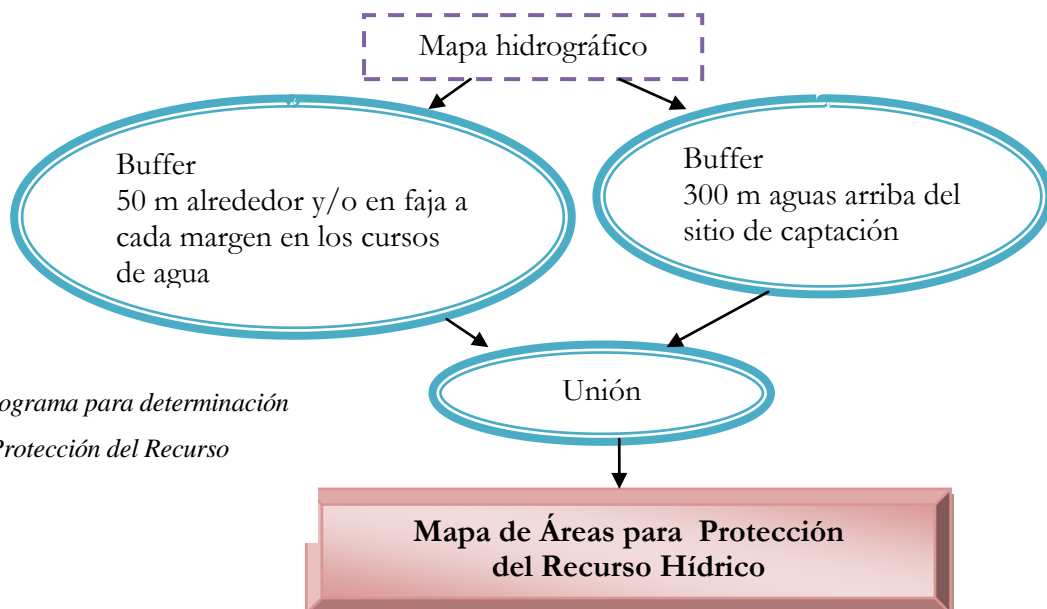


Fig. 19.- Flujograma para determinación de Áreas de Protección del Recurso Hídrico

Agencia	Institución	Provincia	Concesionario	Nombre del Aprovechamiento	Caudal (m ³ /s)	Cota (m)	Latitud	Longitud
Ibarra	INERHI	Imbabura	Luis Antonio Cisneros Castro	Río Ambi - Vert. La Salud	8	2,491	10,028,897	804,173
Ibarra	INERHI	Imbabura	Balneario de Chachimbiro	Río Ambi – Qda. Cachiyacu	15	1,680	10,051,850	806,900
Ibarra	INERHI	Imbabura	Consejo Provincial de Imbabura	Río Ambi – Qda. Cachiyacu	112	2,284	10,051,139	807,599
Ibarra	INERHI	Imbabura	Municipio de Urcuquí	Río Ambi - Vert Timbiyacu	1	2,615	10,045,800	806,100
Ibarra	CNRH	Imbabura	Municipio de Urcuquí	V. Timbiyacu	1	2,744	10,047,585	804,267

Tabla. 17.- Captaciones de la Subcuenca del Río Ambi

Además se realizó una búsqueda en la Secretaría Nacional del Agua, para obtener las coordenadas geográficas de los sitios de captación de agua en la microcuenca del Lago San Pablo. La microcuenca del Lago San Pablo pertenece a la subcuenca del Río Ambi y bajo esta denominación se encuentran registradas las captaciones más cercanas a la zona de estudio. Una vez revisada esta información (Ver Tabla 17), se verificó que no existen captaciones reportadas dentro de la microcuenca, sin embargo la realidad no es esta ya que al igual que en el resto del país, las captaciones reportadas no son iguales a las existentes.

3. Zonas sobre los 4500 msnm y de Alto Valor Naturalístico

En las zonas sobre los 4500 msnm no se puede realizar actividades agrícolas. Son zonas aptas para ecoturismo e investigación. Incluyen las zonas de páramo debido a que el páramo es un ecosistema frágil, captador y regulador de agua, que tiene un alto valor hidrológico, ecológico y económico. El páramo en la microcuenca está caracterizado por una vegetación dominante no arbórea, alta irradiación ultravioleta, bajas temperaturas y alta humedad. Esta franja forma un cinturón alrededor de las montañas cercanas a la laguna y se ha visto amenazada por el crecimiento de la agricultura.

En esta categoría se han incluido también las áreas de remanentes naturales con alto valor ecológico, es decir bosques nativos y ecosistemas altamente lesionables según lo cita la Ley Forestal, como son los pocos remanentes de bosque natural de la laguna, la zona de páramo ya

mencionada, vegetación arbustiva y los totorales que rodean a la misma. Estas zonas también están protegidas por la Ordenanza para la Protección, Conservación y Regulación del Recurso Hídrico y Reglamento para precautelar el Buen Uso de los Sistemas de Agua Potables locales. La protección de los páramos es primordial para garantizar el abastecimiento de agua al lago y en los últimos años han disminuido considerablemente al ser remplazadas por cultivos de ciclo corto de la sierra y pastos. Ver Figura 20.

En la siguiente figura se puede observar la distribución espacial de los remanentes naturales de alto valor ecológico (en gamas de color verde, incluye páramo, bosque natural, bosque intervenido y vegetación arbustiva), estos remanentes son importantísimos al momento de zonificar la microcuenca:

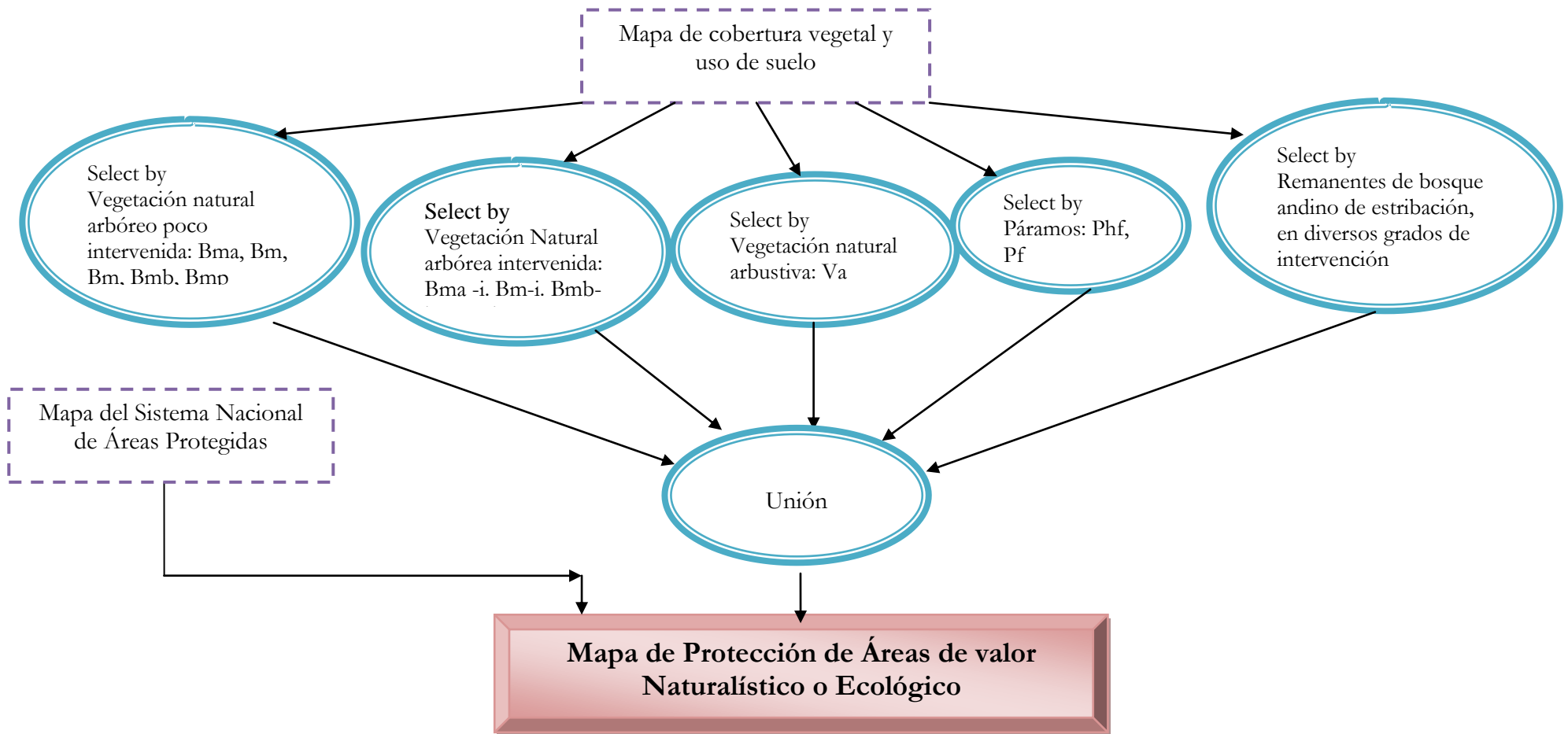
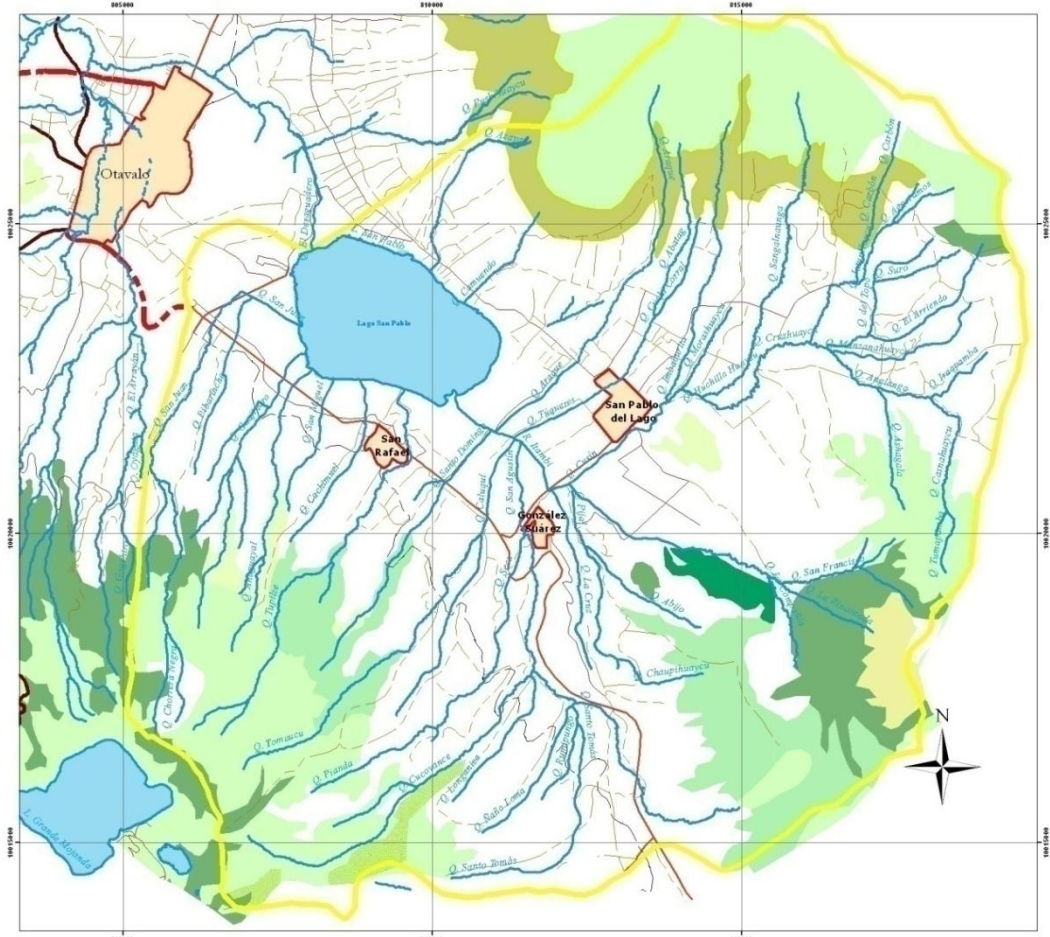


Fig. 20.- Flujograma para la determinación de las áreas de Protección por Valor Naturalístico o Ecológico

ZONIFICACION DE LA MICROCUENCA DEL LAGO SAN PABLO
 AREAS DE PROTECCIÓN TOTAL



SIMBOLOGIA CONVENCIONAL

Centros poblados	Red Vial	Red Hidrográfica
<ul style="list-style-type: none"> Centro urbano Centro rural Centro indígena Centro campesino Centro comunitario Centro parroquial Centro parroquial indígena Centro parroquial campesino Centro parroquial comunitario Centro parroquial indígena campesino Centro parroquial indígena campesino comunitario 	<ul style="list-style-type: none"> Carretera Calle Camino Sendero Sendero indígena Sendero campesino Sendero comunitario Sendero indígena campesino Sendero indígena campesino comunitario 	<ul style="list-style-type: none"> Lago Arroyo Rio Cañal Cañal indígena Cañal campesino Cañal comunitario Cañal indígena campesino Cañal indígena campesino comunitario

FUENTE DE INFORMACION BASE

Instituto Geográfico - Instituto Geográfico de Ecuador, 2006
 Información Topográfica Generada por el Instituto Geográfico
 Mapa para el Proyecto Costa Mariscal, Esc: 1:50000

FUENTE DE INFORMACION TEMATICA

Datos Municipios de Otavalo - SENPLADES

ESCALA GRAFICA

0 100 200 Metros
 Escala 1:50 000

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Proyección: Universal Transversa de Mercator UTM
 Datum y altura de: WGS84
 Datos vectoriales: Habiendo de: Inicial Estación
 Manifiesto, La Libertad Puro de Santa Elena 175w

Propuesta de Ordenamiento Territorial de la Microcuenca del Lago San Pablo

MAPA DE ZONAS DE PROTECCIÓN EN LA MICROCUENCA DEL LAGO SAN PABLO
 Zonas de Valor Naturalístico y Ecológico

Esc: 1:50000 Fecha: Diciembre 2009 Autor: C/OTAVALO OT/ Zonas de Valor Naturalístico y Ecológico Hoja: 1 de 1

Elaboró y/o: Ing. Paula Sosa

Fig. 21.- Mapa de Áreas de Protección por Valor Naturalístico o Ecológico

4. Zonas susceptibles a Peligros por Movimientos de Masa (Riesgo Geodinámico)

La información sobre peligros naturales constituye uno de los principales componentes, dentro de la planificación y ordenamiento territorial, dado que, éstos, pueden afectar negativamente a las actividades humanas ya sea interfiriendo, restringiendo o limitando la capacidad de uso de los suelos en el área urbana o las tierras en las zonas rurales, por lo que es importante incluir las zonas de alto riesgo dentro de la categoría de áreas de conservación para restringir en éstas cualquier tipo de actividad humana que incremente el peligro.

En esta categoría de conservación se agrupan todas las áreas dentro de la microcuenca que tienen un alto riesgo a *movimientos en masa* o deslizamientos, para esto se realizó un modelamiento en SIG que integró las principales variables que influyen en los movimientos en masa.

Cuando un peligro está presente en un determinado espacio geográfico, es prioritario realizar un análisis del paisaje, para establecer si han ocurrido fenómenos relacionados con remociones en masa, en épocas pasadas, a través de huellas dejadas por anteriores deslizamientos, derrumbes o deslaves, sobre la base del análisis de productos de sensores remotos (imágenes satelitales o fotografía aérea).

La probabilidad de encontrar terrenos inestables se analiza en función de la incidencia de variables como el *tipo de rocas, el relieve, el tipo de suelos, la vegetación predominante, la existencia de aguas subterráneas, la humedad atmosférica en cada unidad de paisaje (peligro); y la exposición de los elementos antropogénicos* (población, infraestructura poblacional, servicios, equipamiento, infraestructura vial) se consideran como una forma de *vulnerabilidad*, ya que la mala ubicación de la infraestructura también incrementa el riesgo, debido a que conceptualmente el mismo es una función del peligro y la vulnerabilidad.

Dentro del análisis de las amenazas naturales y, como se indicó en el párrafo anterior, la exposición de los elementos en riesgo de un ecosistema antropogénico, es considerada como una forma de vulnerabilidad y, mientras aumente ésta y ante la eventualidad de ocurrencia de un peligro, aumentará significativamente el riesgo.

“Los principios que orientan el análisis y mapeamiento de futuros y posibles fenómenos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, deslaves), son: las futuras remociones que probablemente ocurrirán bajo ciertas condiciones morfológicas, morfodinámicas, litológicas y topográficas, en que se han producido en el pasado y en la actualidad; los factores endogenéticos y exogenéticos que causan desprendimientos de materiales son conocidos y comprendidos; y, la importancia relativa de los factores condicionantes, procesos y mecanismos de disparo, que contribuyen a la ocurrencia de los fenómenos, pueden ser determinados y pueden asignarse una medida que refleje su contribución al desarrollo del o los fenómenos de movimientos en masa” (OEA/DDRMA, 1993).

Factores asociados con los movimientos en masa

a. Pendiente de laderas

Este factor está ligado con el tipo de relieve y se refiere al grado de inclinación que presentan las laderas de los relieves colinados, expresado en porcentaje; así, los materiales que se encuentren en vertientes escarpadas (con pendientes mayores al 70 %), serán los más susceptibles a movimientos en masa, mientras que los que se hallen en laderas poco inclinadas (pendientes menores al 25 %), serán menos susceptibles.

b. Suelos

Los desprendimientos de la capa edáfica que genera deslizamientos superficiales, están directamente relacionados con la textura y profundidad, principalmente. Debido a que la información de la microcuenca del Lago San Pablo no es primaria y no existe información de la clase de suelos, se trabajó con la capacidad de uso del suelo, ya que los datos de capacidad de uso del suelo agrupan varios factores y resumen a las categorías de uso en 8 clases, siendo las clases VII y VIII las que presentan mayor riesgo a movimientos de masa.

c. Cobertura vegetal

En gran medida, los movimientos en masa dependen del uso del suelo y de la cobertura natural y, específicamente de su fisonomía, es decir, si se trata de una cobertura arbórea, arbustiva o herbácea. La mayor parte de la microcuenca está alterada y cubierta de pastos, lo que incrementa el riesgo.

d. Actividades humanas

Las actividades emprendidas por el hombre, al modificar la estructura de un determinado paisaje, especialmente cuando éste corresponde a un relieve escarpado, constituido por materiales poco compactados y, eliminada o degradada su cobertura vegetal original, altera su funcionamiento y la relación de los factores endogenéticos y exogenéticos y, con esto, alterando también los procesos geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, biológicos y hasta culturales.

Mecanismos de disparo

Los mecanismos de disparo o fuerza activa que tiende a destruir un talud natural o artificial, están relacionados con la gravedad, con el peso del material de la vertiente (que puede aumentar por saturación durante la estación lluviosa), con las cargas sobre impuestas (al aumentar el peso disminuye la estabilidad de la vertiente), y, los movimientos tectónicos.

Como uno de los objetivos del estudio, es realizar una zonificación de los peligros relativos de movimientos en masa, es decir, efectuar más un análisis cualitativo que cuantitativo, utilizando la información disponible dentro de la caracterización ambiental, se han considerado como mecanismos de disparo, a las intensas y prolongadas lluvias, que se presentan en el área de estudio, si bien la precipitación no fue una variable que se integró en el modelo espacial si se tomó en cuenta para ponderación de los riesgos.

a. Lluvias excepcionales

De acuerdo a datos climáticos, se desprende que en la región donde se enmarca la microcuenca, las lluvias se incrementan desde los 2500 mm (promedio anual), en la zona sur orientada y hasta superar los 3500 metros en la zona norte, *Datos tomados del Almanaque Electrónico Ecuatoriano, (CDC, 2002)*. Es decir existe una alta pluviosidad en la microcuenca por lo que este factor fue primordial al analizar los riesgos de movimientos en masa en la microcuenca. Ver Figura 22.

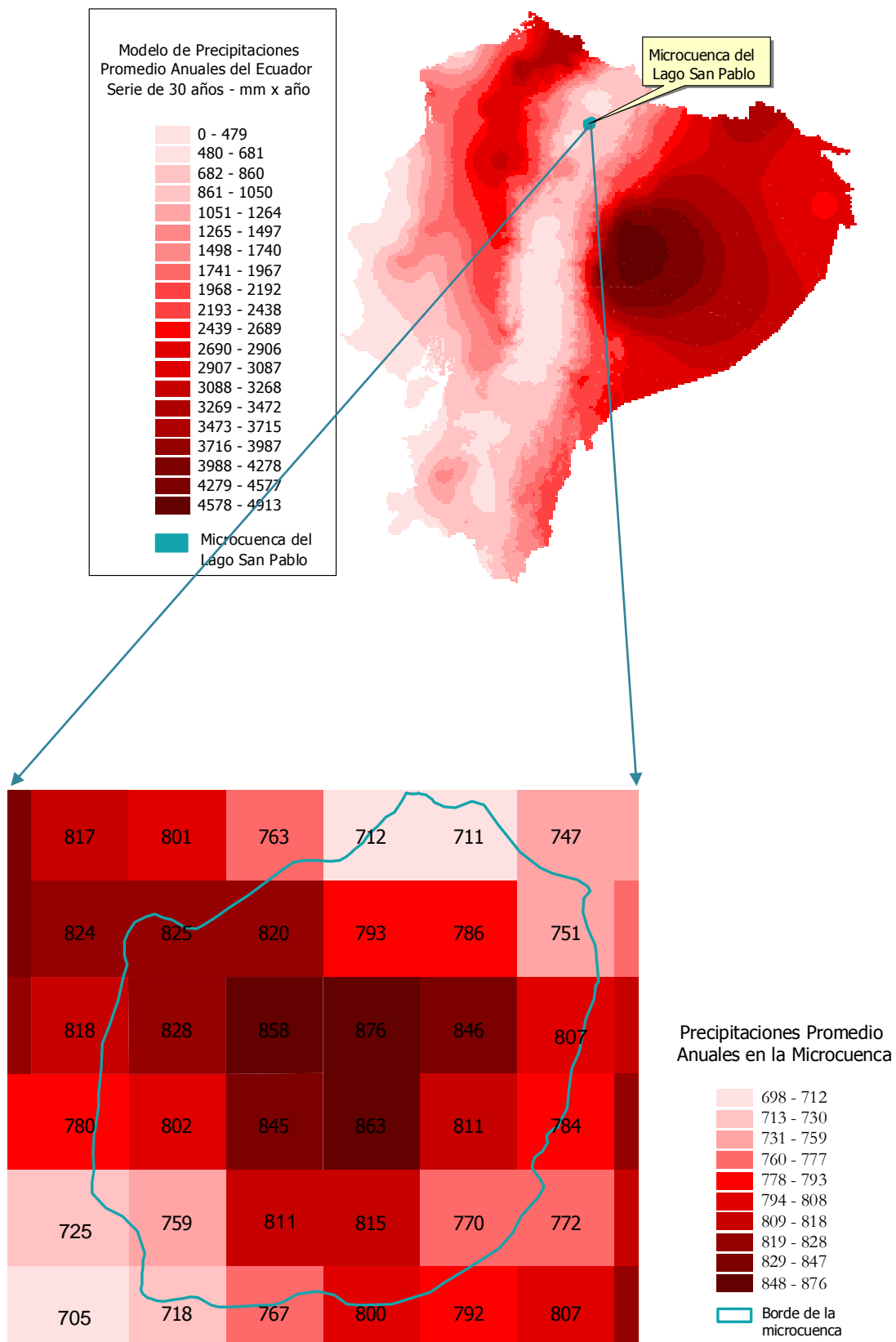


Fig 22.- Modelo de variación climática en la microcuenca

En función del modelo climático se estimó el promedio de precipitación anual el mismo que es de 793 mm, esto se analizó a partir de una interpolación de los valores medidos por las estaciones meteorológicas cercanas a la microcuenca, como se indicó en la figura anterior.

Son conocidos los efectos y los impactos generados por la ocurrencia de lluvias fuertes, principalmente en la cercanía de lagos, ríos y quebradas, en lo que tiene que ver con deslizamientos, derrumbes y deslaves, especialmente, en relieves colinados escarpados, mal protegidos, con sustratos rocosos fracturados y altamente meteorizados y, en taludes artificiales.

b. Sismicidad

La revisión del Catálogo de Terremotos del Ecuador, en el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional indica que en la zona cercana a la microcuenca se producen continuamente sismos la mayoría de baja intensidad sin embargo se registra en la provincia de Imbabura en zonas cercanas al área de estudio dos sismos medianamente recientes de alta magnitud en el siglo pasado en el año 1955 y en el año 1987 de 6 y 7 en la escala de Richter, respectivamente.



Figura 23 Número.- Sismos Registrados en la provincia de Imbabura

Además es importante resaltar que la zona cercana a Cotacachi e Iluman está afectada continuamente por sismos, solamente en el último año (2009) se han registrado 7 de baja magnitud, además se registra un sismo de la Microcuenca cerca de González Suárez también de baja magnitud. Ver Figura 24.



Fig. 24.- Sismos Registrados en las zonas cercanas a la microcuenca en el año 2009

Análisis Espacial y Cuantificación del Riesgo:

La estimación definitiva del riesgo se realizó con la ponderación de las variables citadas anteriormente, es decir las que son influyentes o detonantes para movimientos en masa, como la pendiente, las formaciones superficiales, los suelos, y la fisonomía de la cobertura vegetal, por ejemplo las zonas con mayor pendiente, con presencia de suelos tipo VIII y sin vegetación entraron dentro de las unidades con mayor riesgo, mientras que las zonas planas con vegetación arbórea, de rocas sedimentarias y textura variable entraron en las zonas con bajo riesgo a movimientos en masa.

Para lo que se realizaron ponderaciones sobre cada una de las variables, dichas ponderaciones se analizaron espacialmente e intersecaron para obtener la cobertura final de riesgos como se indica en las siguientes tablas:

a) Variables, indicadores y pesos:

Pendiente de laderas (%):

INDICADOR	PESO
< 25	1
25 – 40	2
40 – 70	3
> 70	4

Tabla. 17.- Ponderación de la pendiente

Suelos:

SUELO	Peso
Clase I	1
Clase II	1
Clase III	2
Clase IV	2
Clase V	3
Clase VI	3
Clase VII	4
Clase VIII	4
Cuerpos de Agua	4

Tabla. 18.- Ponderación de los suelos

Cobertura vegetal (Fisonomía):

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PESO
Vegetación arbórea	Bosque Natural, Bosque Intervenido, Bosque Plantado y asociaciones	1
Vegetación arbustiva y herbácea; Cultivos de ciclo corto; Pastos	Páramo, Vegetación Arbustiva, Vegetación Lacustre y Totoras y asociaciones	2
Sin vegetación	Cultivos, Pastos	3

Tabla. 19.- Ponderación de la ocupación del suelo – fisonomía

En esta categoría se excluyen del análisis las categorías de “área urbana consolidada”, y “agua”.

Estas ponderaciones se realizaron en el software Arc GIS 9.2 de ESRI dentro de la tabla del archivo shapefile¹² de cada cobertura, para lo que se agregó un campo adicional con la descripción de las ponderaciones aplicadas.

¹² El formato Shapefile de la casa ESRI, es un formato de archivo informático de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI, para Sistemas de Información Geográfica. Un Shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. Un Shapefile está conformado por varios archivos, el número mínimo requerido es de tres y tienen las siguientes extensiones: **shp** (archivo que almacena las entidades geométricas de los objetos), **shx** (es el archivo que almacena el índice de las entidades geométricas) y **dbf** (es el archivo que almacena la información de los atributos de los objetos).

Descripción	Uso 1	Uso 2	Área	Pon. cob
Vegetación Arbustiva / Páramo	Va/Pt	Vegetación Arbustiva	226790.000000	2
Páramo	Pt	Páramo	784177.000000	2
Vegetación Arbustiva / Páramo	Va/Pt	Vegetación Arbustiva	916271.000000	2
Vegetación Arbustiva / Páramo	Va/Pt	Vegetación Arbustiva	916271.000000	2
Cultivos	cultivos	Cultivos	212657.000000	3
Bosque Plantado	Bp	Bosque	42094.200000	1
Páramo	Pt	Páramo	784177.000000	2
Pastos Cultivados / Cultivos	Pc/Cp	Pastos	1973980.000000	3
Vegetación Arbustiva / Páramo	Va/Pt	Vegetación Arbustiva	447.42300000	2
Vegetación Arbustiva / Páramo	Va/Pt	Vegetación Arbustiva	226790.000000	2
Vegetación Arbustiva / Páramo	Va/Pt	Vegetación Arbustiva	916271.000000	2
Páramo	Pt	Páramo	2538390.000000	2
Bosque Plantado	Bn	Bosque	502145.000000	1
Vegetación Arbustiva / Cultivos	Va/Cp	Vegetación Arbustiva	1479970.000000	2
Páramo	Pt	Páramo	2538390.000000	2

Ponderación de cada variable – definición de un campo de atributos adicionales

Fig. 25.- Ponderación de Variables en Arc GIS 9.2

Una vez realizadas las ponderación a cada una de las variables se realizó una suma espacial de estas, este proceso consiste en la utilización de herramientas propias de un Sistema de Información Geográfica, como la unión de capas, que radica en la intersección geométrica de las coberturas analizadas y cuyo resultado final mantienen las características de estas en la tabla de atributos.

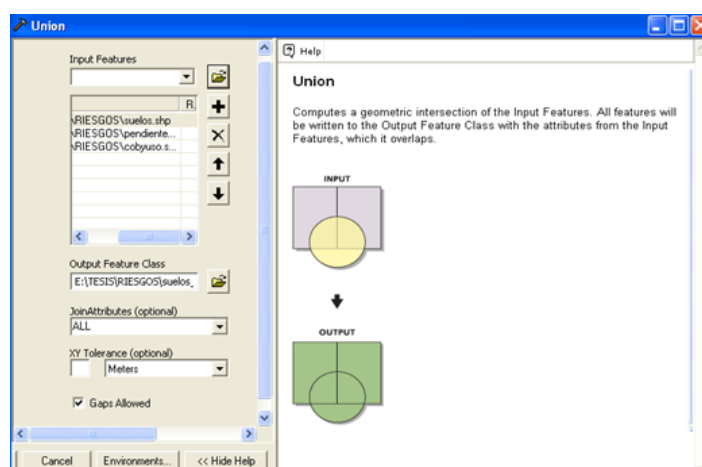


Fig. 26.- Proceso de Unión de Capas – ArcGis 9.2

Este proceso arrojó una tabla de atributos con valores entre 0 a 13, los valores más altos corresponden a las zonas con mayor probabilidad de riesgo a movimientos en masa, mientras que los valores menores corresponden a las zonas sin peligro.

b) Rangos de susceptibilidad

Enmarcados en el análisis efectuado y bajo las condiciones naturales del área de estudio, se ha determinado los siguientes tipos de susceptibilidad de cada unidad de paisaje, con respecto a potenciales movimientos en masa:

1. Poco o nada susceptibles – sin peligro
2. Moderadamente susceptibles – poco peligro a movimientos en masa
3. Susceptibles con moderado peligro de movimientos en masa
4. Muy Susceptibles con mayor peligro relativo de movimientos en masa

Para la definición final del modelo de riesgos, se realizó una reclasificación de los datos finales de la sumatoria, el método de clasificación usado se denomina Natural Breaks, que es un método de clasificación por defecto de los datos en el sistema de ESRI, este método consiste en minimizar la suma de la varianza de cada una de las clases, es decir se agrupan datos en función de su similitud en la distribución, como se indica a continuación

Descripción	Rango
Muy susceptibles con mayor peligro relativo de movimientos en masa	11 – 13
Susceptibles con moderado peligro de movimientos en masa	9 – 10
Moderadamente susceptibles – poco peligro	5 – 8
Poco o nada susceptibles – sin peligro	0 – 4

Tabla. 20.- Reclasificación de los resultados

Con esto se obtuvo uno de los primeros modelamientos necesario para definir una zonificación en la microcuenca, ya que las restricciones que deben aplicarse al crecimiento de las áreas urbanas en un primer plano deben estar orientadas a proteger a la comunidad de los posibles eventos de deslaves, derrumbes y procesos erosivos.

A continuación se expone el flujograma o resumen de procesos SIG realizados para la obtención de las zonas de riesgo geodinámico y el mapa correspondiente:

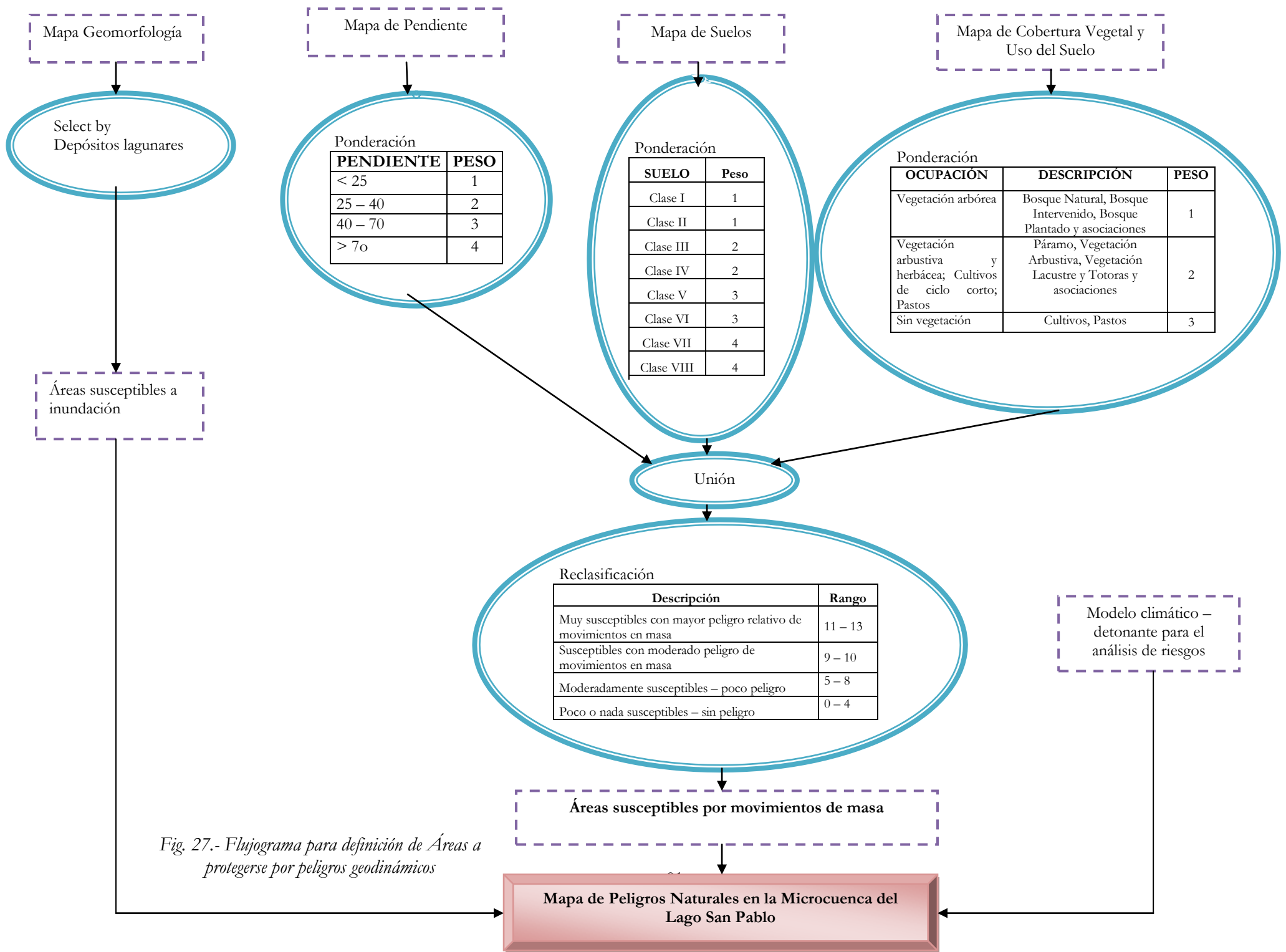


Fig. 27.- Flujograma para definición de Áreas a protegerse por peligros geodinámicos

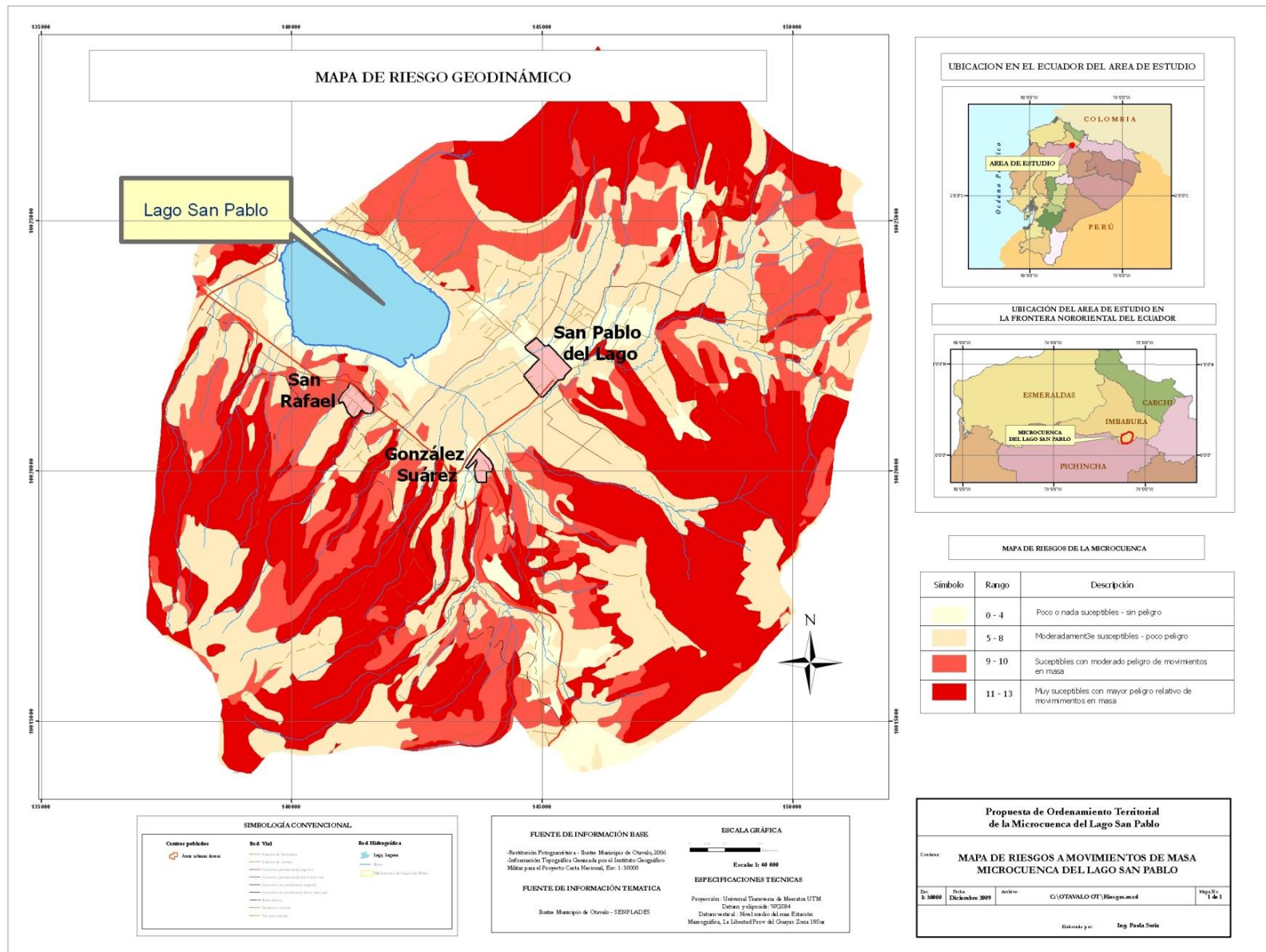


Fig. 28.- Mapa de Riesgos Geodinámicos

5. Riesgos por Inundación:

Para la definición de las áreas con alto riesgo de inundación se realizó un análisis con la información secundaria geológica y geomorfológica, en donde se observó la existencia de una formación *de depósitos lagunares alrededor del lago San Pablo*, lo que denota que históricamente esta zona ha estado sujeta a inundación, si bien no han existido manifestaciones recientes, las características, litológicas, geológicas y geomorfológicas de esta formación nos advierten sobre la probabilidad de inundaciones sobre ella.

Esta información fue editada con la información del *Modelo Digital del Terreno* el mismo que definía con mayor precisión el cambio de nivel en la zona propensa a depósitos lagunares.

En general el riesgo que una zona presenta a una posible inundación se denota por la presencia de terrazas aluviales en el caso de los ríos y depósitos lagunares en este caso, así por ejemplo las zonas ubicadas en terrazas bajas y muy bajas tendrían un alto riesgo de inundación mientras que las altas y muy altas tienen un menor riesgo pero de todas formas deben ser consideradas en el análisis, en la Figura 27 se resumió el proceso SIG realizado, para identificar las zonas posibles a ser inundadas y en la Figura 30 correspondiente al Mapa de Riesgo de Inundación se visualizan estas zonas:

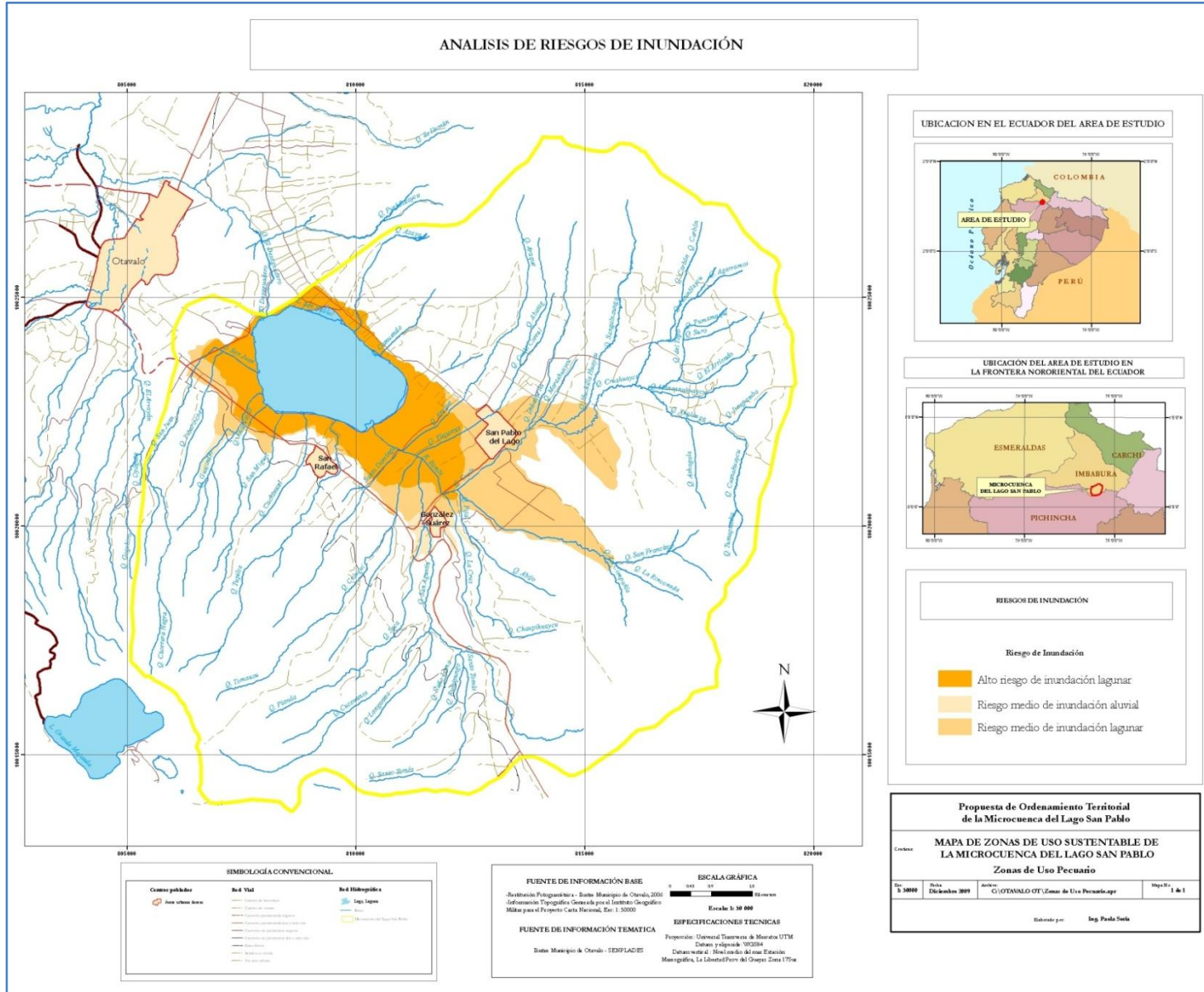


Fig. 30.- Zonas con Peligro a inundación

ZONAS RECOMENDADAS PARA USO SUSTENTABLE:

La categorización de los usos sustentables se realizó analizando varias condicionantes, entre las que están las características del suelo, la geomorfología, la cercanía a obras de infraestructura que permitan una u otra actividad (agrícola, ganadera, forestal), pero principalmente se tomó la clasificación y las recomendaciones de la USDA¹³ ***para asignar actividades acordes a la capacidad del uso del suelo***, así los suelos de más alta clase como la VIII son los más limitados y en esas zonas se deben restringir las acciones hacia actividades de bajo impacto ambiental como la protección para turismo e investigación, a diferencia de los suelos de más baja clase I y II que son suelos aptos para cualquier tipo de actividad agrícola o pecuaria. En ese contexto se definieron 5 categorías de uso sustentable: Uso Forestal, Uso Agroforestal, Uso Pecuario, Uso Agrícola y Sistemas Mixtos.

Las clases de capacidad de uso comprenden las subclases de capacidad, las cuales están determinadas de acuerdo con la naturaleza de las limitaciones que impone el uso del suelo y están en función de los siguientes factores: condición del suelo, riesgos de erosión, condición de drenaje, peligros de inundación. Es decir un suelo de clase VIII es aquel que reúne las peores condiciones de erosión, drenaje, etc. al contrario de un suelo I.

En función de las limitantes que presenta el suelo y el grado o magnitud estimada de la limitante, el sistema USDA clasifica los suelos en ocho clases creciendo el grado de limitante para el uso desde la Clase I a VIII.

Los suelos arables se agrupan de acuerdo a potencialidades y limitaciones, para una producción continua de cultivos de ciclo corto, pasturas, etc, y no requieren tratamientos particulares e incluyen las clases I a IV. Los suelos no arables se agrupan de acuerdo a potencialidades y limitaciones para la producción de vegetación permanente (plantaciones forestales y sistemas mixtos) y de acuerdo a los riesgos de destrucción y daño si son mal manejados e incluyen las clases V a VIII, la subclase define el tipo de limitante así estas pueden ser “*e*” que se refiere al riesgo de erosión, “*w*” al exceso de agua, “*c*” se refiere a limitantes climáticos, “*s*” limitantes debidas a las características del perfil del suelo como salinidad, poca profundidad de exploración radicular, alcalinidad, etc).

¹³ USDA.- *United States Department of Agriculture*

SUELOS ARABLES APTOS PARA ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y GANADERAS:

Clase I.- sin limitantes importantes, se pueden trabajar sin mayores precauciones, solamente debe cuidarse la degradación física y la fertilidad, a esta categoría pertenecen suelos profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, buena retención de agua disponible y buena fertilidad. Este es el tipo de suelos con mejores condiciones para la agricultura, se encuentra en un 1.61 % (813 ha) en la microcuenca y la franja más representativa está en el margen izquierdo del lago.

Case II.- presentan limitantes moderadas, en general dicha limitante es el riesgo de erosión pero subsanable con medidas de manejo simples bajo laboreo convencional. Las limitaciones incluyen una o varios de estos efectos: pendientes suaves, profundidad menor a la ideal, estructura desfavorable y parcialmente desfavorable laborabilidad, ocasionales inundaciones o contenido de sodio moderado. Este tipo de suelos cubre un 6% de la microcuenca (3025 ha).

Clase III.- presentan limitaciones severas. Tienen alto riesgo de erosión y requieren prácticas especiales de manejo (baja intensidad de uso agrícola) y conservación (medidas mecánicas de apoyo), esta categoría de suelos es poco representativa en el área de estudio y se encuentra en los flancos orientales de la microcuenca representada por un pequeño 1%.

Clase IV. Presentan limitantes muy severas, se pueden usar ocasionalmente con cultivos perennes pero no para cultivos intensivos de ciclo corto. Es preferible mantenerlos cubiertos sin laboreo convencional principalmente por el riesgo de erosión. El mayor porcentaje de la tierra apta para agricultura y/o ganadería extensiva se encuentra en esta categoría cubriendo un total del 12% de la microcuenca.

SUELOS CON LIMITACIONES – ACTIVIDADES MIXTAS – USO AGROFORESTAL

En esta categoría están incluidos los suelos de *Clase VI* y *Clase V*, en la microcuenca solo existe suelos tipo V con un total de 7711 ha llegando a un total del 15% del total de la microcuenca, los suelos que comprende esta clase presentan limitaciones severas que los

hacen generalmente inapropiados para llevar a cabo, en forma normal, cultivos de carácter intensivo. Los problemas o deficiencias más importantes que presentan están vinculados estrechamente a condiciones edáficas como profundidad efectiva limitada, presencia de grava, fertilidad natural generalmente baja, y a características topográficas desfavorables y por consiguiente a susceptibilidad a la erosión. Por lo que se recomienda en éstas áreas realizar una producción mixta entre cultivos y sistemas forestales, de tal forma que no se incrementen las deficiencias de este tipo de suelo.

SUELOS CON APTITUD FORESTAL EXTENSIVA

Clase VII.- suelos con grandes limitaciones, son suelos superficiales, erosionados, o en pendientes fuertes. Aptos para forestación y/o conservación de la cobertura natural. Esta clase es sumamente representativa en la microcuenca llegando a un total de un 27 % se encuentra en las zonas de pendientes altas cerca al páramo, son áreas muy susceptibles a erosión, con paisajes escarpados y laderas fuertemente disectadas. Estas características hacen a los suelos de esta clase totalmente inapropiados para fines agropecuarios, sin embargo en esta categoría se puede realizar una extracción maderable extensiva, una vez que se realicen proyectos de reforestación, revegetación y/o alguna otra medida de recuperación de la cobertura natural propia del sector.

SUELOS QUE DEBEN DESTINARSE A CONSERVACIÓN

Clase VIII.- áreas totalmente improductivas en usos agropecuarios. Pueden usarse en recreación como áreas protegidas, o zonas de investigación etnobotánica.

En la microcuenca la mayoría de los suelos de ésta son de tipo VII y VIII es decir se deben orientar hacia la protección (clase VIII) o actividades mixtas con de conservación y plantaciones forestales extensivas en las zonas de clase VII.

OTROS CRITERIOS

Además de los criterios edáficos para definir la idoneidad de los usos de los suelos de la microcuenca se incluyó en el análisis espacial una diferenciación para las áreas que poseen restricciones de uso como los márgenes de ríos, quebradas y del propio lago.

ANALISIS ESPACIAL:

Una vez analizada la relevancia de cada tipo de suelo se procedió a escoger cada clase de suelo según su aptitud y restar mediante herramientas SIG las zonas que son márgenes de ríos, quebradas y de la zona de seguridad del lago, dándonos como resultado, los siguientes mapas de *áreas de uso sustentable*:

- Zonas con aptitud para Uso Agroforestal
- Zonas con aptitud para Uso Agrícola
- Zonas con aptitud para Uso Pecuario

En los siguientes esquemas se indican los procesos realizados en el SIG para obtener los mapas que se ilustran posteriormente:

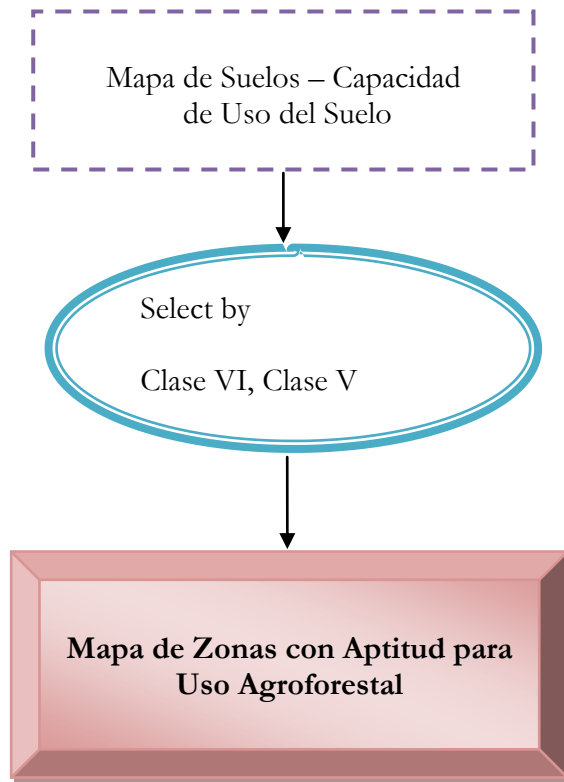


Fig. 31.- Flujoograma – Zonas Aptas para Uso Agroforestal

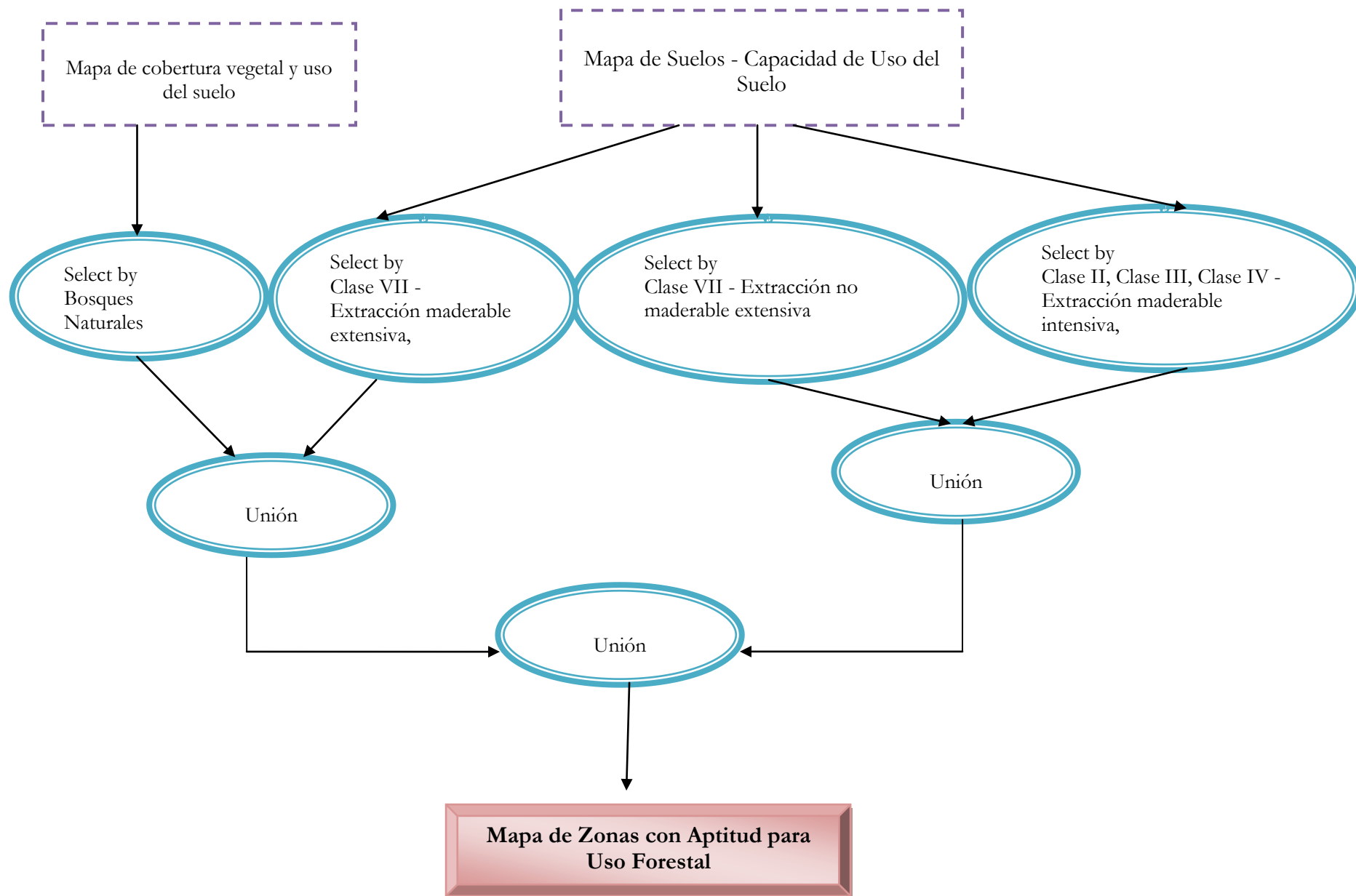


Fig. 32.- Flujograma – Zonas Aptas para Uso Forestal

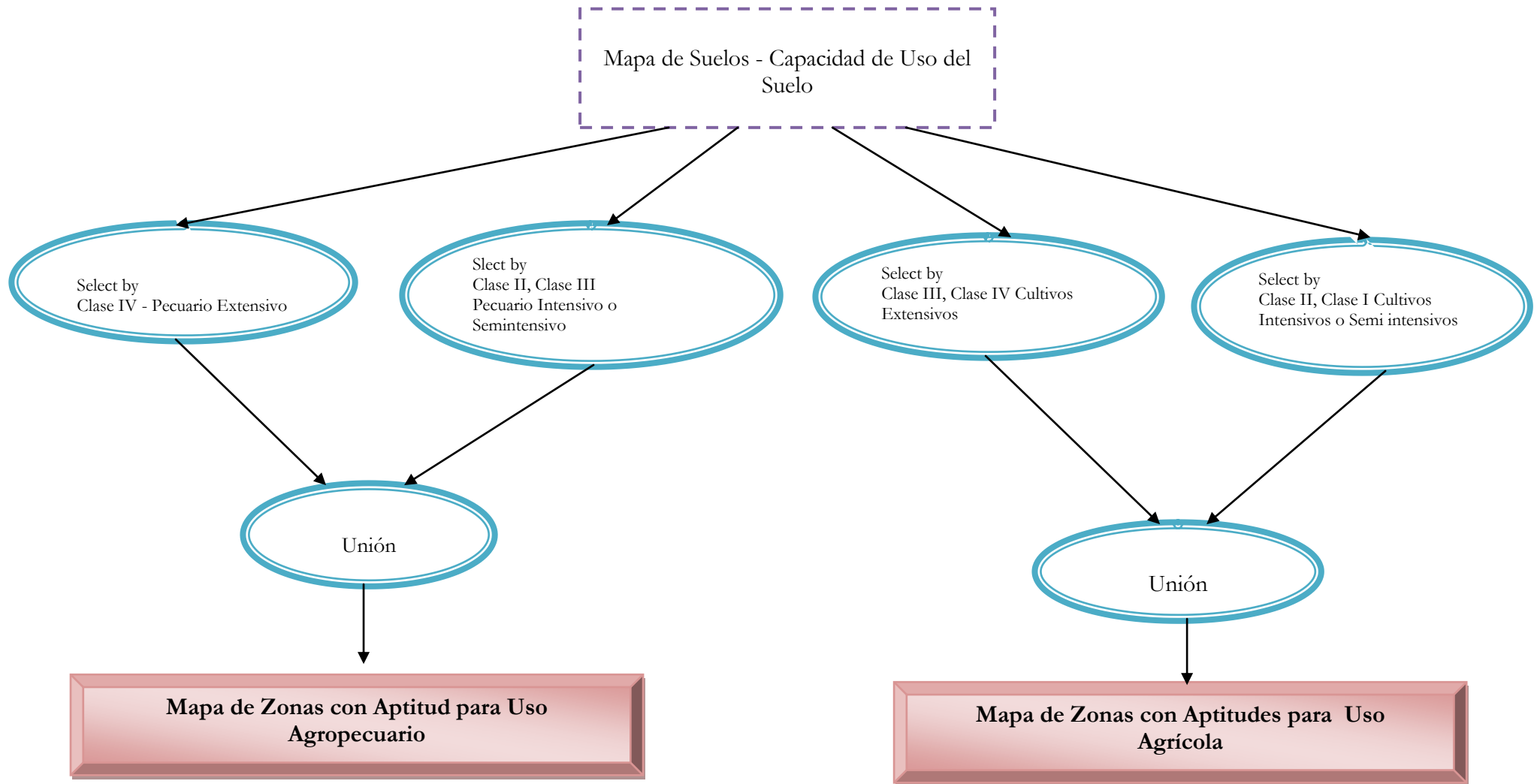


Fig. 33.- Flujograma – Zonas Aptas para Uso Agropecuario y Agrícola

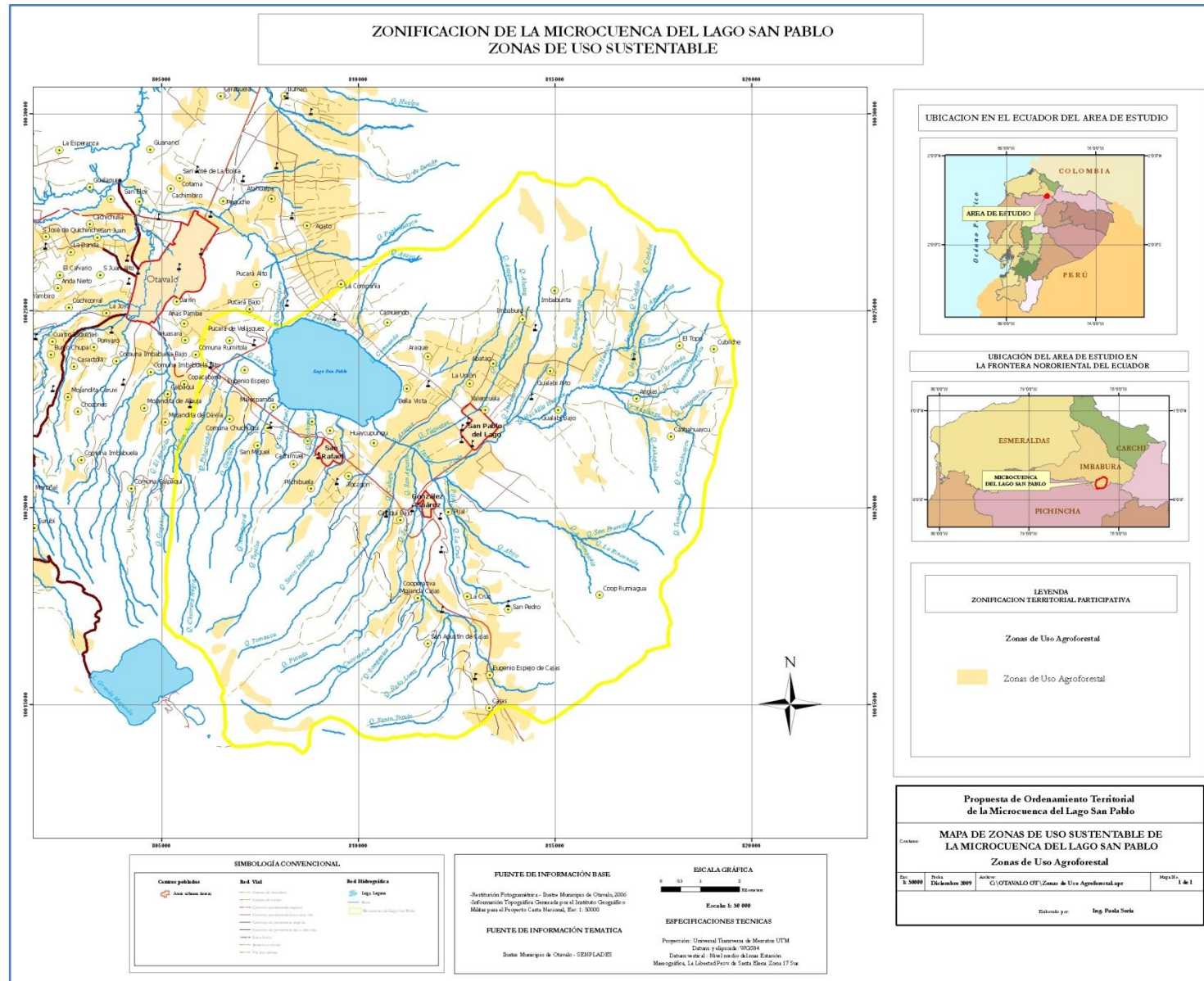


Fig. 34.- Mapa de Areas con Aptitud Agroforestal

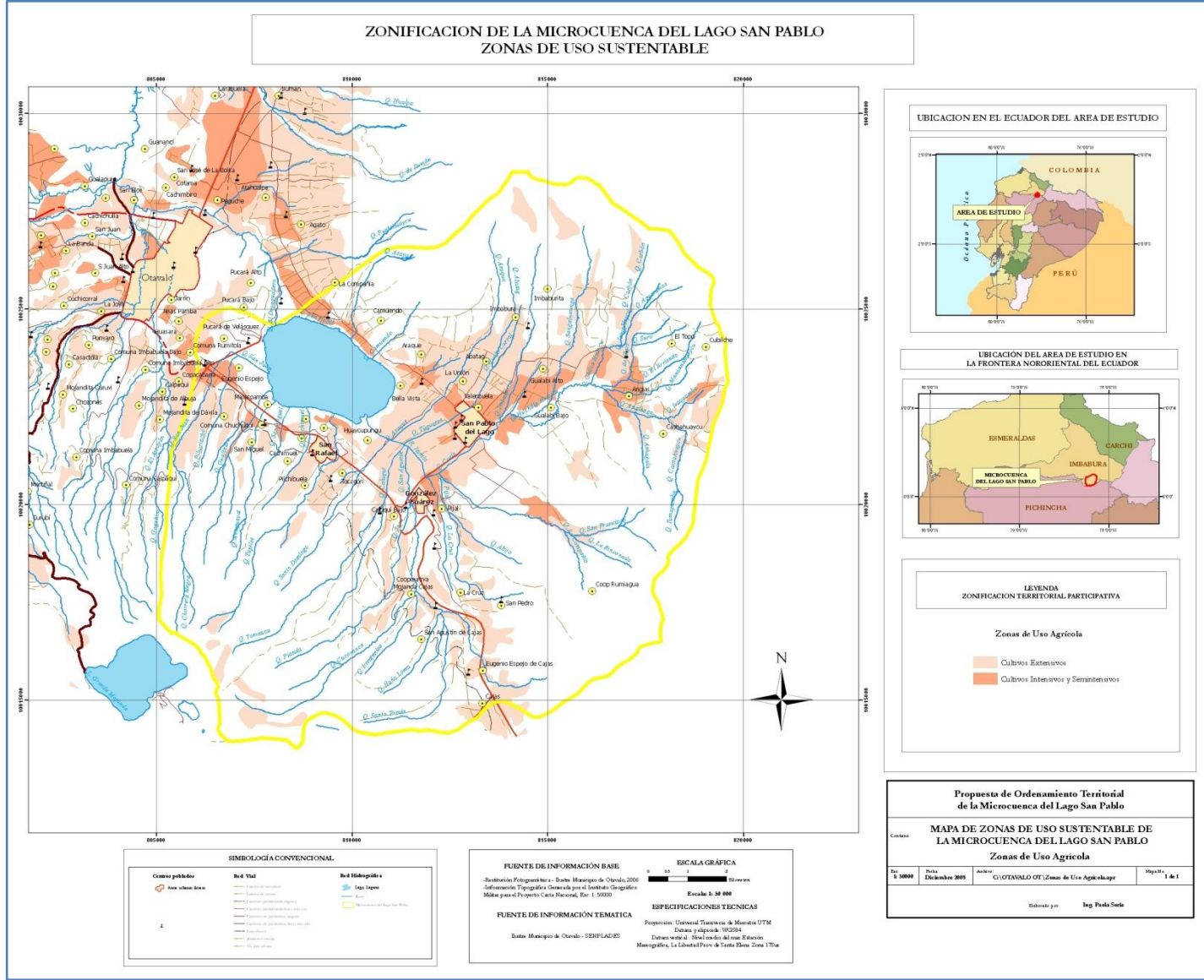


Fig. 35.- Mapa de Áreas con Aptitud Agrícola

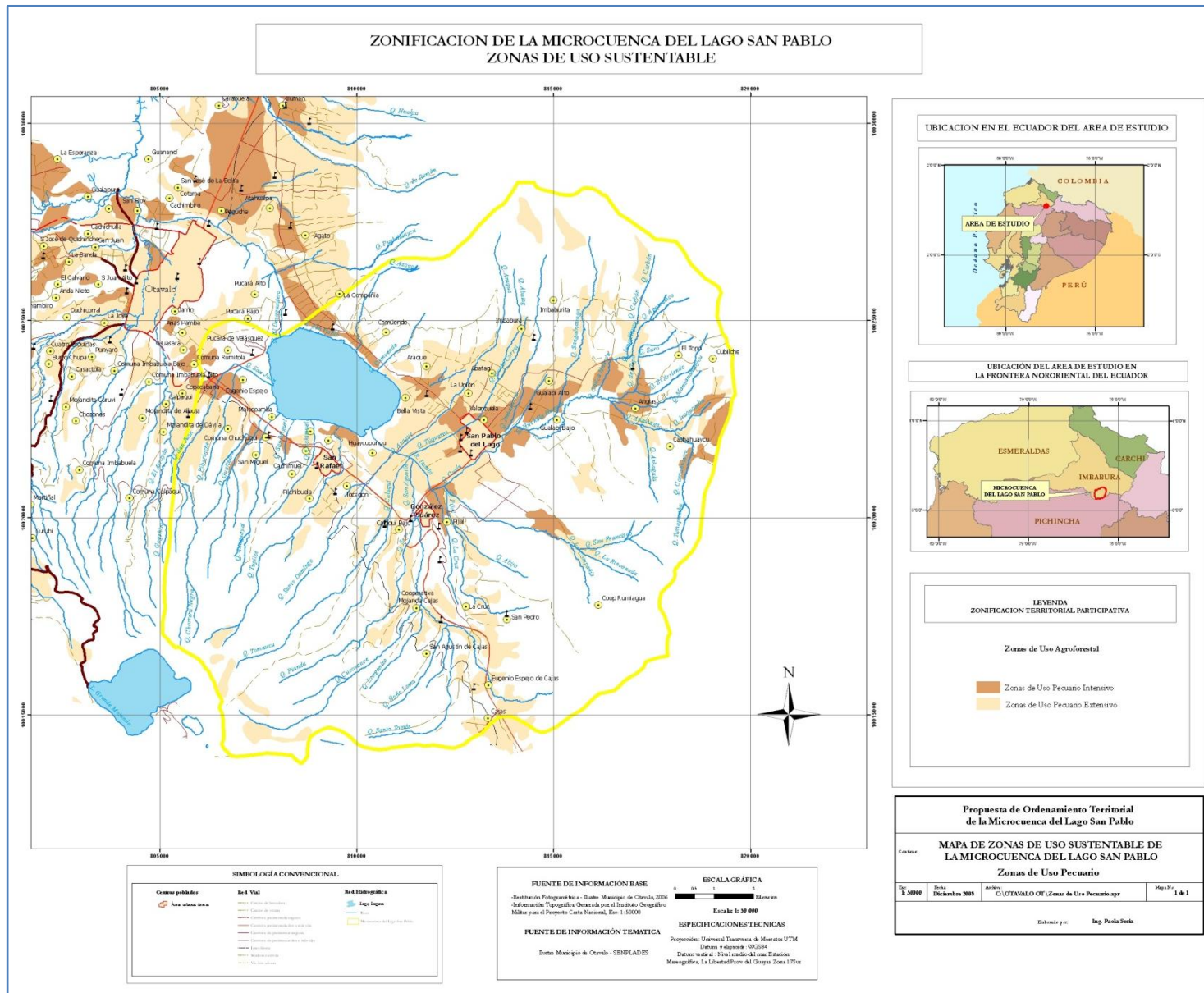
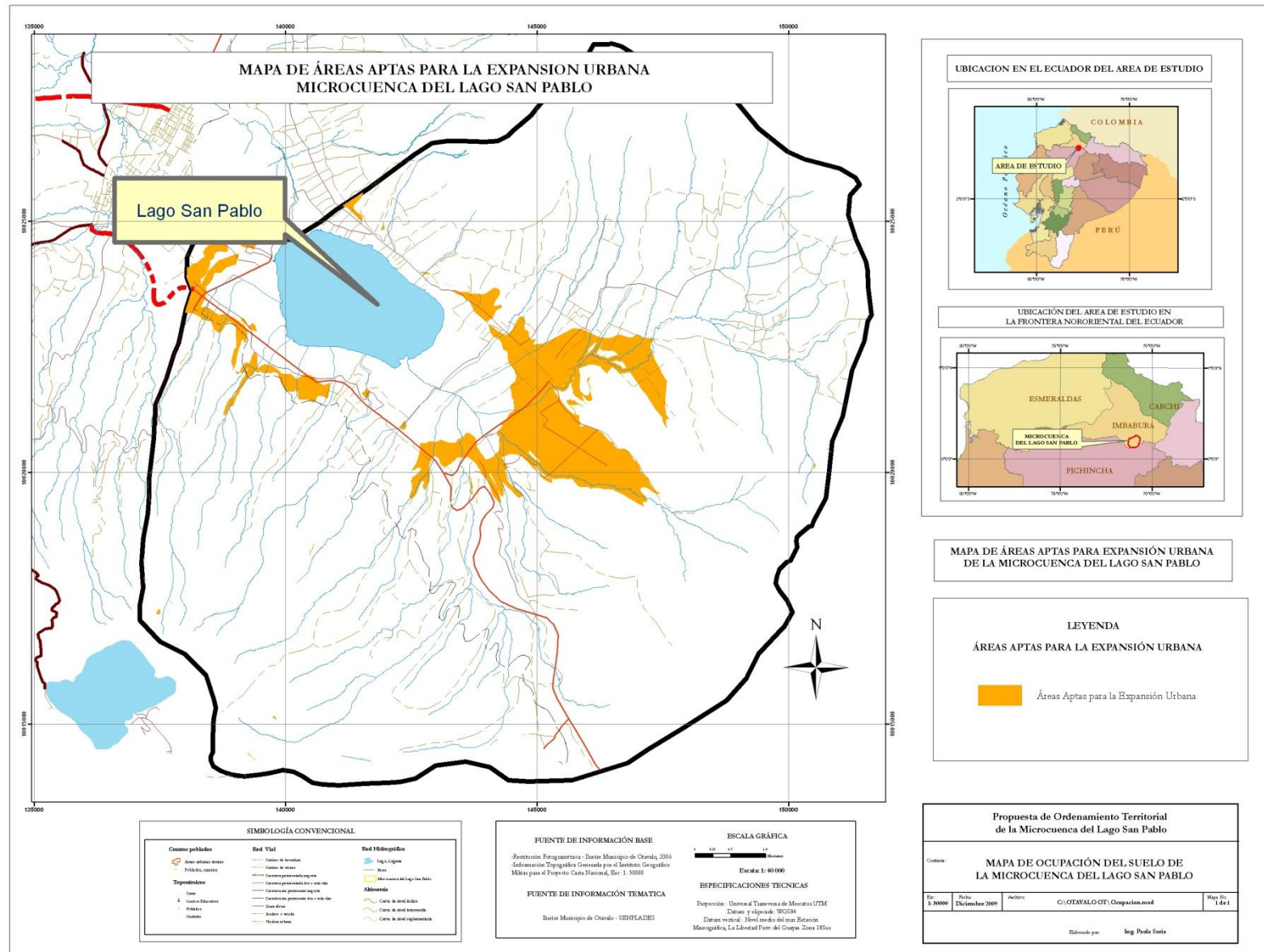


Fig. 36.- Mapa de Áreas con Aptitud para Uso Pecuario

ZONAS RECOMENDADAS PARA EXPANSIÓN DEL ÁREA URBANA

Para la definición de las zonas aptas para la expansión urbana en la microcuenca, se realizó un análisis espacial con información secundaria, en donde se integraron los siguientes criterios: las áreas de expansión urbana deben estar necesariamente fuera de las zonas vulnerables a peligros naturales (deslizamientos, hundimientos, inundaciones); deben tener una dotación de servicios básicos, no deben comprometer las zonas con excelente potencial agrícola para no comprometer la seguridad alimentaria de los habitantes de la microcuenca, Ver Figura 37.



4.7.1 Áreas con conflictos de Uso

La actividad humana es un factor determinante en la transformación de la superficie de la microcuenca del Lago San Pablo, ejerciendo presión sobre los recursos, bien sea degradándolos hasta su agotamiento, o adaptando sus usos a las cualidades ambientales del suelo sin producir cambios significativos. En la mayoría de los casos los patrones de uso del suelo no toman en cuenta la aptitud natural de éste, originando conflictos en el uso de la tierra y la consecuente degradación del medio. La propuesta de ordenamiento territorial se enfoca a definir las áreas que requieren de manera emergente la aplicación ejecución de proyectos para revertir o disminuir esta mala utilización del territorio de la microcuenca.

Los tipos de conflicto pueden ser de sobre utilización en los casos en que se usan suelos limitados o restringidos legalmente para actividades más intensivas que las apropiadas; y los de subutilización cuando éstos no están siendo utilizados en todo su potencial. En el segundo caso a pesar de que no existe un deterioro ambiental si existe una disminución de la economía de la región.

La determinación de las áreas afectadas por sobreutilización y subutilización del suelo se desarrolla en función de la comparación espacial entre la zonificación propuesta u óptima y el uso actual (real) de la microcuenca. Como ya contamos con esta información se procede a la unión o intersección espacial entre las capas de la zonificación y las capas del uso actual, para establecer una matriz bidimensional conformada por aptitudes agrícolas versus uso actual, en esta matriz se definen los diferentes conflictos de uso los cuales varían de acuerdo a la magnitud de la agresión y/o afectación que se ha cometido en la microcuenca, principalmente por las malas prácticas agrícolas y ganaderas o la ubicación de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo.

En la matriz bidimensional de conflictos de uso, se han definido varias categorías, así, cuando la utilización del territorio está por encima de su capacidad y este deterioro implica una fuerte degradación ambiental se la ha categorizado como una *sobreutilización alta (So)*, cuando existe una sobreutilización pero esta no implica una fuerte agresión ambiental, se categoriza una *sobreutilización baja (Sob)*. Se da también la otra posibilidad, cuando la utilización del suelo está por debajo de la capacidad agrológica se ha categorizado en una

subutilización en niveles alta y baja (Sua, Sub); y finalmente cuando la aptitud agrológica concuerda con el uso actual en ese caso se le ha calificado como *uso adecuado (Ua)* . Ver Tabla 20. Conflictos de Uso.

MATRIZ DE CONFLICTOS DE USO								
<i>ACTIVIDADES ZONIFICACIÓN</i>								
USO Y COBERTURA ACTUAL	<i>Riesgo Geodinámico</i>	<i>Riesgo Inundación</i>	<i>Protección Valor Naturalístico</i>	<i>Uso Agroforestal</i>	<i>Uso Agrícola Intensivo</i>	<i>Uso Agrícola Extensivo</i>	<i>Uso Pecuario Intensivo</i>	<i>Uso Pecuario Extensivo</i>
<i>Áreas Urbanas</i>	So	So	So	Sob	So	So	So	So
<i>Bosque</i>	Ua	Ua	Ua	Su	Su	Su	Su	Su
<i>Bosque Intervenido</i>	Ua	Ua	Ua	Su	Su	Su	Su	Su
<i>Bosque Plantado</i>	Ua	Ua	So	Ua	Su	Su	Su	Su
<i>Cultivos Ciclo Corto</i>	Ua	Sob	So	So	Ua	Ua	Ua	Ua
<i>Pastos</i>	Ua	Ua	So	Sob	Ua	Ua	Ua	Ua
<i>Páramo</i>	Ua	-	Ua	-	-	-	-	-
<i>Páramo - Vegetación Arbustiva</i>	Ua	-	Ua	-	-	-	-	-
<i>Vegetación Arbustiva</i>	Ua	Ua	Ua	Su	Su	Su	Su	Su
<i>Vegetación Lacustre</i>	Ua	Ua	Ua	-	Su	Su	Su	Su

Tabla. 20.- Matriz de conflictos de Uso.

<i>SO</i>	<i>Sobre Utilización Alta</i>
<i>Sob</i>	<i>Sobre Utilización Baja</i>
<i>Su</i>	<i>Sub Utilización Alta</i>
<i>Sub</i>	<i>Sub Utilización Baja</i>
<i>Ua</i>	<i>Uso Adecuado</i>
<i>Na</i>	<i>No aplica</i>

ANÁLISIS ESPACIAL - ÁREAS EN CONFLICTO DE USO:

Para obtener la ubicación de las zonas que actualmente soportan un uso inadecuado dentro de la microcuenca, se realizaron uniones e intersecciones de capas en ArcGIS 9.2, con los siguientes criterios:

Áreas Sobre Utilizadas:

- a) Zonas de Protección por Valor Ecológico (Hídrico) + Uso Actual = detecta las áreas sobre utilizadas en las zonas de protección y que deben ser restauradas en su cobertura natural y/o suelo.*
- b) Zonas de Protección por Riesgo Geodinámico + Uso Actual = detecta las áreas sobre utilizadas agropecuariamente y las zonas urbanas que son vulnerables a riesgo geodinámico.*
- c) Zonas de Protección por Inundación + Uso Actual = detecta principalmente las áreas urbanas en riesgo y en las que se deben establecer políticas de reasentamientos o disminución en la densificación poblacional.*

Áreas Sub y Sobre Utilizadas

- d) Zonas aptas para Uso Agrícola, Pecuario, Forestal (Capacidad Agrológica) + Uso Actual = detecta las áreas subutilizadas y sobreutilizadas en función de la capacidad agrológica del suelo de la microcuenca*

Por ejemplo, el cruzamiento de las capas correspondientes a las *Zonas de Protección por Riesgo Geodinámico* y la *capa de Uso Actual*, permitió definir qué porcentaje de las zonas urbanas consolidadas están dentro de zonas de riesgo, y que área y porcentaje de cultivos cultivos y pastos empeoran la situación de los terrenos inestables, este análisis se realizó mediante la opción de intersección de variables, utilizando la herramienta Intersec de ArcGis 9.2. Ver Figura 37.

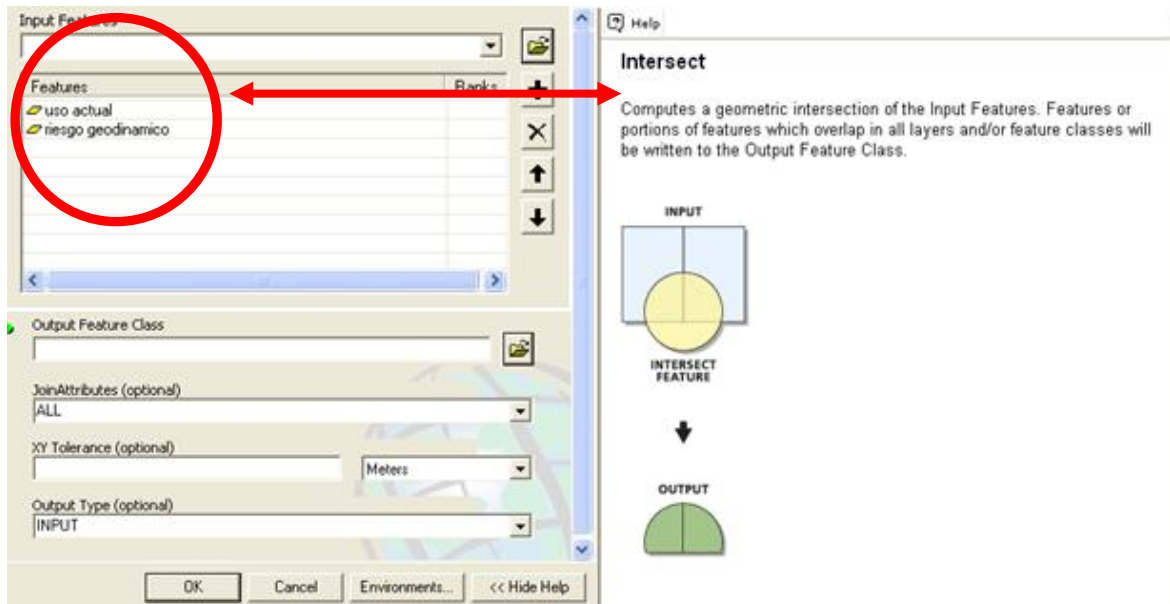


Figura 37

Para definir si el suelo en las áreas con aptitud agrícola está siendo sobre o subutilizado se realizó una unión espacial entre la capa de “Cobertura y Uso” y la capa de “Áreas aptas para Uso Sustentable”, en donde se pudo determinar por ejemplo, zonas de plantaciones forestales en áreas aptas para agricultura intensiva. Ver figura. 38

FID	Shape	USO	DESCRIPCIO	USO_1	USO3
0	Polygon	Pr	Páramo	Pr	Páramo
1	Polygon	Bn	Bosque Plantado	Bn	Bosque
2	Polygon	Va/Pr	Vegetación Arbustiva / Páramo	Va/Pr	Vegetación Arbustiva
3	Polygon	Pn/Cc	Pasto Natural / Cultivos de Ciclo Corto	Pn/Cc	Pastos
4	Polygon	Cd/Pc	Cultivos	cultivos	Cultivos
5	Polygon	Va/Pr	Vegetación Arbustiva / Páramo	Va/Pr	Vegetación Arbustiva
6	Polygon	Bp	Bosque Plantado	Bp	Bosque
7	Polygon	Cd/Pc	Cultivos	cultivos	Cultivos
8	Polygon	Ci	Cultivos	cultivos	Cultivos
9	Polygon	Va/Cc	Vegetación Arbustiva / Cultivos de Ciclo corto	Va/Cc	Vegetación Arbustiva
10	Polygon	Pc/Cc	Pastos Cultivados / Cultivos Ciclo Corto	Pc/Cc	Pastos
11	Polygon	Bn	Bosque Plantado	Bn	Bosque
12	Polygon	Cd-Pc	Cultivos	cultivos	Cultivos
13	Polygon	Ci	Cultivos	cultivos	Cultivos
14	Polygon	Cd/Pc	Cultivos	cultivos	Cultivos
15	Polygon	Pr	Páramo	Pr	Páramo

Fig. 38.- en la figura se puede observar cómo áreas con aptitud agrícola se usan para plantaciones forestales, es importante aclarar que la subutilización de los recursos no implica un deterioro ambiental pero si un deterioro económico

Finalmente para la selección de las obras de infraestructura existentes y reportadas en la cartografía y que se encuentran dentro de las áreas de riesgo (inundación y riesgo geodinámico) se utilizó la herramienta “Select by location” que es la búsqueda de todos los elementos de las capas “poblados, casas, centros educativos” que están dentro de las áreas de riesgo.

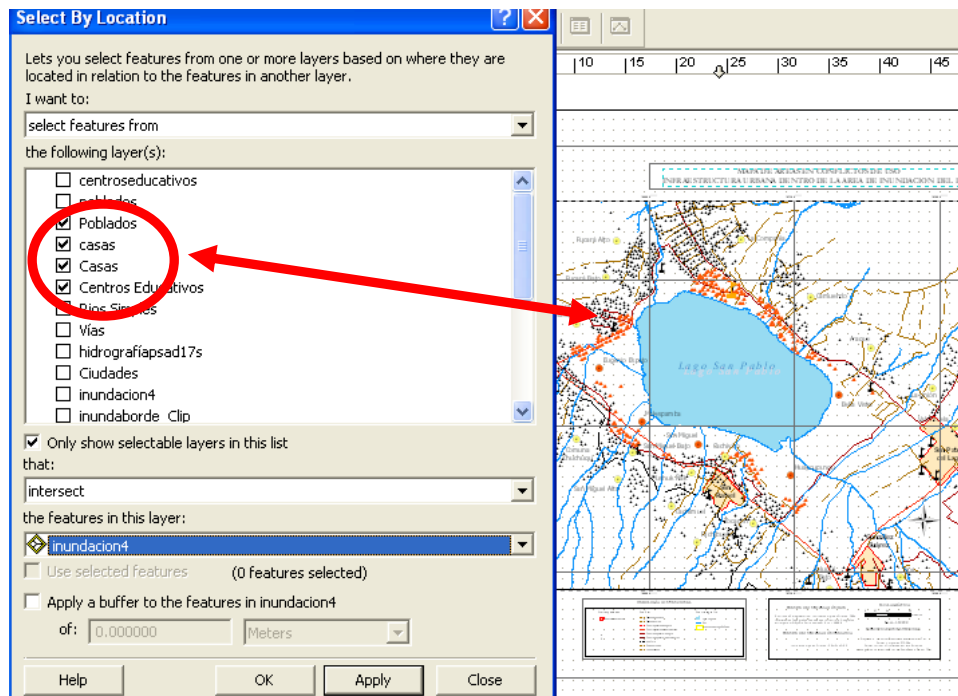


Fig. 39.- Selección de poblados, casas y otra infraestructura relevante cercanos o coincidentes con las áreas de inundación

En la figura 40, se sistematiza el flujograma que resume los procesos SIG realizados para obtener el Mapa de Conflictos de Uso, y en las Figuras 41,42 y 43, se ilustra el mapa propiamente dicho.

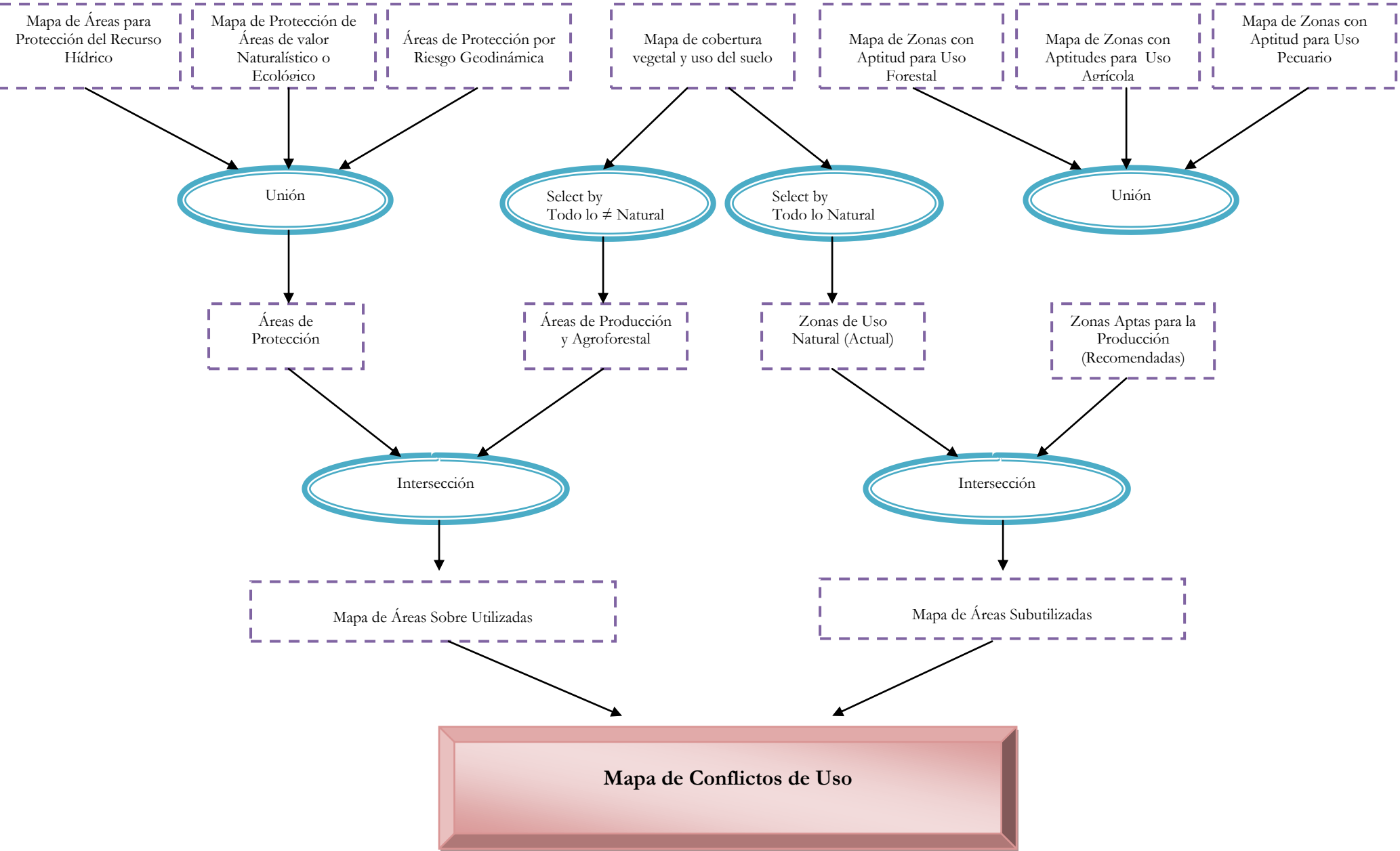


Fig. 40.- Flujograma para Conflictos de Uso

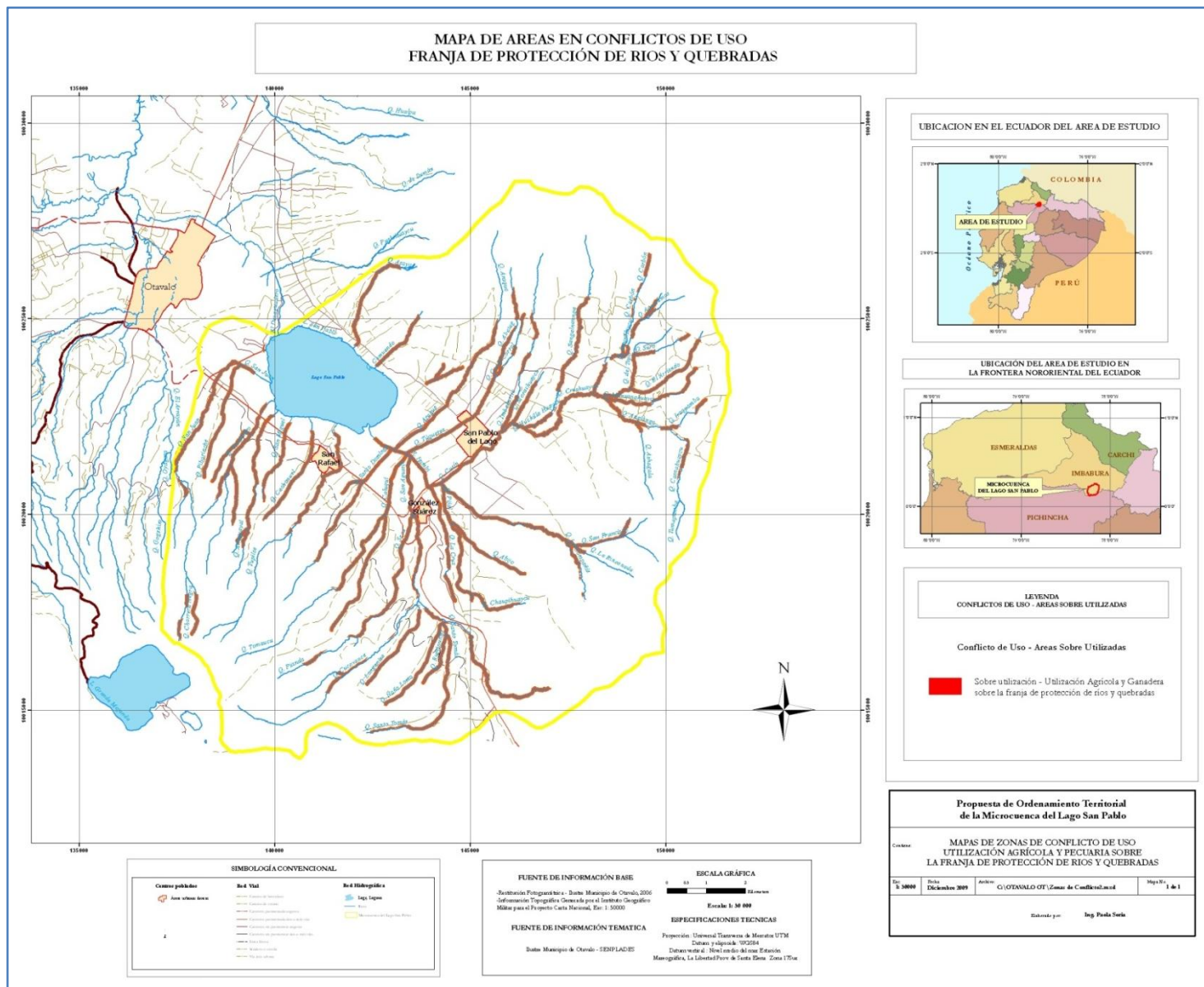


Fig. 41.- Mapa de Conflictos de Uso – Intervención sobre las franjas de protección hídrica

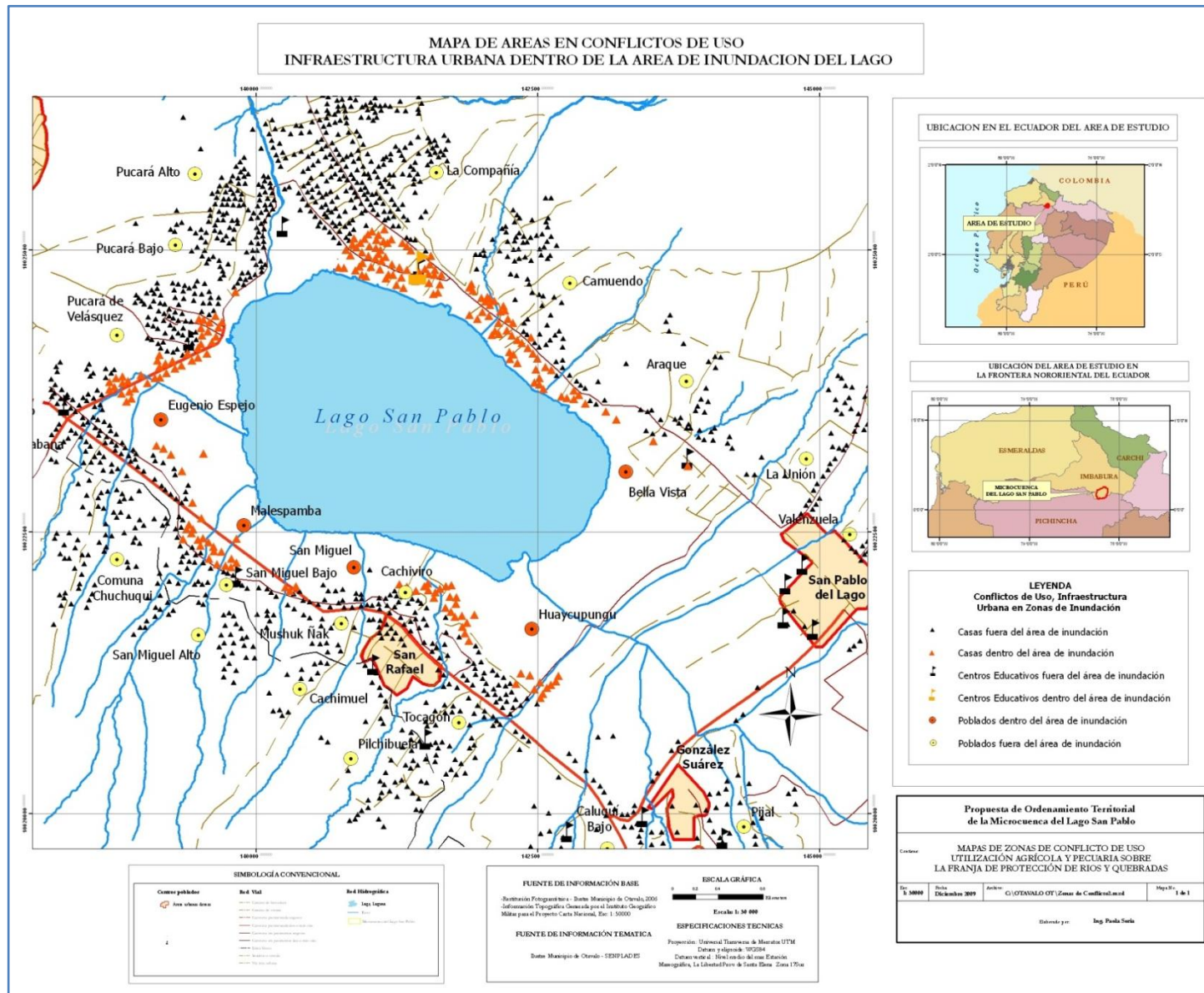


Fig. 42.- Mapa de Conflictos de Uso –Infraestructura Urbana en Áreas con Peligro de Inundación

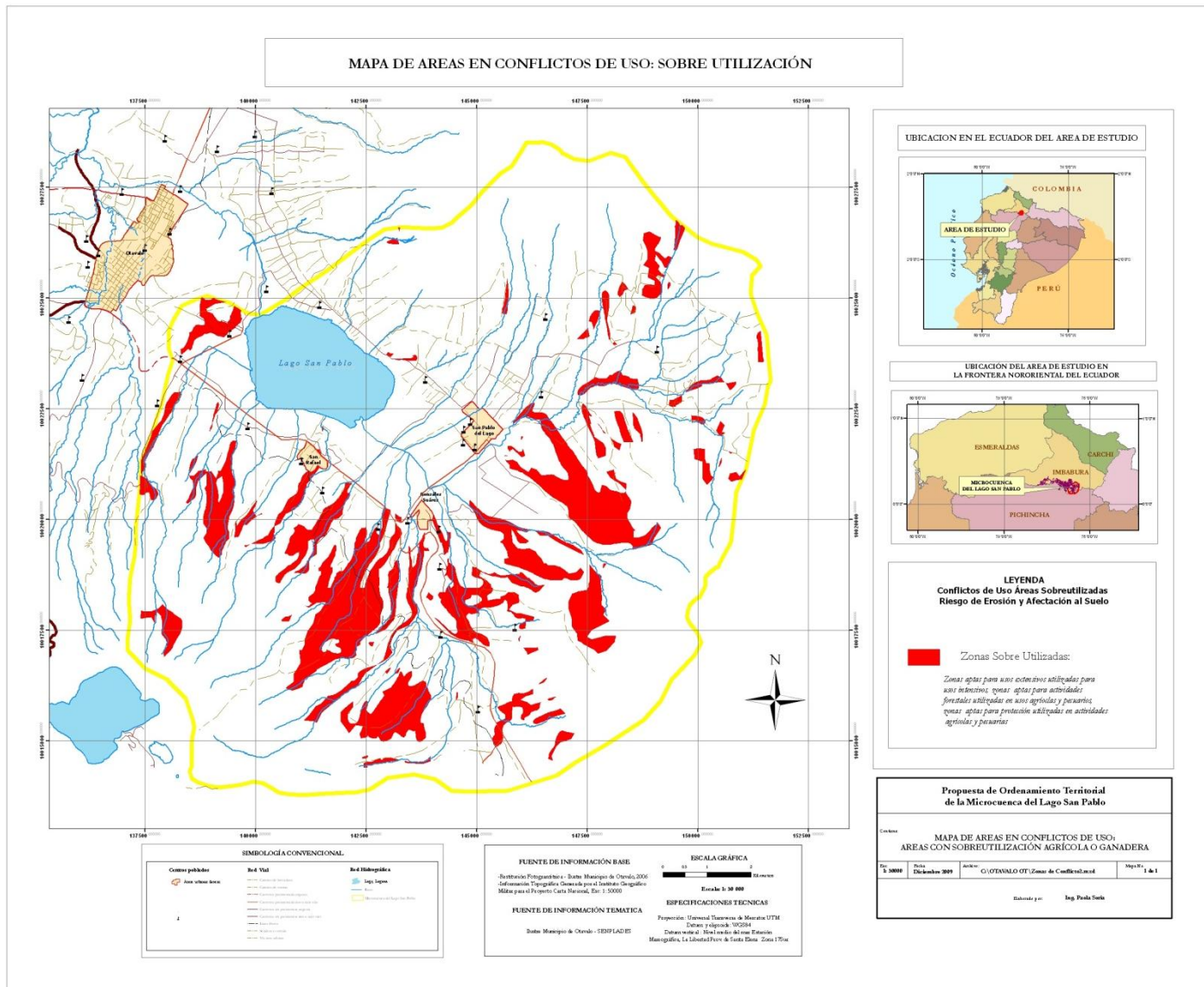


Fig. 43.- Mapa de Conflictos de Uso – Áreas Sobre Utilizadas

4.7.2 Definición de las áreas de intervención territorial emergente

Una vez puntualizadas las zonas de conflicto e identificado el tipo de conflicto se procederá a la definición del tipo de intervención que debe realizarse para solucionar o minimizar los diferentes conflictos de uso del suelo, en ese contexto se identificaron las siguientes áreas:

1. *Áreas que deben reconvertir su uso a actividades de menor impacto.*- esta categoría incluye a zonas con uso agroproductivo en zonas que debería protegerse o a su vez un uso agroproductivo en tierras de aptitud forestal.
2. *Áreas que pueden reconvertir su uso a actividades de mayo impacto.*- esta categoría en la microcuenca es casi inexistente pero se refiere a zonas en las que se realiza protección o actividades forestales y las características del territorio permiten la producción agrícola y/o ganadera.
3. *Zonas para rehabilitación de la cobertura vegetal.*- esta es una subclase de la primera categoría pero se ha realizado un análisis especial para determinar cuáles son las áreas prioritarias para recuperación de la cobertura vegetal a través de procesos de forestación, reforestación o revegetación.
4. *Zonas que necesitan rehabilitación de suelos.*- esta categoría también es una subdivisión pero separarla ha sido importante para visualizar claramente cuáles son las tierras más afectas y que cuentan con suelos en claro proceso de erosión o deterioro químico.

A continuación se resume una matriz que sintetiza las áreas que se definen como zonas que deben modificar su uso:

ZONAS DE RESTAURACIÓN	Reconversión de Usos	Superficies en Conflictos de uso	Áreas Sobreutilizadas	Conflictos de Uso del Suelo	Uso agroproductivo en zonas de protección: SR (Cc/VIII) SR (Cpt/VIII) SR (Pp/VIII) SR (Ppt/VIII)
				Conflictos de Uso del Suelo	Uso agroproductivo en tierras de aptitud forestal SR (Cc/VII) SR (Cpt/VII) SR (Pp/VII) SR (Ppt(VII)
				Conflictos de Uso del Suelo	Uso agroproductivo en tierras de aptitud agroforestal SR (Cc/VI) SR (Cpt/VI) SR(Pp/VI) SR(Ppt/VI) SR(Cc/IV) SR (Cpt/IV)
		Áreas Subutilizadas	Conflictos de Uso del Suelo	Cultivos anuales en tierras de aptitud pecuaria SR(Cc/VI) SR(Cpt/VI)	
	Restauración vegetal	Bosques Intervenidos y degradados		Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo	Bosques Naturales Intervenidos: Bma-I Bm-I Bmb-I Bmp-I
	Rehabilitación y recuperación de suelos	Áreas degradadas o en proceso		Mapa de Cobertura Vegetal y uso del Suelo	Pastos Naturales: Pn Vhs Áreas Erosionadas

Tabla 21.- Zonas para recuperación, reforestación, y rehabilitación de suelos

A continuación se ilustran los resultados de los análisis SIG para obtener estas zonas:

ZONIFICACION DE LA MICROCUENCA DEL LAGO SAN PABLO ZONAS DE USO SUSTENTABLE

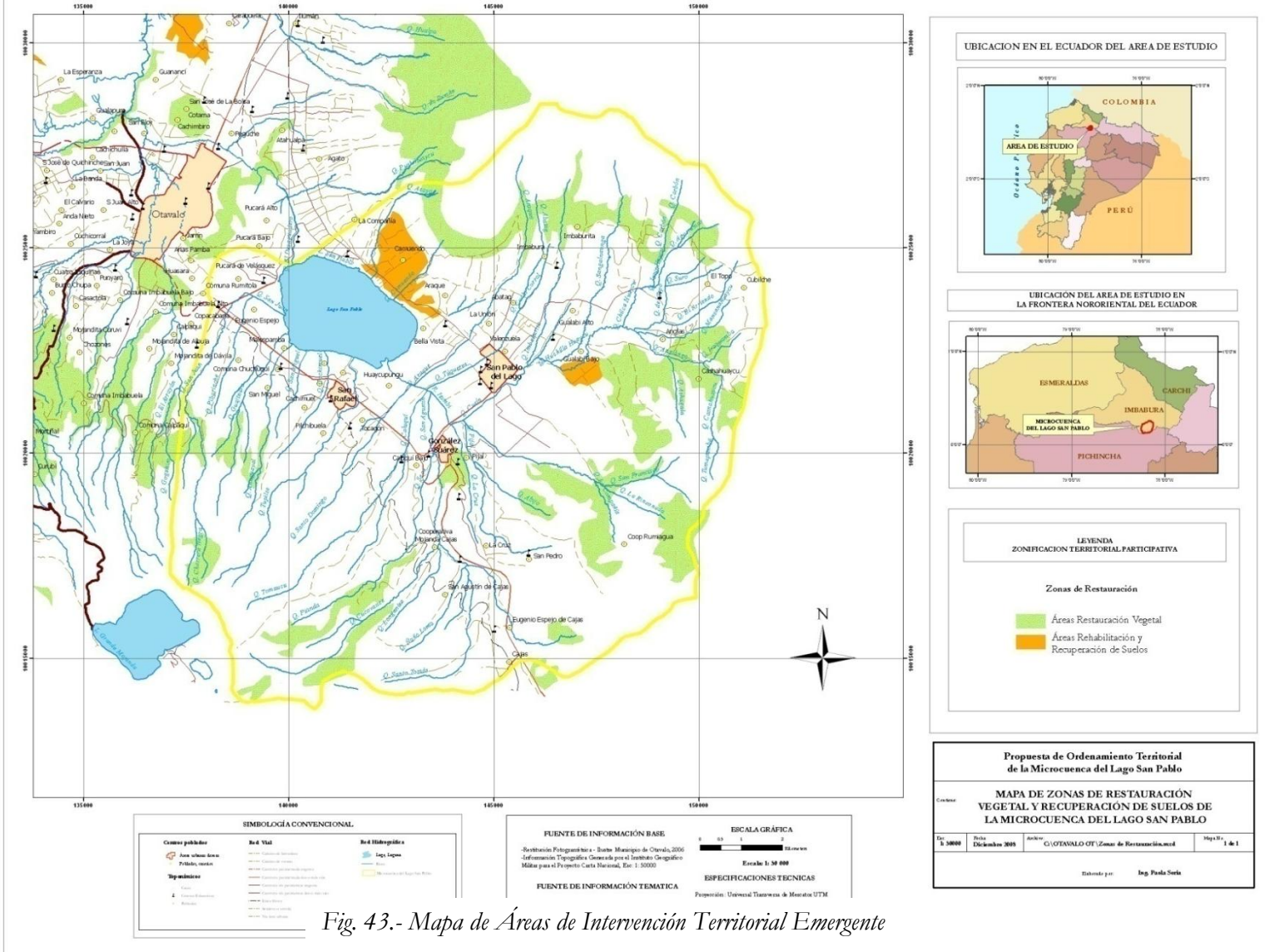


Fig. 43.- Mapa de Áreas de Intervención Territorial Emergente

4.8 PROYECTOS DE INTERVENCIÓN

La definición de una propuesta de ordenación del territorio debe incluir necesariamente la identificación de proyectos que para la comunidad son relevantes y que se enmarcan dentro de las políticas del POT, en ese contexto en talleres realizados con la comunidad, se definieron una lista corta de proyectos prioritarios que fortalecerán y permitirán dar operatividad a la zonificación adecuada de la microcuenca, entre los que tenemos los siguientes:

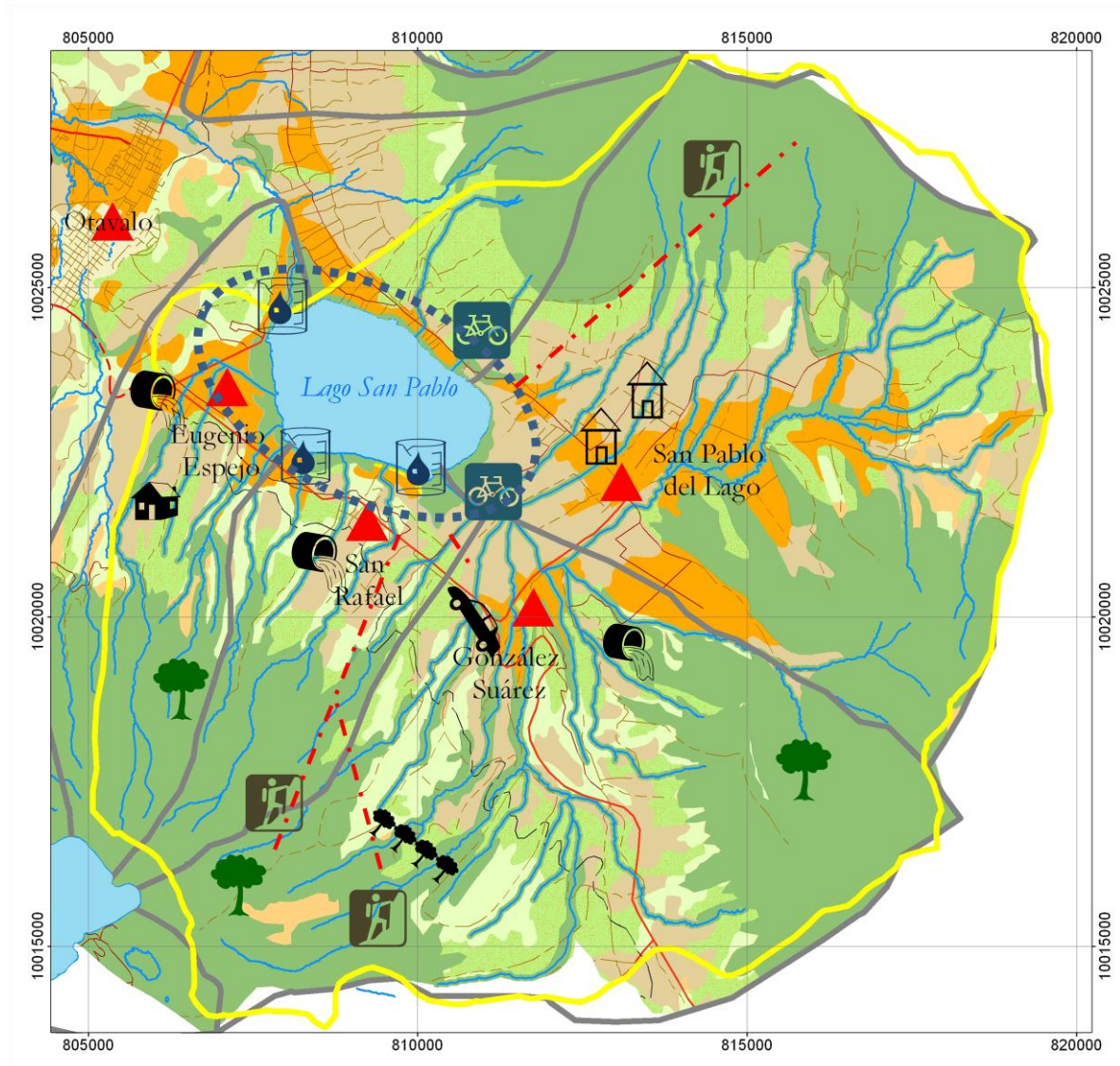
PARROQUIAS	PROYECTOS
SAN PABLO DEL LAGO	Apoyo económico y técnico para la construcción de un Proyecto de Vivienda Ecológica compuesto por 50 casas manejado por el Párroco de San Pablo del Lago y Restauración de las viviendas existentes edificadas con características arquitectónicas clásicas alrededor del parque central.
	Estudio para la construcción de un ciclopaseo alrededor del Lago.
SAN RAFAEL	Revegetar, forestar y reforestar las zonas altas (páramo) y los alrededores de las quebradas de la parroquia de San Rafael para garantizar la NO sedimentación hacia la laguna y disminuir el deterioro de la calidad del agua de los ríos y acequias.
	Construcción de las plantas de tratamiento que necesita la microcuenca, ya se cuenta con los estudios de factibilidad técnica, realizados por la OIM (Organismo Internacional para las Migraciones).
	Alcantarillado en las zonas altas de San Rafael (Mushuñan, Cachimuel, Tocagon, y San Miguel Alto)
GONZALEZ SUAREZ	Estudio y financiamiento para la ampliación de la tubería del alcantarillado y ejecución de la obra ya que la situación es crítica (las aguas servidas se desbordan en la vía)
	Construcción de las plantas de tratamiento de las aguas servidas
	Delimitación de las áreas de protección definidas en la zonificación
	Recuperación de los remanentes de bosque principalmente de la quebrada San Agustín con proyectos de forestación, reforestación y re vegetación
	Apoyo del Ministerio de Turismo para proyectos turísticos de senderos, principalmente en las zonas apícolas y de alpacas en los páramos.
	Mejorar la vía que circunda el lago ya que su mala calidad es un gran limitante.
	Inty Huaycopungo requiere un acceso hacia el lago ya que la falta de este les limita en sus oportunidades turísticas.
EUGENIO ESPEJO	Elaborar el levantamiento catastral para poder legalizar sus predios.
	Generar una ordenanza que decrete como protegidas las zonas que deben ser conservadas

Tabla 22.- *Proyectos de Intervención por Parroquia*

4.7.2 Escenario Deseado

La definición del escenario deseado implica la intersección de la propuesta de ordenamiento físico del territorio con la georeferenciación de los proyectos solicitados por la comunidad, así tenemos el siguiente y final esquema de zonificación o escenario deseado:

ESCENARIO FUTURO DESEADO CONSENSUADO



SIMBOLOGÍA

- Lago San Pablo
- Poblados representativos
- Microcuernca Lago San Pablo
- División Parroquial
- Ríos
- Camino de verano y senderos
- Carretera pavimentada angosta
- Carretera pavimentada dos o más vías
- Carretera sin pavimentar dos o más vías

LEYENDA DE ZONIFICACIÓN

- Zonas de Protección
- Zonas aptas para cultivos extensivos
- Zonas aptas para actividades agroproductivas intensivas y semiintensivas
- Zonas aptas para extracción no maderable extensiva
- Zonas aptas para actividad agroforestal

PROYECTOS DE INTERVENCIÓN TERRITORIAL

- Mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de agua
- Construcción de un proyecto tipo de vivienda ecológica con características clásicas de la zona.
- Generación de vías de acceso con fines turísticos y colocación de señalética.
- Proyectos de forestación y reforestación principalmente sobre los cauces de los ríos y la Quebrada San Agustín
- Linderación natural de las zonas de protección
- Alcantarillado emergente
- Construcción de una Ciclo Ruta Turística
- Generación de un acceso vial hacia Huaycopungo en González Suárez
- Levantamiento Catastral para legalización de predios y cobro de impuestos

Fig. 44.- Escenario Futuro Deseado - Consensuado

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Una vez realizadas las estimaciones de áreas y porcentajes tanto de la caracterización espacial de la microcuenca, como de la propuesta de zonificación territorial futura, se concluye lo siguiente:

1. Un 35 % del total de la microcuenca cuenta con remanentes naturales, siendo los más representativos los páramos ubicados en la zona alta con un 18.5% (2820 ha).

Existe una fuerte sobreutilización del territorio de la microcuenca, encontrándose un total de 3270 ha de territorio en conflictos de uso de sobreutilización, siendo el territorio más afectado el correspondiente a la parroquia de González Suárez seguida de San Pablo del Lago.

3. Las áreas que deben ser consideradas como áreas prioritarias para la conservación cubren un total de 8716ha, distribuidas de la siguiente forma:

Parroquia	Área (m2)	Ha
San Pablo (Cantón completo)	33375946.929	3338
Eugenio Espejo	9188298.098	919
Otavalo	4612279.734	461
Gonzalez Suarez	29075250.699	2908
San Rafael	10897490.130	1090

Dentro del territorio de la microcuenca existe un porcentaje considerable de suelo apto para el uso *productivo sustentable*, obviamente se trata de zonas cuyas características son pendientes suaves, sin riesgos naturales fuertes, condiciones edafológicas apropiadas y servicios e infraestructura. A continuación se exhiben los porcentajes y áreas de los resultados del análisis espacial de las zonas aptas para lo descrito en las líneas anteriores:

Zonas de Extracción No Maderable Extensiva:

Nombre de la parroquia	Área (m2)	Ha
San Pablo (cantón completo)	59054169.650	5905
Eugenio Espejo	23834327.487	2383
González Suárez	54599358.842	5460
San Rafael	18271103.091	1827

Zona apta para Uso Pecuario Extensivo y Para Cultivos Extensivos:

Nombre de la parroquia	Área (m2)	Ha
San Pablo (cantón completo)	59054170	5905
Eugenio Espejo	23834327	2383
González Suárez	54599359	5460
San Rafael	18271103	1827

Zona Apta para Cultivos Intensivos y Semintensivos y Uso Pecuario Intensivo:

Cantón	Nombre	Área	ha
OTAVALO	San Pablo (cantón completo)	6030096	603
	Eugenio Espejo	1101014	110
	Otavalo	7518280	752
	González Suárez	518680	52
	San Rafael	312743	31

Zonas de Restauración y recuperación

Se identifican zonas que han sido sobreutilizadas y al momento se encuentran con una fuerte degradación de la cobertura vegetal o a su vez el suelo se encuentra deteriorado para lo que se recomienda la reconversión de usos o la recuperación de la cobertura y el suelo.

Áreas que deberían ser destinadas a la recuperación de la Cobertura Natural:

CANTON	NOMBRE	AREA (m2)	AREA (ha)
OTAVALO	Eugenio Espejo	3613144.238	361
	González Suárez	6989358.252	699
	Otavalo	21332671.694	2133
	San Pablo	10937804.003	1094
	San Rafael	281893.777	28

Se identificaron un total de 51 ha en la parroquia de San Pablo del Lago y 291 ha en la parroquia de Otavalo que deben integrar en sus actividades la recuperación y remediación de suelos ya que denotan un alto degradamiento de los mismos.

La actual distribución territorial de la microcuenca del Lago San Pablo ha sido producto de una ocupación no planificada, lo que se denota claramente en la mala ubicación de los poblados de Eugenio Espejo, Malespamba, San Miguel, Bella Vista y Huaycopungo inmersos en la zonas directas de inundación del lago, definidas en este estudio.

El Municipio conjuntamente con las juntas parroquiales deberán emprender proyectos destinados a que en el mediano y largo plazo se reubiquen los poblados en riesgo o al menos se disminuya la densidad poblacional de los mismos, orientando las áreas mas susceptibles a inundación hacia actividades agrícolas y desplazando la zona urbana hacia los sitios más seguros.

La actual Constitución solicita la construcción de planes de ordenamiento territorial para así garantizar que la intervención que los gobiernos seccionales realicen esté en función de las reales necesidades locales y la herramienta de la Zonificación Territorial Deseada o Escenario Deseado constituye una herramienta valiosísima para el planificador del territorio (prefectos, alcaldes, presidentes de juntas parroquiales y planificadores) en función de esta se deberán hacer ajustes a la ordenanza existente, ya que la misma cuenta con un análisis profundo de la realidad física espacial de la microcuenca. En dicha ordenanza deberán restringirse los usos y las actividades productivas hacia las zonas con aptitud para ellas y proyectar normas y controles para evitar el avance de las invasiones hacia zonas prioritarias para la conservación.

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA

Gómez Orea, D (2008). Ordenación Territorial (2da Edición), Ediciones Mundi Prensa, Madrid – España

Granizo, T, et al. (2006). Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, The Nature Conservancy, Impresora Flores, Quito - Ecuador

Massiris, A. (2008). Políticas latinoamericanas de ordenamiento territorial. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Bogotá – Colombia

MAG-IICA-CLIRSEN. (2002). Informe Final: Proyecto "Generación de Información Georeferenciada para el Desarrollo Sustentable del Sector Agropecuario". Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Quito – Ecuador

Departamento Administrativo de Planeación de Cundinamarca (2004). Plan de Ordenamiento Territorial Departamental para el Desarrollo 2004 – 2008 de Cundinamarca, Cundinamara – Colombia.

Corporación Centro de Datos para la Conservación, (2002). Almanaque Electrónico Ecuatoriano. Programa de Apoyo al Sector Agrícola – PROMSA, Top Print, Quito – Ecuador.

Geografía Planificación y Desarrollo, (2008). Estudio para la definición de una zonificación para la implementación de modos sustentables de producción en la cuenca Alta del Río Apaquí, Programa de Apoyo a la Descentralización del Manejo de Recursos Naturales, PRODERENA. Carchi – Ecuador.

Gross, Patricio (1998). Ordenamiento Territorial: El Manejo de los Espacios Rurales, Ediciones Eure, Santiago - Chile

Lavanderos, Leonardo, et al (1994). Hacia un ordenamiento ecológico administrativo del territorio - Sistemas de información geográfica. Santiago - Chile

Domingo, Julio, et al (2010). Sistema de Información Geográfica – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires - Argentina

Geoplades, (2010). Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Quito – Ecuador.

Malagón, D, et al (1995). Propiedades Físicas de los Suelos – Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá – Colombia.

Acosta, Jorge (2009). Memoria Técnica del Estudio Geomorfológico-Geológico de la Cuenca del Río Mira, Quito - Ecuador

Winffll, Alain. Departamento de Geomorfología y Tetedetección del Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), (1982). Relieve y Geomorfología del Ecuador, Quito – Ecuador

Centro de Estudios Pluriculturales (2001). Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Imbacochoa, Ibarra - Ecuador

Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente (DDRMA) - Organización de los Estados Americanos (1993). Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado, Washington DC- Estados Unidos de Norteamérica

Foucher B y Savoyat E (1973). Estudio Geológico de los Andes del Ecuador – Revista de Geología Física y Geodinámica, Paris - Francia

Sitios Web:

Legislación Ambiental Relevante, Consorcio para el Derecho Socio Ambiental (2009), disponible en: <http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion-Ambiental.html>

The Ramsar Convention of the Wetlands, Definición de Humedales y Sistemas de Clasificación de Humedales de la Convención RAMSAR, http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-about-sites-classification-system/main/ramsar/1-36-55%5E21235_4000_2

Dirección de Gestión de Información Socio-Económica del Sector Social – Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, 2010, <http://www.siise.gov.ec/>

CAPITULO VII. ANEXOS

Anexo 1. Respaldos Fotográficos de los Talleres



Fig. 15. Taller de definición de proyectos prioritarios San Rafael



Fig. 16. Sociabilización de la Zonificación y exposición de observaciones por parte de la comunidad



Fig. 17. Informantes Presidente Junta Parroquial González Suárez (izq.) y Vicepresidenta Sra. Rosa Colacate. (der.), Ing. Paola Soria (visitante)



Fig. 23 Taller González Suárez

Anexo 2. Encuestas

