



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA**

**TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN
DESARROLLO REGIONAL Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL**

**“APORTES DE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE AL MANEJO INTEGRADO DE LOS
RECURSOS HÍDRICOS EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA AMBUQUI”**

AUTORA:

ING. FERNANDA MULLO L.

DIRECTORA:

MSc. OLGA MAYORGA

QUITO, MAYO DE 2011

Dedico este trabajo:

A la vida,

A la Madre Naturaleza,

A todos quienes habitamos en ella.

AGRADECIMIENTOS

A todos quienes contribuyeron para hacer posible el término de este trabajo, entre ellos: a MSc. Olguita Mayorga, quien con sus conocimientos supo guiarme en el proceso investigativo, al grupo de profesores Dr. Carlos Nieto e Ing. Galo Manrique que apoyaron con su revisión y observaciones oportunas.

Un agradecimiento sincero a la población de Ambuquí y comunidades aledañas, gente muy amable y abierta a brindar ayuda, especialmente al señor, Ing. Armando Flores, presidente de la Junta Parroquial, quien proporcionó valiosa información para el estudio, así como también a los señores Vocales de la Junta que acompañaron en el recorrido por la zona de estudio, aportando con el conocimiento directo como pobladores propios del lugar.

Mis agradecimientos a Don Celso Guzmán, guardián operador del Sistema de Agua Potable Ambuquí, por su valioso tiempo e información en el proceso de recopilación.

Agradezco a mi esposo, que siempre estuvo presto a acompañarme en los recorridos por el área de estudio y ayudar en la recopilación y levantamiento de información.

RESUMEN

En el Ecuador, así como en otras partes del mundo, debido al crecimiento poblacional e incremento de las actividades económico-productivas, en las cuales uno de los principales recursos a utilizar es el agua, han ocasionado que los recursos hídricos se encuentren bajo presiones que cada vez son más crecientes, haciendo que este preciado bien de uso común, disminuya tanto en cantidad como en calidad.

Es así que, en la microcuenca de la Q. Ambuquí - área de estudio, se ha podido evidenciar lo mencionado, considerando la necesidad de tomar acciones relacionadas al manejo y conservación de los recursos hídricos, entendidos estos como todos aquellos componentes de la naturaleza (clima, suelos, geomorfología, vegetación, etc.) que contribuyen al mantenimiento del ciclo hidrológico y por ende a la formación del recurso vital: agua.

El enfoque de Ecología del Paisaje, en el cual se basa el presente estudio, considera el análisis de los componentes del paisaje de forma integrada, holística y sistémica, incluyendo al ser humano y sus diferentes actividades como parte de estos, facilitando conocer e identificar las relaciones, dinámicas y funcionalidades entre ellos, al interior de un espacio, en este caso la microcuenca.

Se identificaron las características morfométricas de la microcuenca, a través de la obtención de algunos índices y parámetros que establecieron las bases hidrológicas: distribución espacial de la red hidrográfica, forma de la microcuenca, movimiento del agua, entre otros, que simultáneamente analizados con los componentes anteriormente mencionados, proporcionaron un fundamento científico con miras al manejo integrado de los recursos hídricos.

Adicionalmente, se verificó el estado actual del Sistema de Agua Potable de Ambuquí, a través del conocimiento de la geografía de la red de agua potable (georeferenciación) y la funcionalidad técnica de la infraestructura: fuente de agua, captación, tanque de recepción, ramales de conducción, válvulas rompe presión, tanques rompe presión, planta de tratamiento y almacenamiento, repartidor de caudales – distribución, tanques de reserva, saneamiento y fin del sistema.

Finalmente, se plantearon las estrategias, las mismas que requieren de acciones participativas de los habitantes, así como también de las autoridades, a saber: pago por servicios ambientales, conservación de ecosistemas frágiles, vegetación natural y control de la frontera agrícola; implementación del sistema agrosilvopastoril y prácticas culturales y mecánicas; promover en los habitantes el conocimiento y reconocimiento del valor económico, social y ambiental de los recursos hídricos; promover la educación y transferencia de tecnologías para el mejoramiento de la calidad de vida; acuicultura de especies tropicales de agua dulce; integración entre pueblos y nacionalidades de la microcuenca.

INDICE DE CONTENIDOS

Capítulo 1	1
Introducción	1
1.1. Justificación	2
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.3. Hipótesis.....	5
1.4. Objetivos	5
1.5. Área de estudio, características geográficas.....	6
1.6. Proceso metodológico.....	8
Capítulo 2	16
Marco Teórico	16
2.1. Ordenamiento Territorial y Planificación Territorial.....	16
2.2. Ecología del Paisaje	19
2.3. Cuenca Hidrográfica	22
2.4. Manejo Integrado de Recursos Hídricos	23
2.5. Geotecnologías y Geoinformación	26
2.6. Marco Legal.....	28
Capítulo 3	29
Análisis de la microcuenca bajo el enfoque de Ecología del Paisaje.....	29
3.1. Los paisajes y unidades de paisaje de la microcuenca.....	29
Capítulo 4	52
Características Morfométricas de la microcuenca.....	52
4.1. Morfometría de la microcuenca	52
Capítulo 5	62
Caso: Agua de consumo humano en la microcuenca	62
5.1. Sistema de Agua Potable - Ambuquí.....	62

Capítulo 6	77
Identificación de estrategias para el Manejo Integral de los Recursos Hídricos en la microcuenca	77
6.1. Estrategia 1: Pago por servicios ambientales: conservación de ecosistemas frágiles, vegetación natural y control de la frontera agrícola.....	77
6.2. Estrategia 2: Implementación del sistema agrosilvopastoril y prácticas culturales y mecánicas.....	79
6.3. Estrategia 3: Promover en los habitantes el conocimiento y reconocimiento del valor económico, social y ambiental de los recursos hídricos	81
6.4. Estrategia 4: Promover la educación y transferencia de tecnologías para el mejoramiento de la calidad de vida.....	82
6.5. Estrategia 5: Acuicultura de especies tropicales de agua dulce.....	84
6.6. Estrategia 6: Integración entre pueblos y comunidades de la microcuenca	85
 Capítulo 7	 86
Conclusiones y Recomendaciones	86
7.1. Conclusiones.....	86
7.2. Recomendaciones	88
 Glosario de Términos	 90
Referencias Bibliográficas	95
 Anexos.....	 98
Anexo 1. Ficha de investigación de campo	98
Anexo 2. Elementos de Paisaje	98
Anexo 3. Cartografía temática	98

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1-1: Coordenadas de los puntos extremos de la microcuenca de la Q. Ambuquí	7
Tabla 1-2: Clases de valores de compacidad.....	53
Tabla 1-3: Clases de valores de alargamiento.....	54
Tabla 1-4: Clases de valores de masividad.....	55
Tabla 1-5: Población de las comunidades de la microcuenca.....	61
Tabla 1-6: Muestras de agua de la fuente.....	68
Figura 1-1: Área de estudio con respecto a la provincia y al cantón	7
Figura 1-2: Proceso metodológico	10
Figura 1-3: Ubicación de sitios de observación.....	13
Figura 1-4: Ecología del paisaje	20
Figura 1-5: Unidades de paisaje en la microcuenca.....	30
Figura 1-6: Ordenes de corriente – Método Strahler.....	58
Figura 1-7: Pendiente del cauce principal	59

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el agua es un recurso vital del que dependen todos los seres humanos, la seguridad alimentaria y la salud de los ecosistemas; de esta manera, cumple un rol importante en la parte económica, social y ambiental de un territorio, dando sustento a la vida y atendiendo todas las necesidades posibles que el ser humano tiene al interior del mismo, considerada además, como un recurso estratégico.

Por otra parte, el uso indiscriminado de los recursos naturales nos ha llevado a la presencia de problemas ambientales preocupantes y a la existencia de áreas geográficas que muestran evidentes afectaciones de tipo ambiental, debido principalmente a que algunas actividades económicas han generado efectos ambientales negativos; es por ello que, científicos estiman en un futuro, serios conflictos por la escases de agua para el riego en la agricultura y para otros usos humanos y de los ecosistemas.

A lo mencionado, se suma el calentamiento global, que al momento ya se evidencia con los procesos de regresión y deshielo de algunos glaciares, las olas de calor y aumento de la temperatura, las lluvias intensas que están causando inundaciones, entre otros eventos extremos que se vaticina ocurrirán (INAMHI, 2008).

Ante esta situación, es importante mencionar que en el Ecuador, los recursos hídricos que usualmente han sido entendidos o tratados por la legislación e institucionalidad ecuatorianas solamente como sinónimo de agua, corren el peligro de ser afectados, si no se toma en cuenta que los mismos incluyen varios componentes indispensables de la naturaleza, que requieren ser manejados y conservados de forma integrada, para hacer posible que este recurso cumpla con su ciclo; entre los componentes se citan a los físicos (relieve, rocas, clima, suelos), bióticos (vegetación, uso de las tierras) y se incluye al componente socioeconómico, como transformador del medio (población, infraestructura, actividades, etc.).

Según lo citado, y ya que este es un recurso muy valioso para todos los habitantes, tanto para las comunidades rurales (consumo humano, riego para la agricultura, bebedero de animales) como a las comunidades urbanas (consumo humano, uso

energético, industrial, otros), se considera a las cuencas hidrográficas como una unidad ambiental fundamental (sistema natural), donde interactúan el medio físico, biótico y las actividades humanas que permiten tener una visión global de los procesos relacionados con el agua y sus recursos.

Se ha tomado para el desarrollo del presente estudio a la Microcuenca de la Quebrada Ambuquí, donde la población se dedica principalmente a las actividades primarias: agricultura y ganadería, tanto en la cuenca alta, como en la media y baja; estas y otras actividades demandan la utilización constante de los recursos naturales, lo que ha llevado al deterioro de los mismos, presentándose áreas con serios problemas relacionados con la fuerte presión y el uso intensivo por parte del ser humano (rasgos erosivos, formación de surcos y cárcavas, cultivos en zonas de fuerte pendiente, formación de pie de vaca y los consecuentes deslizamientos, entre otros), todos ellos han conducido a la disminución de los caudales de agua, esto se ve reflejado en la parte baja de la microcuenca con la escasez de agua en el Río Ambuquí, que únicamente alcanza su caudal medio con el agua de las precipitaciones ocurridas en la cuenca de recepción.

Todo ello nos lleva a la urgente necesidad de reconocer al agua no sólo como un bien público (libre), sino a dar el valor total que representa junto a los recursos hídricos, que son utilizados para diferentes propósitos, funciones y servicios, por lo tanto, es necesario combinar de una forma integrada el manejo de la tierra y el agua a través de un enfoque holístico, reconociendo todas las características del ciclo hidrológico y su interacción con otros recursos naturales y ecosistemas (natural y antrópico), involucrando consideraciones de demanda colocadas en el recurso y las amenazas a este.

El manejo de las zonas de captación en la microcuenca es de mucha importancia, así como también la relación entre intereses de los habitantes aguas - arriba y aguas – abajo, la participación en el manejo integrado de los recursos hídricos por parte de la población que vive en esta zona constituye un elemento clave para obtener una utilización del agua balanceada y sustentable.

1.1. JUSTIFICACIÓN

El agua y los recursos hídricos dentro de esta microcuenca, presentan una gran importancia por los servicios ambientales que brindan y por sus valores: ecológicos (capacidad para regular la hidrología), económicos (constituyen la principal fuente de

agua potable y de riego), culturales (ceremonias religiosas, pesca, etc.), turísticos y recreacionales, entre otros.

Frente a la gran importancia, se justifica este estudio, que toma en cuenta la interrelación entre los componentes físicos, bióticos y todo ello en interacción con las actividades que el ser humano realiza (Ecología del Paisaje¹) y que a su vez, aporta al manejo integrado del agua y los recursos hídricos al interior de la misma, prestando atención a los temas relacionados con la consecuencia directa del crecimiento poblacional, la expansión de las principales actividades económicas: agrícola y pecuaria, entre otros que han aumentado la demanda de estos recursos, provocando un mayor uso de los ecosistemas y áreas naturales claves para la captación, almacenamiento, distribución y conservación del agua.

La pertinencia de desarrollar la investigación bajo un enfoque teórico y metodológico de la ecología del paisaje para el diagnóstico situacional del territorio que aporte al manejo integrado de los recursos hídricos, radica en la creciente necesidad de las generaciones actuales y previendo las necesidades de la futuras generaciones de esta microcuenca, donde se hace indispensable promover actividades encaminadas a un manejo holístico, integrado y coordinado, con el fin de asegurar la coordinación del desarrollo y la administración del agua, de la tierra y otros recursos relacionados, maximizando el bienestar económico y social sin comprometer la sustentabilidad de los sistemas ambientales vitales.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los recursos hídricos en la microcuenca de la Quebrada Ambuquí, se encuentran bajo presión, ya que el crecimiento poblacional, avance de la frontera agrícola (zonas de captación), el incremento de las actividades socioeconómicas: agricultura y ganadería, y la búsqueda de una mejor calidad de vida por parte de la población, ha llevado a una creciente competencia por el uso de los mismos. Se añade a ello, los problemas sociales relacionados con la inequidad social, marginalidad económica y la pobreza, que lleva a sobreexplotar las tierras y los recursos forestales (tala y deforestación), hechos que tienen como consecuencia directa la intensificación en el uso de un recurso vital, como es

¹ “El paisaje es una síntesis de la realidad territorial que expresa las interacciones existentes entre la naturaleza y la sociedad y debe entenderse como expresión espacial de las formas socioeconómicas y no sólo como la superestructura que fundamenta y sustenta las interacciones orgánicas e inorgánicas”. ETTER, Andrés, Introducción a la ecología del paisaje: un marco de integración para los levantamientos rurales. IGAC – Unidad de levantamientos rurales, Bogotá, 1990.

el agua, buscando solventar la demanda para el aprovechamiento en dichas actividades, acentuándose las dificultades que tiene la sociedad para convivir con la oferta de agua y la naturaleza en general.

Ecosistemas importantes para la conservación de este recurso como los bosques o páramos, han sido cambiados de uso para convertirse en áreas agrícolas y de pastoreo intensivo. Así, al mismo tiempo que se utiliza el agua y sus recursos con mayor intensidad, lo cual afecta la existencia de este líquido vital; poco o nada se ha llevado a cabo al respecto, es así que no existen actividades integradas que incentiven una sustentabilidad, a través del manejo y conservación del agua y los recursos hídricos.

Algunas actividades que se realizan están difusas y fragmentadas, no consideran los servicios y funciones de los ecosistemas, perjudicando el manejo de los recursos hídricos, ejemplo de ello son las actividades tendientes a reforestar las zonas de captación con especies exóticas (eucalipto y pino), las cuales producen una alteración en el funcionamiento y dinámica del sistema natural causando impactos sobre la producción del agua y su ciclo, actividades que están separadas de un manejo integrado.

Debido a la escasa o nula presencia de actividades dirigidas a un manejo integral y conservación de los recursos hídricos, se reducirá a corto o mediano plazo, la disponibilidad y la calidad del agua. Se requiere un conocimiento suficiente sobre el manejo de los recursos hídricos a todos los niveles.

Además, se tomó en cuenta para el desarrollo de esta investigación:

- Alteración de la cubierta vegetal y cambios en el uso de las tierras, que provocan la disminución del caudal regular de las aguas, las cuales son utilizadas en las partes bajas, ya sea para suministro de agua potable, riego, bebedero de animales, entre otros.
- Sobrepastoreo, principalmente de ganado bovino, apareamiento de pie de vaca².
- Sobreutilización del recurso suelo, presencia de rasgos erosivos (surcos, cárcavas).
- Avance de la frontera agrícola por las comunidades que no pueden expandirse hacia las partes bajas y ponen más presión hacia las partes altas (páramos).

² El pie de vaca es un tipo de erosión física del suelo, debido a prácticas de pastoreo intensivo en zonas de fuertes pendientes 70% - 100%, está asociada con deslizamientos.

- El acceso de tractores, facilita la conversión de paisajes naturales a paisajes cultivados.
- Incendios repetidos, que alteran el normal funcionamiento de la esponja natural - páramo.
- Reemplazo de vegetación nativa por vegetación introducida (pinos y eucaliptos).
- Abuso en la utilización de agroquímicos.
- Práctica de deportes extremos (motocicletas todo terreno), a campo traviesa que deterioran la cobertura natural de los páramos.

Al parecer el estado actual de los recursos hídricos en la microcuenca de la Quebrada Ambuquí, sugiere que existe un equilibrio ecológico por el papel que desempeñan, pero los problemas mencionados hacen pensar que es prioritario realizar una propuesta para la planificación, manejo y conservación de los mismos, con el fin de aportar hacia un mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y uso sustentable de estos.

1.3. HIPÓTESIS

Los aportes de la ecología del paisaje para el manejo integrado de los recursos hídricos al interior de la presente microcuenca, se prevé que servirán como línea base y punto de partida para la ejecución de programas y proyectos tendientes a conservar y manejar armónicamente los usos del agua y de la tierra, tomando en cuenta la interrelación que existe entre los componentes físico, biótico y socioeconómico; por ende las estrategias que se plantean en el presente estudio, se constituirán en una herramienta que propicie un mejoramiento integral de las condiciones y calidad de vida de la población, expresados territorialmente.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

Contribuir al manejo, uso racional y conservación de los recursos hídricos de la Microcuenca de la Quebrada Ambuquí en base a la generación, utilización y análisis de geoinformación bajo el enfoque de ecología del paisaje.

1.4.2. ESPECÍFICOS

- Utilizar el enfoque de ecología del paisaje para el análisis integral de la geoinformación relacionada con los componentes físico, biótico y socioeconómico en la microcuenca de la Quebrada Ambuquí.
- Considerar la información sobre la estructura, dinámica y funcionamiento de los paisajes, tanto cultivados como naturales, con el fin de conocer y comprender la importancia del agua y los recursos hídricos en las actividades cotidianas de la población, su cambio en el tiempo y espacio.
- Manejar la información espacial a través de las geotecnologías para determinar el estado actual de los recursos hídricos en la microcuenca de la Quebrada Ambuquí y validar la información a través de varias visitas al área de estudio que permitan comprobar lo analizado en gabinete.
- Plantear medidas tendientes a la conservación del agua y los recursos hídricos, tomando en cuenta el valor social, económico y ambiental en búsqueda del desarrollo sustentable.
- Determinar los mejores medios para resolver conflictos entre usos y usuarios que compiten, incluyendo a los usos ambientales y las funciones del mismo.
- Aportar a la planificación integral en la Microcuenca de la Quebrada Ambuquí, para lograr un equilibrio en el manejo y conservación del agua y sus recursos.

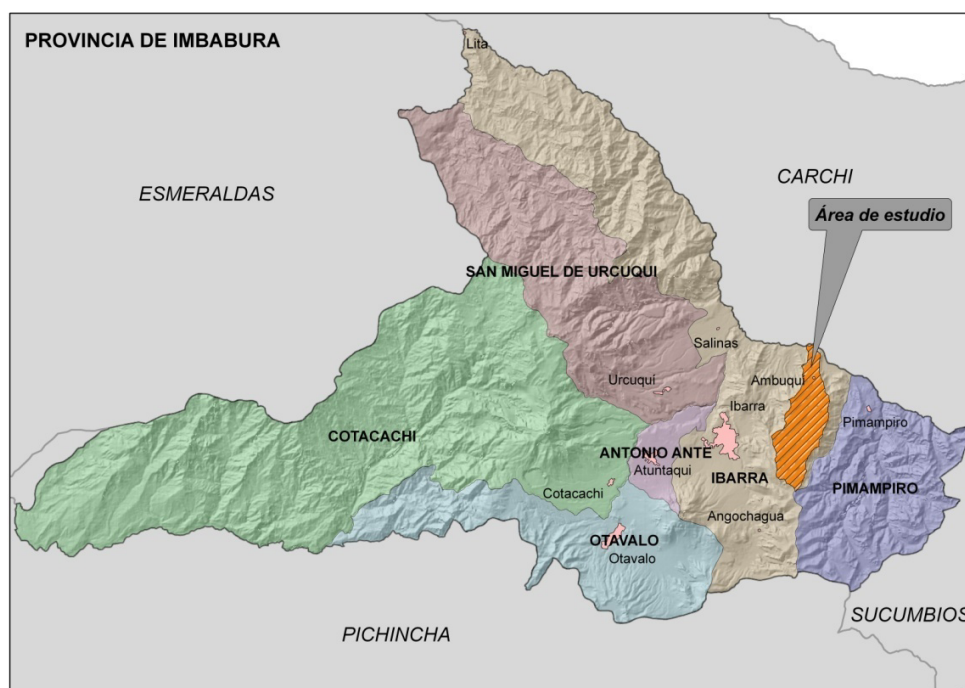
1.5. ÁREA DE ESTUDIO, CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

A nivel provincial, la microcuenca de la Quebrada Ambuquí, está ubicada al interior de la Provincia de Imbabura, al nororiente de la misma, en el Cantón Ibarra (ver figura 1-1), se encuentra ocupando territorios de las parroquias Ambuquí y El Sagrario; se caracteriza porque en las partes alta de estos territorios existen lo que se conoce como “ojos de agua” donde se forman los primeros riachuelos, cuyas aguas fluyen y se suman a las aguas de las demás microcuencas que contribuyen en el valle, al gran Río Chota.

Según la División Hidrográfica del Ecuador³, la Microcuenca de la Quebrada Ambuquí se encuentra al interior del gran Sistema hidrográfico Mira (02), Cuenca hidrográfica Río Mira (0202) y Subcuenca hidrográfica Río Mira (020201)⁴.

La superficie total de la microcuenca es de 8236,97 ha., presenta un rango altitudinal que va desde los 1580 a 3800 m.s.n.m., caracterizado principalmente, por la presencia de fuertes desniveles topográficos.

Figura 1-1: Área de estudio con respecto a la provincia y al cantón



Elab.: MULLO, F. 2011
Fuente: División política administrativa – INEC; Modelo de Elevación. SRTM 30 m. NGA - NASA

En la tabla 1-1, se puede observar la ubicación de la microcuenca según los puntos extremos de la misma en coordenadas UTM y geográficas:

Tabla 1-1: Coordenadas de los puntos extremos de la microcuenca de la Q. Ambuquí

Puntos Extremos	Coordenadas WGS84: Universal Transversa de Mercator (UTM) Zona: 17S		Coordenadas Geográficas WGS84	
	Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud
Superior	832 434	10 052 310	0° 28' 21"	78° 00' 49"
Inferior	830 228	10 031 663	0° 17' 09"	78° 02' 01"
Derecho	835 030	10 044 346	0° 24' 02"	77° 59' 25"
Izquierdo	826 812	10 039 431	0° 21' 22"	78° 03' 51"

Elab.: MULLO, F. 2011
Fuente: Información cartográfica utilizada en el estudio

³ Propuesta del CNRH y el Grupo Interinstitucional para oficializar en el Ministerio de Relaciones Exteriores. Memoria técnica. Versión definitiva. Agosto 2002. Secretaría General del CNRH – Dpto. Manejo de Cuencas.

⁴ Codificación asignada por la CNRH.

El clima, en gran parte de la microcuenca está influenciado por la intensa circulación de aire proveniente de la Costa, este aire costanero penetra en el valle del Chota, es caliente y muy seco; esto ha llevado a la predominancia de una cobertura vegetal arbustiva seca discontinua en la parte media y baja de la microcuenca, que se ha adaptado a las condiciones climáticas de la zona; mientras que hacia la parte más alta, las condiciones cambian y se hace más evidente la presencia de humedad proveniente de la Cordillera Oriental, por lo que la vegetación característica es más bien de ceja de montaña, arbustiva y arbórea húmeda, hasta alcanzar los 3200 m.s.n.m. y más, en donde la vegetación corresponde al ecosistema paramero (Winckell, A., 1997).

1.6. PROCESO METODOLÓGICO

El proceso metodológico que fue utilizado en este trabajo de investigación y que llevó al cumplimiento de los objetivos general y específicos se desarrolla en cuatro fases principales, a saber:

Fase 1: Identificación de métodos

Fase 2: Recopilación de información

Fase 3: Procesamiento de la información

Fase 4: Presentación de resultados

Se resumen las fases metodológicas mencionadas, en la figura 1-2.

FASE 1: IDENTIFICACIÓN DE MÉTODOS

El método se refiere al medio que se utiliza para llegar a un fin específico o planteado⁵, siendo así, la identificación de los métodos más adecuados y que facilitaron realizar esta investigación fue primordial.

Los métodos utilizados fueron los siguientes:

Método Sistémico

El proceso investigativo se basa en el enfoque de ecología del paisaje, en el cual se parte de un análisis de los componentes del paisaje para conocer la forma en la que estos

⁵ <http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml>

interactúan y se interrelacionan de una forma integrada, holística y sistémica; éste método que permite modelar el objeto de estudio mediante la determinación de sus componentes, así como las relaciones entre ellos, facilitó conocer las relaciones, que por un lado determinan la estructura de los objetos y por otro sus dinámicas⁶.

Método Dialéctico

Los componentes del territorio que conforman la microcuenca de la Quebrada Ambuquí han sido dinámicos y han dado lugar a un paisaje en continua transformación, ya sea por la ocurrencia de fenómenos naturales así como también por las distintas formas de apropiación y construcciones humanas en el mismo; es por ello que este método permitió considerar los fenómenos históricos y sociales en continuo movimiento y a su vez estudiarlos en función de sus relaciones con otros y en su estado de continuo cambio, transformación, tomando en cuenta que nada existe como un objeto aislado⁷.

Método de la Modelación

Con la aplicación de este método, la realidad del territorio estudiado fue representada a través de la cartografía, en lo que se refiere a sus componentes y otros fenómenos que ocurren en la microcuenca.

FASE 2: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En esta fase se utilizaron varias técnicas y procedimientos, según el caso; por un lado, está la información que fue recopilada en gabinete y por otro, aquella que se recopiló en campo, las cuales fueron claves para cumplir con los objetivos general y específicos.

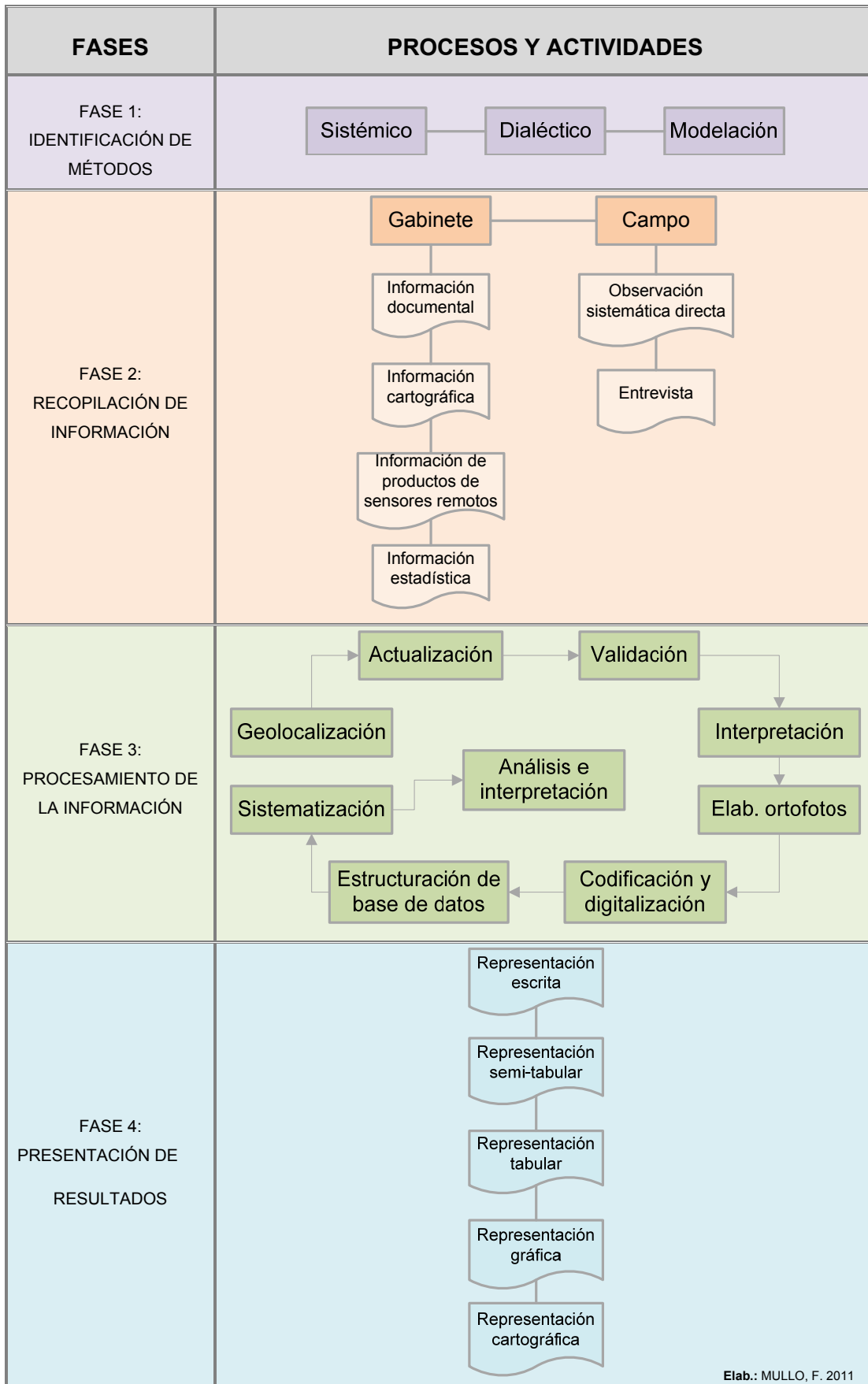
La información que se compiló en **gabinete**, a través de la consulta y revisión selectiva corresponde a:

Información documental: guías metodológicas, planes de desarrollo cantonales, leyes, códigos, normativas y reglamentos y todo tipo de bibliografía que aportó al estudio, la misma que se detalla al final de este documento.

⁶ <http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml>.

⁷ Ídem.

Figura 1-2: Proceso metodológico



Información cartográfica: Cartografía Base, escala 1:25.000, Instituto Geográfico Militar; cartografía temática: Suelos, escala 1:50.000, Programa Nacional de Regionalización Agraria – ex PRONAREG, ex MAG; Geología, cartas geológicas Ibarra y Otavalo, escala 1:100.000, Cartas Geológicas del Ecuador, elaboradas por el ex Instituto Ecuatoriano de Minería, 1987; entre otras.

Información de productos de sensores remotos: base fundamental para el estudio constituyeron las fotografías aéreas, escala 1:60.000, correspondientes al Proyecto Carta Nacional del Instituto Geográfico Militar, cuya fecha de toma es el 14 de noviembre de 1999.

Como referencia para el análisis de uso actual de las tierras y vegetación, se utilizó la imagen satelital Landsat TM, año 2005, cuya fuente es el U.S. Geological Survey – USGS.

Información estadística: correspondiente al VI Censo de Población y V de Vivienda, datos definitivos - año 2001 y Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador – SIISE – año 2010, entre otras fuentes.

Para la recopilación de información durante los **trabajos en campo**, se utilizaron dos técnicas: la observación sistemática directa⁸ y la entrevista, descritas a continuación:

Observación sistemática directa. Procedimiento estructurado por reglas explícitas con el fin de utilizar los sentidos para observar los hechos, realidades sociales y a las personas en su contexto cotidiano. Para que esta observación tenga validez es necesario que sea intencionada e ilustrada, tomando en cuenta a quién, cuándo, dónde, o qué se debe observar en un lugar determinado y cómo documentar esa información (es decir debe existir un objetivo determinado, guiada por un cuerpo de conocimiento y el diseño de una guía de observación).

Bajo este aspecto, se realizaron comprobaciones en campo (4 salidas), en donde a lo largo de transectos fueron: registrados puntos GPS (coordenadas X, Y y Z), información referente al componente físico, biótico y socioeconómico y el registro fotográfico (ficha de investigación de campo - anexo 1), todo ello con el propósito de ser ubicados

⁸ RUSSELL, Bernard. 1998. Handbook of Methods in Cultural Anthropology. AltaMira Press. Estados Unidos.

correctamente sitios de interés y de esta manera ratificar o rectificar la información obtenida en gabinete (ver figura 1-3).

Entrevista. Consiste en una conversación entre dos o más personas, sobre un tema determinado para obtener respuestas a diversas interrogantes planteadas previamente⁹.

FASE 3: PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La Fase 3, tiene que ver con las principales actividades que se realizaron para procesar los datos e información, a saber: geolocalización, actualización, validación, interpretación, elaboración de ortofotos, codificación, digitalización, tabulación, sistematización y análisis e interpretación, detallados de la siguiente manera:

Geolocalización. El sistema de coordenadas que se utilizó es WGS 1984 y la proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM).

Actualización. Actividad que se realizó con el fin de obtener información más real y veraz, partiendo de información generada años atrás; los procesos de actualización permitieron verificar varios cambios ocurridos hasta el presente año, por ejemplo: vías de comunicación, uso actual de las tierras y vegetación, entre otros aspectos, los mismos que fueron corregidos y actualizados mediante varias visitas al área de estudio.

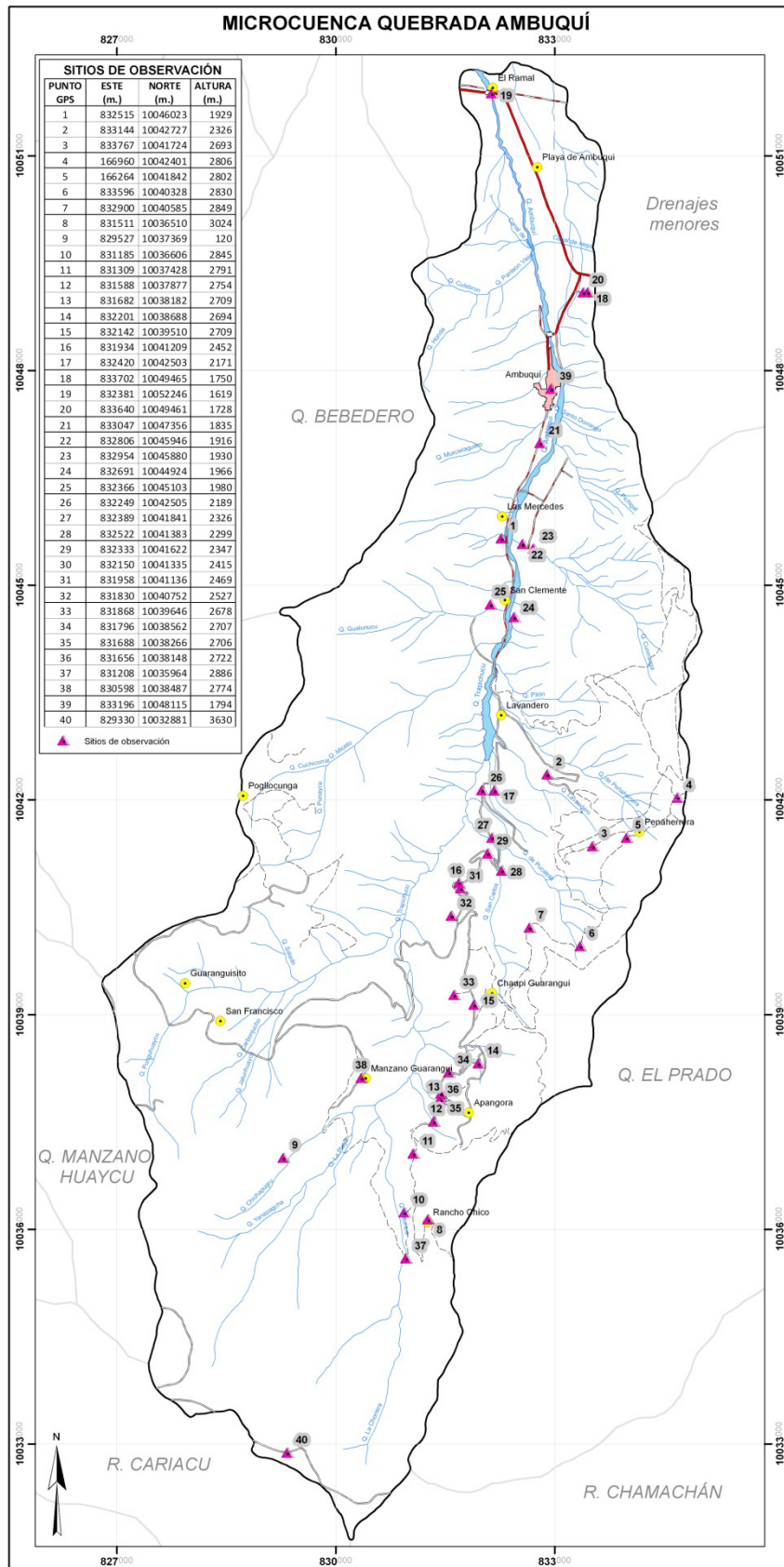
Validación. Proceso de comprobación de qué datos y métodos responden a un estándar, por el cual se garantiza la corrección (ausencia de errores), consistencia interna (ausencia de contradicciones) y exactitud (ajuste a un estándar) de una base de datos para un objetivo determinado¹⁰.

Interpretación. Consistió en la identificación integrada y sistemática de objetos, situaciones, análisis de varios aspectos, entre ellos: geomorfológicos, litológicos, otros.

⁹ <http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml>

¹⁰ FELICÍSIMO, Angel. Glosario de términos usados en el trabajo con Sistemas de Información Geográfica.

Figura 1-3: Ubicación de sitios de observación



Elab.: MULLO, F. 2011

Fuente: Información cartográfica utilizada en el estudio y trabajos en campo, 2011

Elaboración de ortofotos. Proceso en el que se cumplen los siguientes pasos:

- Escaneo de las fotografías aéreas interpretadas a una resolución de 600 DPI, con las respectivas marcas fiduciales.
- Exportación de las fotografías al software ILWIS 3.0.
- Asignación del sistema de coordenadas utilizando el software ILWIS 3.0.
- Importación de la cartografía base (vías, ríos y curvas de nivel¹¹ - formato .shp) a ILWIS 3.0.
- Posteriormente se georeferencia, para lo cual se utiliza la fotografía aérea escaneada y el DTM elaborado; se hace el ingreso de los valores de las marcas fiduciales (parámetros del Certificado de Calibración de la Cámara). Para continuar con el proceso de georeferenciación se utiliza la cartografía base de vías y ríos con los que se coloca puntos de control que deben ser de 15 a 20 como mínimo.
- Para conocer el error en la colocación de los puntos de control se basó en la determinación dada por el Instituto Geográfico Militar, la cual indica que el error aceptable en planimetría es de 1/3 del mm; mientras que el error aceptable en altimetría es de 1/2 del mm. De esta manera y para cada fotografía aérea se realizaron los cálculos pertinentes para conseguir un error aceptable.
- Rectificación de la fotografía aérea banda por banda y composición de las tres bandas.

Codificación y Digitalización. Operaciones para codificar la información en cifras. La digitalización se aplica habitualmente a la codificación de la información gráfica pero puede ser aplicada con propiedad a todo tipo de información para la construcción de bases de datos digitales¹².

Estructuración de base de datos. Hace referencia a los tipos de datos, las relaciones y las restricciones que deben cumplir esos datos (integridad de datos y redundancia de datos), además en este proceso los datos son ordenados, encolumnados y alineados en una tabla.

¹¹ Las curvas de nivel son utilizadas para realizar el DTM (mayor o igual al área de la fotografía aérea) sirve para la georeferenciación.

¹² Ídem

Sistematización. Ordenamiento y clasificación bajo determinados criterios, relaciones y categorías de todo tipo de datos (por ejemplo: creación de bases de datos)¹³.

Análisis e interpretación de los datos. Analizar significa examinar, manipular y resumir los datos con la intención de extraer o crear nuevos datos que den respuesta o cubran una condición o interrogación requerida (Kerlinger, 1982), es el precedente para la actividad de interpretación. La interpretación se realiza en términos de los resultados de la investigación, por ello es una técnica para hacer inferencias reproductibles y válidas de los datos (Krippendorff, 1980).

FASE 4: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Esta fase, considerada de gran importancia, muestra y comunica de forma sistemática y visual toda la información resultante del trabajo de investigación y lo que se pudo concluir del mismo, para lo cual se realizó:

Representación escrita. Incorporó en forma de texto los datos e información recopilados y generados durante el proceso investigativo, los cuales constituyen para los futuros usuarios en una guía metodológica y línea base para nuevos estudios.

Representación semi-tabular. Hace referencia a cifras al interior de un texto (enteros, decimales, porcentajes), para mejorar su comprensión y resaltar la importancia de algún hecho.

Representación tabular. Facilitó la presentación de datos numéricos en tablas y/o cuadros organizados en filas y columnas, con las especificaciones correspondientes acerca de su naturaleza.

Representación gráfica. Mediante diferentes gráficos: barras, histogramas, pirámides, pasteles, etc., se mostraron los datos obtenidos, es una forma más atractiva y facilita la visualización de los datos.

Representación cartográfica. Mediante la aplicación de técnicas específicas se elaboró y construyó la cartografía temática, la cual representa un determinado fenómeno de la realidad de la zona de estudio.

¹³ Diccionario de Informática: <http://www.alegsa.com.ar>

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

El contar con un marco teórico de referencia que oriente el estudio, nos prevenga de errores y nos amplíe el horizonte es de gran importancia en todo estudio de investigación, por ello el presente trabajo se sustenta y desarrolla en función de los conceptos y teorías de: Ordenamiento Territorial y Planificación Territorial, Cuenca Hidrográfica, Ecología del Paisaje, Recursos Hídricos, Geotecnologías y Geoinformación.

2.1. ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Es preciso tomar en cuenta y abordar los dos conceptos en el presente estudio, que si bien son diferentes se encuentran relacionados entre sí, el Ordenamiento Territorial y la Planificación Territorial, van de la mano, sin embargo a la hora de aplicarlos cumplen un papel específico.

El primero, el **Ordenamiento Territorial** - O.T., es considerado como un proceso, en donde a través del conjunto de acciones concertadas se busca orientar la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos, buscando el desarrollo socioeconómico, considerando las necesidades e intereses de los habitantes, las potencialidades y limitaciones del territorio y a su vez la armonía con el ambiente (IGAC, 1997).

En base a lo mencionado anteriormente, y comprendiendo que el objetivo principal del O.T. es alcanzar el Desarrollo Sustentable, es decir, un desarrollo integral y equilibrado social, económica y ambientalmente; y en razón de que, en un territorio siempre existe la relación sociedad – naturaleza, siendo el ser humano quien se apropia, modifica, construye y transforma el entorno (uso de los recursos naturales) a través de las diferentes actividades (manifestaciones territoriales), se manifiesta la importancia de armonizar esta relación a través de un O.T., mediante la participación comunitaria, formulando políticas, normas orientadoras que faciliten la gobernabilidad en el territorio y cuyo fin sea construir una sociedad con un futuro mejor (vida comunitaria sustentable).

Teniendo en cuenta que el estado es responsable de asegurar una buena calidad de vida a la población, se afirma en la Constitución Política de la República del Ecuador, Art. 276, como un primer objetivo del régimen de desarrollo: “Mejorar la calidad y esperanza de vida, y aumentar las capacidades y potencialidades de la población en el marco de los principios y derechos”, así como también en el objetivo seis: “Promover un ordenamiento territorial equilibrado y equitativo que integre y articule las actividades socioculturales, administrativas, económicas y de gestión, y que coadyuve a la unidad del Estado”.

En el país, se está trabajando desde hace algunos años en el tema de O.T., de esta manera la Constitución Política de la República del Ecuador, establece una nueva organización territorial del Estado, en la cual se destina el capítulo cuarto para dictaminar las competencias del estado central, gobiernos regionales autónomos, gobiernos provinciales, gobiernos municipales, gobiernos de los distritos municipales autónomos, gobiernos parroquiales rurales, los cuales entre otras disposiciones deben realizar los planes de ordenamiento territorial.

De otro lado, bajo Registro Oficial No. 303, con fecha 19 de octubre del 2010, la Asamblea Nacional expone el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización la cual incorpora nuevas competencias a los gobiernos autónomos descentralizados (juntas parroquiales rurales, concejos municipales, concejos metropolitanos, consejos provinciales y consejos regionales), con el fin de regular la organización, facultades y funcionamiento de los mismos.

De modo que, todos los niveles de gobierno tienen como función compartida la construcción del desarrollo integral, es decir las autoridades, con la participación de la comunidad, técnicos y equipo, mediante un trabajo conjunto para valorar e interpretar la situación actual, identificar las potencialidades espaciales, con el fin de conseguir beneficios comunes entre la población y el ambiente (vocación territorial); así como también, determinar las limitaciones (problemas, conflictos y/o desequilibrios) para evitar confrontaciones, mitigarlas e implementar medidas necesarias para negociar, mediar y solucionar.

En sentido integral, el O.T., califica al territorio como un sistema (sistema territorial), cuyos componentes son la población, actividades, sistema de asentamientos, canales de

conexión, instituciones y margo legal¹⁴; por tal motivo esta investigación estudia un Sistema Funcional, como es el caso de la Microcuenca del Río Ambuquí, en donde los componentes mencionados son dinámicos y se hallan íntimamente relacionados, interactuando, organizando y modificando un determinado paisaje.

El segundo concepto, la **Planificación Territorial**, hace referencia a todas aquellas acciones encaminadas al desarrollo integral de los habitantes en un determinado territorio que buscan a través de obras y/o proyectos apoyar al ordenamiento territorial; estas acciones recomendadas pueden ser específicas, al hablar de un sector determinado como por ejemplo: la salud, la educación, la vivienda, entre otros, en los cuales se requiera conseguir resultados inmediatos.

Es así que la planificación es una propuesta concreta a corto o mediano plazo para realizar un proyecto, con metas tangibles, tiempos y financiamiento. Está compuesta por un conjunto de obras que van guiando el desarrollo¹⁵.

Por su parte, la Constitución, en el Art. 275 menciona que "...La planificación propiciará la equidad social y territorial, promoverá la concertación, y será participativa, descentralizada, desconcentrada y transparente".

Para aplicar la noción de planificación en forma realista, se recomienda realizar una evaluación desde el comienzo mismo de este proceso, pues existen un número de actividades preliminares que indican la necesidad de la planificación. En este caso, los problemas debido al importante papel y función que tiene el agua en los territorios y población que habita la microcuenca, hace que su planificación sea esencial, una evaluación y planificación cuidadosas evitará mayores problemas en un futuro en el componente económico, social (procesos migratorios, pobreza y desigualdad) y ambiental (la pérdida y el deterioro del recurso es un indicador del carácter y salud de los ecosistemas).

Conscientes de que el O.T., es un proceso complejo y completo, que debe ser transparente, concertado y con la participación de la comunidad, se ha visto la necesidad de tomar como base este y el concepto de Planificación Territorial, en razón de que

¹⁴ Dr. Domingo Gómez Orea, Conferencia sobre Ordenamiento Territorial, dictada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE, el 22 de Octubre de 2010.

¹⁵ PROYECTO I.P.G.H. – P.U.C.E. Aportes para el Ordenamiento Territorial de las parroquias de Cumbayá y Tumbaco. Quito – Ecuador.

durante la investigación se aporta con valiosa geoinformación actual sobre el territorio de la microcuenca y también, con un diagnóstico actual de los recursos hídricos, propuestas y alternativas para el manejo de los mismos; información que a su vez, podrá ser utilizada y apoyará en un futuro al ordenamiento territorial.

2.2. ECOLOGÍA DEL PAISAJE

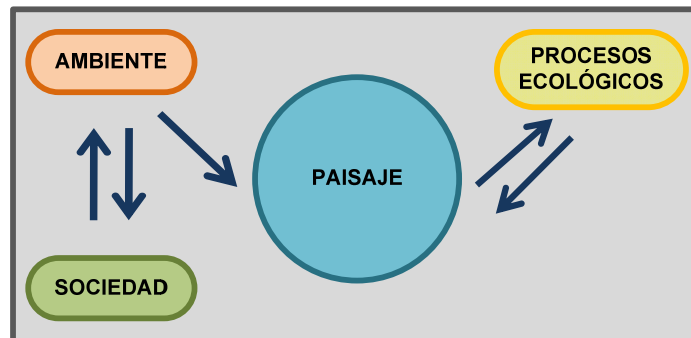
Son varios los métodos y enfoques por los cuales puede ser analizado un territorio, entre ellos, el enfoque tradicional, utilizado frecuentemente hace unos años atrás y caracterizado por ser descriptivo, del cual se obtenía como resultado información del territorio (geoinformación) individualizada y asistémica, lo que dificulta al momento de interpretar y entender la funcionalidad, dinámica e interrelaciones que suceden en el territorio estudiado, es decir que no se aproximan a la realidad; así hoy por hoy, contar con dicha información, imposibilitan los procesos para un manejo integrado de los recursos hídricos.

De ahí que, para realizar este estudio, ha sido preciso recurrir a la dimensión del paisaje, como ente que integra y expresa en el espacio geográfico todo el conjunto de relaciones ecológicas, socioeconómicas, culturales y ambientales; las variadas definiciones de este término combinan básicamente dos conceptos: espacio y percepción, resultante de las relaciones entre naturaleza y sociedad y determinando finalmente, que el **paisaje** “es la expresión visible de la superficie terrestre resultado de la combinación de la naturaleza, las técnicas y la cultura de los hombres” (Pitte, 1983).

Bajo este contexto, se fue consolidando el enfoque metodológico denominado “Ecología del Paisaje”, puesto que la dinámica paisajística depende de las relaciones entre las sociedades y su ambiente, creando estructuras cambiantes en el espacio y en el tiempo, además, dentro de esta dinámica se realizan numerosas transformaciones, movimientos y flujos de organismos, materia y energía (procesos ecológicos), integrando a esto, el objeto de estudio, es decir el paisaje y sus determinantes (medio y sociedad). Ver figura 1-4.

...”lo básico de la ecología del paisaje, y lo que la diferencia de otras disciplinas, es la suposición de que, un espacio específico de un paisaje es una entidad holística, que incluye todos sus componentes heterogéneos, incorporando al ser humano como un elemento más del conjunto”... (Zonneveld, 1988).

Figura 1-4: Ecología del paisaje



Elab.: MULLO, F. 2011
Fuente: BUREL, F. Ecología del Paisaje. 2002

Pero, cómo se analiza el paisaje?...es indispensable tener un criterio integrador de los factores formadores (clima, rocas, relieve, agua, vegetación, uso, suelo, ser humano y sus actividades), de tal forma que se van delimitando **unidades de paisaje**, las cuales son consideradas como unidades fundamentales de síntesis y de referencia para el análisis territorial. La unidad de paisaje se define como “una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas, producto de la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisionomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas” (Etter A., 1990).

Para la delimitación de las unidades de paisaje, se realizó una fotointerpretación integrada, utilizando en este estudio, fotografías aéreas y obteniendo importante información, la misma que se constituye en un valioso aporte materializado en una base de datos que permite manejar cartografía temática según el interés o tema a profundizarse.

La ecología del paisaje tiene tres principios básicos¹⁶, a saber:

- a. El paisaje es una entidad espacial y temporal integrada. Se refiere a la integridad que existe entre los elementos que conforman un paisaje, las interrelaciones e interdependencia que entre ellos existe, las cuales deben ser entendidas de manera holística, más no por la suma de las cualidades de cada uno de ellos.

¹⁶ IGAC. Guía Metodológica para la Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. Santafé de Bogotá D.C. – Colombia. 1997.

- b. El ser humano es uno de los factores formadores del paisaje. La importancia de este principio, radica en que la población es la que más afecta el entorno con sus diferentes actividades, transformándola y apropiándose del medio, utilizando los recursos naturales y modificando el paisaje¹⁷.
- c. Enfoque integrado para la conservación y uso sostenido de los recursos. Sin lugar a dudas aplicando este enfoque, las unidades de paisaje producto del análisis del territorio, facilitarán identificar la dinámica y relaciones entre sus elementos, para conocer la realidad e interpretarla de forma lógica.

Finalmente, son variadas las utilidades del análisis ecológico del paisaje:

- Representación cartográfica de los paisajes.
- Realización de los modelos que permiten analizar el funcionamiento y dinámica de cada paisaje.
- Conocimiento de las cualidades y características del paisaje para su manejo adecuado en el proceso de planificación del uso de la tierra.
- Identificación de la sostenibilidad de los procesos y formas de ocupación y uso que se dan en el territorio, en especial los usos agrícolas, pecuarios, forestales, mineros, industriales, comerciales, residenciales y de infraestructura y servicios.
- Identificación de áreas prioritarias de conservación de la diversidad biológica a nivel ecosistémico.
- Determinación de áreas expuestas a amenazas, vulnerabilidad y riesgo de ocurrencia de desastres naturales.

Al reconocer que la ecología del paisaje hace comprensibles las estructuras y los procesos espaciales que relacionan naturaleza y sociedad a nivel de paisaje, y además, opera a una escala adecuada para este estudio, permite obtener resultados visibles y una fuerte probabilidad de éxito para el análisis del territorio.

¹⁷ Dependiendo del grado e intensidad de la acción del ser humano, el IGAC define cinco tipos de paisajes:

- Paisajes naturales: el ser humano no los ha intervenido de forma significativa (desiertos, áreas de los polos, algunas áreas de las selvas tropicales).
- Paisajes manejados: en ellos se manejan y cosechan las especies nativas (área de pastoreo, zonas forestales).
- Paisajes cultivados: en ellos predominan las actividades agropecuarias con reemplazo de las especies nativas (mezcla de vivienda y paisajes manejados).
- Paisajes suburbanos: formados por una mezcla heterogénea de conjuntos residenciales, cultivos, vegetación seminatural manejada y vegetación manejada (zonas suburbanas de las ciudades).
- Paisajes urbanos: son las zonas urbanas completamente intervenidas.

2.3. CUENCA HIDROGRÁFICA

El modelo económico actual, basado en el desarrollo occidental y las tendencias geopolíticas han operado como si los recursos hídricos fuesen ilimitados, llevando a un desequilibrio de los ecosistemas, sin tomar en cuenta la capacidad de los mismos para regenerarse y poniendo en peligro la sostenibilidad de los territorios y del planeta entero.

Preocupantes son las consecuencias que ya se evidencian debido a lo mencionado, sumándose a esto, a nivel de país, el avance de la frontera agrícola (zona altoandina) y urbana (expansión socioeconómica), hechos que tienen como resultado directo la intensificación en el uso de un recurso vital, como es el agua y a su vez también, el uso de los recursos hídricos, buscando solventar la demanda para el aprovechamiento en actividades cotidianas: riego, consumo humano, industrial, entre otras.

Con el fin de evaluar las actividades que los habitantes realizan en un territorio, el estado de los recursos hídricos y conocer porqué los procesos ecológicos se están viendo afectados, llevando a un desequilibrio de los ecosistemas, alteración del ciclo hidrológico y finalmente, escases de este líquido vital, se ha creído pertinente que el área de estudio más apropiada y conveniente para cumplir con las metas y objetivos planteados, ha sido la cuenca hidrográfica (microcuenca¹⁸ de la Quebrada Ambuquí).

La cuenca constituye una unidad espacial ecogeográfica relevante para analizar los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos, y además, tomar decisiones en materia de uso y manejo de los recursos agua, suelos y vegetación. Por lo tanto, constituye un marco apropiado para sentar las bases para un manejo integrado de los recursos hídricos.

Las características biogeofísicas de una cuenca tienden a formar sistemas hidrológicos y ecológicos relativamente coherentes, y por lo tanto las cuencas hidrográficas se utilizan a menudo como unidades para la planificación del desarrollo (Dassman, et al., 1973; United Nations, 1970; Cooke, 1969).

Cabe destacar que, la cuenca es la principal unidad territorial donde el agua, proveniente del ciclo hidrológico, es captada, almacenada y distribuida según la presencia de cubierta

¹⁸ Unidad de drenaje de menor superficie que una cuenca y que forma parte de esta, constituyéndose en un tributario de la misma, es decir una cuenca de menor superficie que drena a una cuenca de superficie mayor.

vegetal natural (ej. páramo – esponja reguladora), topografía del territorio, o bien según la presencia de infraestructura para riego o consumo humano, entre otras.

Con frecuencia las cuencas hidrográficas poseen no solo integridad edafo-biofísica e hidro-climática sino que, además, ostentan identidad cultural y socioeconómica, dada por la misma historia del uso de los recursos naturales por parte de sus habitantes, produciéndose una estrecha interdependencia entre los sistemas biofísicos y el sistema sociocultural y económico, lo cual genera la necesidad de establecer mecanismos de uso y manejo adecuado de los recursos hídricos de la misma.

Cabe destacar, la importancia que tiene una cuenca en lo que se refiere a las funciones que cumple, a saber¹⁹: hidrológica, ecológica, ambiental y sociocultural y económica.

Función Hidrológica. Permite la captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos; así como también, el se encarga del almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración; finalmente, descarga del agua con el proceso de escurrimiento.

Función Ecológica. Mantiene la diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua; provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.

Función Ambiental. Constituyen sumideros de CO₂, albergan bancos de germoplasma, regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos, conserva la biodiversidad y mantiene la integridad y la diversidad de los suelos.

Función Socioeconómica. Provee de un espacio geográfico para el desarrollo social, económico y cultural de la sociedad y suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.

2.4. MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS

Al agua se la considera como un recurso renovable por su función cíclica, pero los flujos de agua dulce son limitados y variables en el tiempo, en lugares específicos y en

¹⁹ <http://educasitios.educ.ar/grupo068/?q=node/98>

momentos determinados, la disponibilidad de agua dulce impone fuertes restricciones a todas las actividades, es por ello que se hace indispensable conocer que el agua y sobre todo los recursos hídricos abarcan no solamente formaciones naturales de agua en todos sus estados, sino también en un sentido amplio están compuestos por los componentes de relieve, vegetación, geología, suelos y clima.²⁰

Al respecto, la Constitución Política Ecuatoriana, menciona en su Art. 12.- “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

Además, dentro del Capítulo segundo, Biodiversidad y Recursos Naturales, está la Sección sexta, exclusiva para el tema Agua, en la cual el Art. 411 menciona: “El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua”.

Es vital beneficiarse de este recurso en un territorio, y como se menciona en la Constitución, es un derecho que tienen los habitantes a su uso y aprovechamiento, pero para hacer posible su persistencia y continuidad en el espacio y tiempo, es indispensable el manejo integrado de recursos hídricos y el Estado lo garantiza, por tal motivo es la población quien habita y conoce su situación y las limitaciones con respecto a este recurso, la llamada a involucrarse en este manejo a través de prácticas que promuevan la sustentabilidad del mismo.

El Manejo Integrado de los Recursos Hídricos: “es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (Asociación Mundial para el Agua - GWP).

En base a lo citado anteriormente, se puede determinar que el manejo integrado de los recursos hídricos – MIRH, va más allá de proteger al recurso en sí (agua), ya que este consecuentemente se verá afectado o alterado por las presiones humanas sobre los

⁶ REAL, Byron. Foro Derecho Ambiental. Febrero – 2008.

demás recursos naturales que hacen posible que este recurso cumpla su ciclo, es decir: alteración de la cubierta vegetal, sobrepastoreo, sobreutilización de los suelos, avance de la frontera agrícola sobre el ecosistema páramo, incendios repetidos, entre otros.

El MIRH en la microcuenca del Río Ambuquí busca, resolver conflictos que se presentan debido a las distintas demandas que compiten entre sí (domésticas, agrícolas, pecuarias, recreativas, industriales, etc.) y prever las consecuencias de acciones negativas, es preciso conocer el uso que se le destina al agua, así como también el uso de la tierra y otros recursos en el territorio, porque ello predetermina el futuro de la cantidad y calidad de agua. Se la considera además, como un factor esencial para conseguir objetivos locales (ej.: para el desarrollo socioeconómico, mantener y mejorar la salud).

Es importante pensar en un manejo de los recursos hídricos para conseguir sustentabilidad ambiental en la microcuenca del Río Ambuquí, entendida esta, como el uso racional y conservación de los recursos por parte de las generaciones actuales, sin comprometer el uso de las futuras generaciones.

Además, en la presente investigación se toma en cuenta los cuatro principios expuestos en Dublín (Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente, 1992), los mismos que son reconocidos en la comunidad internacional como la guía de principios del manejo integrado de los recursos hídricos, a saber:

- I. El agua dulce es un recurso vulnerable y finito, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medioambiente.
- II. El desarrollo y manejo de agua debe estar basado en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y realizadores de política a todo nivel.
- III. La mujer juega un papel central en la provisión, el manejo y la protección del agua.
- IV. El agua posee un valor económico en todos sus usos competitivos y debiera ser reconocido como un bien económico.

Los principios mencionados nos llevan a la conclusión de que el tema debe ser tratado bajo un enfoque holístico, reconociendo que otros recursos naturales, entran en interacción para contribuir a que el ciclo hidrológico se cumpla; así como también el ser humano es el responsable de afectar positiva o negativamente en la productividad de este preciado recurso.

2.5. GEOTECNOLOGÍAS Y GEOINFORMACIÓN

Es imprescindible para este estudio la generación, uso y manejo de geoinformación (información sobre el territorio, que consta de un componente gráfico y otro alfanumérico debidamente estructurado, libre de errores y de fácil actualización), la cual proporcionó una fácil representación, visualización e interpretación de los diferentes fenómenos del área de estudio.

La geoinformación es adquirida mediante las geotecnologías (tecnologías para la obtención, generación y manejo de la información territorial), como por ejemplo la Teledetección (percepción remota) y los Sistemas de Información Geográfica, los cuales se constituyeron en las herramientas principales para la generación, validación, análisis, sistematización y representación cartográfica en el presente estudio, por ello, en los siguientes acápite se explicará más detalladamente la importancia, ventajas, usos y aplicaciones específicas.

La *Teledetección*, es la ciencia por medio de la cual, se obtiene información sobre el territorio sin entrar en contacto con este, es decir, se lo hace a través de equipos instalados en plataformas espaciales (aviones, satélites, etc.), los cuales se encuentran a cierta distancia de la superficie terrestre - sensores remotos, dependiendo del producto que se desea obtener; los productos de sensores remotos son varios y sus aplicaciones están en relación con la escala del estudio que se desea realizar; así por ejemplo, las fotografías aéreas, que fueron utilizadas para la generación de geoinformación en este estudio, son producto de sensores pasivos, es decir aquellos que sólo recogen energía electromagnética procedente de la cubierta terrestre, al contrario de los sensores activos, los cuales a más de recoger el flujo energético también pueden emitir su propio haz energético (ej. radar) (Chuvienco, 1990).

Las fotografías aéreas utilizadas en este estudio, fueron de gran soporte para generación principalmente de información física (geomorfología), puesto que a través de la fotointerpretación se identificó las principales características de la microcuenca, en cuanto a relieve (tamaño, formas), localización de objetos, texturas, entre otros.

Otro producto de sensores remotos utilizado en el estudio, únicamente de manera referencial, debido a la fecha de la toma, fue la imagen satelital Landsat TM, año 2005, cuya fuente es el U.S. Geological Survey – USGS.

Por otro lado, el uso de los *Sistemas de Información Geográfica – SIG*, en el tratamiento de la geoinformación, permitió realizar varios procesos, entre ellos la transferencia de información analógica a digital, a través de la generación de ortofotos (fotografías aéreas corregidas de las distorsiones del relieve) y codificación – digitalización de las respectivas unidades de paisaje; a su vez se realizó el enlace del componente gráfico al alfanumérico, obteniendo una base de datos con información de los elementos del paisaje (geomorfología, geología, suelos, vegetación, uso); de esta manera se pudo analizar la información espacial de forma integrada, a la escala de análisis deseada y nivel de detalle requerido (1:25.000), dando la posibilidad de representar espacialmente las unidades de paisaje y brindando facilidades para representar cartográficamente los diferentes fenómenos que ocurren en la microcuenca; además, los SIG, integran sistemas estadísticos y georeferenciados, necesarios para un análisis sistemático y holístico del espacio. A continuación algunas ventajas en el uso de los SIG:

- Tiene un carácter integrador que se puede aplicar a diferentes datos sectoriales.
- Se puede aplicar para buscar relaciones y cohesión entre diferentes capas de información espacial.
- La información procesada siempre está relacionada con el territorio.
- Bases de datos bien estructuradas propician la planificación espacial.
- Contiene modelos e importante información espacial que favorecen el análisis del espacio.
- Su facilidad de proponer y enfrentar capas de información y trabajar a varios niveles de detalle de manera jerárquica, coincide con la práctica de la planificación espacial.
- Su agilidad de editar, actualizar y adaptar datos, propicia flexibilidad en el proceso de planificación.
- La capacidad del SIG como medio de comunicación, permite elaborar evaluaciones ágiles de los resultados por un técnico o grupo de investigación, hacer presentaciones atractivas para tomadores de decisiones o moradores afectados por un evento.

En base a lo mencionado, fueron utilizados los siguientes Sistemas de Información Geográfica, según la necesidad que se presentó y la facilidad que cada uno brinda para los diferentes procesos:

ARC GIS. Manejo de la información cartográfica base y temática; digitalización en pantalla, edición cartográfica, estructuración topológica, actualización, elaboración de las bases de datos de la información y representación visual de la información final.

ILWIS. Este software fue utilizado principalmente para la generación de las ortofotos.

ERDAS. Facilitó el manejo y tratamiento de imágenes satelitales, utilizado principalmente para realizar la composición de bandas (Layer Selection and Stacking) que brinden un realce de la cobertura vegetal natural y uso de las tierras, posteriormente, se realizó un corte (Subset) con el límite de la microcuenca; además, se mejoró la resolución espacial (Spatial Enhancement - Convolution), en base a la banda 9 de la imagen (pixel de 30 * 30 m. a un pixel de 15 * 15 m.).

2.6. MARCO LEGAL

Conforme a la Constitución Política del Ecuador, expresamente se tiene la Sección sexta, sobre Agua, donde el Art. 411, expresa que “el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua”.

Es así que, los gobiernos autónomos descentralizados deben incluir dentro de sus planes de ordenamiento territorial, las políticas integrales, participativas y equitativas necesarias para la conservación de los recursos hídricos en los territorios.

Por otro lado, en el Art. 412, se indica que...La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental (puede ser la comunidad) para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE LA MICROCUENCA BAJO EL ENFOQUE DE ECOLOGÍA DEL PAISAJE

En este capítulo se desarrolló el análisis integrado bajo el enfoque de ecología del paisaje, el mismo que se fundamenta en la identificación y caracterización de los paisajes y a su vez, de las unidades y elementos²¹ de paisaje que los componen (ver anexo 2), en base a sus indicadores externos de síntesis. “Las características externas del paisaje son aquellas que permiten su reconocimiento y su diferenciación espacial” (IGAC, 1997).

“Las características están compuestas fundamentalmente por dos aspectos que materializan la síntesis de los procesos ecológicos: la geoforma, la cual se refiere a todos los elementos que tienen que ver con la morfología de la superficie terrestre (relieve, litología geomorfología, suelos, entre otros) y la cobertura (vegetal y otras) que trata los elementos que forman parte del recubrimiento de la superficie terrestre ya sean de origen natural o cultural” (IGAC, 1997).

En razón de lo mencionado, para la microcuenca de la Quebrada Ambuquí, se generó información integrada y actualizada, que permitió realizar un análisis holístico y sistémico de su territorio, esta geoinformación temática se convierte en línea base para el manejo integrado de los recursos hídricos y un aporte para futuros procesos de planificación y ordenamiento territorial. A continuación se describen a detalle los paisajes y unidades de paisaje que componen la microcuenca estudiada.

3.1. LOS PAISAJES Y UNIDADES DE PAISAJE DE LA MICROCUENCA

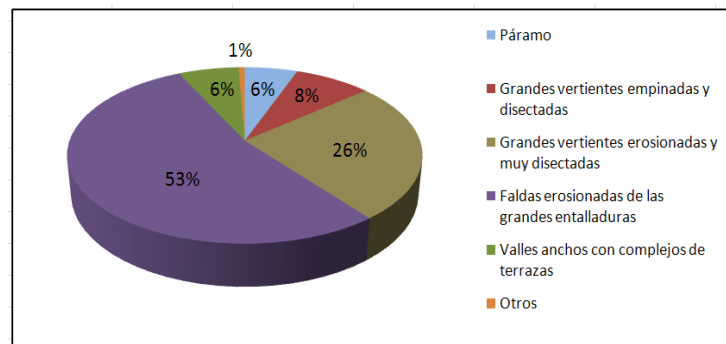
Cada paisaje al interior de la microcuenca es diferente uno del otro y evolucionan de manera compleja por la influencia de varios factores, como se mencionó anteriormente: el clima, rocas, relieve, agua, vegetación, uso, suelo, ser humano y sus actividades, los que se interrelacionan e interactúan entre sí, buscando mantener un equilibrio en el territorio,

²¹ Los elementos de paisaje en el presente estudio se refiere a las unidades cartográficas de tierra que fueron identificadas mediante la fotointerpretación, **unidad cartográfica de tierra** – “entidad espacial homogénea en función a su geomorfología y geología, incluye la variable clima y un solo tipo de suelo, o diversos tipos que se presentan como una asociación. Corresponde a un área de tierra delineada sobre un mapa”. http://www.fao.org/docrep.htm#unidad_cartografica_de_suelos

pero si existe la alteración o el excesivo uso de uno de ellos, traerá efectos negativos sobre los demás.

La microcuenca está representada principalmente por dos paisajes: el Paisaje Cimas frías de las Cordilleras, que a su vez está conformado por las unidades de paisaje que corresponden a páramo; y el Paisaje Relieves Interandinos, en el cual se encuentran: grandes vertientes empinadas y disectadas, grandes vertientes erosionadas y muy disectadas, faldas erosionadas de las grandes entalladuras y valles anchos con complejos de terrazas, como unidades de paisaje (ver figura 1-5). (Ver mapa 1)

Figura 1-5: Unidades de paisaje en la microcuenca



Elab.: MULLO, F. 2011
Fuente: WINCKELL, A. Los Paisajes Naturales del Ecuador. 1997

3.1.1. PAISAJE: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS

a. Páramo

Localización. Se encuentra en el extremo sur de la microcuenca, conocido también como altas tierras frías, a una altura superior a los 3600 m., ocupa una superficie total de 466,00 ha., que corresponden al 5,66% del territorio total de la microcuenca.

Clima. El clima de esta unidad de paisaje es generalmente frío, corresponde a la zona de vida de bosque húmedo Montano (Subpáramo Húmedo), el cual se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales entre los 7 y 12 °C, con una precipitación anual que oscila entre los 500 y 1000 mm. Existe exposición a corrientes de aire, presencia de nubosidades constantes, en general el clima es netamente húmedo; en horas de la madrugada puede haber presencia de heladas (Cañadas, L., 1983).

Geomorfología y Geología. Su origen geomorfológico no puede ser definido con certeza sino por comparación con los paisajes vecinos. Se trata de modelados circunglaciares, heredados de acciones periglaciares, nivales o nivoglaciares (Winckell, A., 1997).

Se caracteriza por presentar...”extensiones monótonas en donde todas las diferenciaciones se realizan mediante transiciones, con desniveles relativos que no sobrepasan los 100 m. El paisaje se compone esencialmente de cimas suavemente onduladas y rebajadas, con cumbres anchas, redondeadas o aplanadas, de donde emergen localmente espinazos rocosos. Sus vertientes tienen débiles pendientes, convexo-cóncavas, que se enlazan suavemente con hondonadas. Estas últimas pueden estar representadas por simples acumulaciones coluviales o por rellenos aluviales de tipo terraza en donde los cauces actuales serpentean en el fondo de pequeñas entalladuras de algunos metros con perfil en V. La característica esencial de esos fondos bajos es la presencia de grandes extensiones pantanosas, con suelo esponjosos y pequeños montículos enyerbados en almohadillas” (Winckell, A., 1997).

Como se menciona en el acápite anterior, y en base a la geoinformación generada, la morfología y morfometría del los relieves de esta unidad de paisaje son en su mayoría relieves colinados bajos (desnivel relativo 11 a 20 m.), con cimas redondeadas y pendientes de 12 a 25%, así como también relieves colinados altos (51 a 100 m.), cimas redondeadas y pendientes de 50 a 70%; y finalmente, en sitios puntuales, relieves montañosos (> a 201 m.), cimas agudas cuyas pendientes son mayores al 100%. (Ver mapa 2).

Existe además, la presencia de pequeños coluviones, que corresponden a formaciones superficiales²², denominadas depósitos coluviales.

Geológicamente, la unidad de paisaje está compuesta en su totalidad por los Volcánicos del Angochagua (Plioceno), constituidos por lavas andesíticas, basalto, brecha volcánica y tobas. (Ver mapa 3).

²² Materiales móviles (o posteriormente consolidados) que recubren la roca in situ; llegado el caso, sustentan el suelo. Las formaciones superficiales son diversas y de origen variado. Pueden resultar de la alteración (meteorización) de la roca in situ (arenas graníticas, arcillas lateríticas) o de la fragmentación de la roca (regolita). Muchas formaciones superficiales son consecuencia de desprendimientos de ladera (derrubios, coluviones, etc.) o de transportes a larga distancia (coluvio aluviales, morrenas), lo que hace que sean a veces muy diferentes de la roca in situ.

Distintas modalidades de tales formaciones superficiales son los coluviones, coluvio aluviales, talud de derrubios, flujos de lodo, etc. En: <http://www.estrucplan.com.ar/contenidos/geologia/diccionariogeologico/f.asp>

Suelos. Se presentan principalmente los suelos D, suelos alofánicos derivados de ceniza volcánica reciente, fina y permeable; dentro de este conjunto, principalmente abundan los suelos Dm (Inseptisoles, Andepts, Dystrandeps), pseudo limoso muy negro con retención de agua de 50 a 80% a pF 3 sobre muestra sin desecación, con un régimen de humedad: perúdic (las precipitaciones mensuales son más altas que la evapotranspiración, como consecuencia hay percolación del agua en el perfil durante todo el año y lixiviación de algunos elementos minerales útiles) y de temperatura: isomésico (suelo con temperatura de 10 a 13 °C, entre 50 y 100 cm. de profundidad, durante todo el año); las limitaciones que presenta son la presencia de heladas y exceso de humedad.

También se encuentran los suelos Dp (Inseptisoles, Andepts, Dystrandeps), pseudo limoso negro, con retención de agua a pF 3 de 50 a 100% sobre muestra sin desecación, el régimen de humedad: perúdic y de temperatura: isotérmico (suelo con temperatura de 13 a 20/22 °C, entre 50 y 100 cm. de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil); la principal limitación es la fuerte pendiente en la que se encuentran.

Existe en la unidad de paisaje, pequeñas áreas consideradas como “sin suelo”, áreas de fuerte pendiente (Fuente consultada: Programa Nacional de Regionalización Agraria – ex PRONAREG). (Ver mapa 4).

Uso y Vegetación. Esta unidad de paisaje está conformada en gran parte por el ecosistema de páramo, cuya función principal es la de producir y regular las fuentes hídricas (esponja reguladora), prestando un importante servicio ambiental a las comunidades rurales y urbanas. La cubierta característica es la herbácea perenne, extensos pajonales en los que dominan los géneros *Stipa*, *Calamagrostis* y *Festuca*, en asociación con romerrillo, mortiño, orejuela, sachachocho, chuquiragua, valeriana, entre otras, se encuentran en aparentemente estado de conservación.

Por otro lado, en este ecosistema monótono también se puede observar la presencia de vegetación arbustiva, en donde predominan el quishar, colca, puma maqui, chupillay, entre otras (Cañadas, L., 1983).

Este ecosistema dada su importancia ecológica, social y económica, es considerado como estratégico, pero a la vez frágil, ya que si es alterada su cobertura, el frío intenso hace que la recuperación de la vegetación sea lenta.

Además de la cobertura vegetal señalada, en esta unidad de paisaje, existe la presencia de la hacienda El Pantanal (nombre debido a la presencia de humedales), la cual tiene extensas zonas de pastos plantados (reigras y olco), dedicados al pastoreo de ganado vacuno (raza Holstein y otras) intensivo, el mismo que está destinado para carne y producción de leche para la venta en los mercados de Ibarra. (Ver fotografías 1 y 2)

Otras áreas están ocupadas por un mosaico de cultivos, principalmente de cebada, papa, haba, oca, melloco, entre otros. (Ver mapa 5).



Fotografía 1. Reemplazo de la cobertura vegetal natural (pajonal) por pastos plantados – presencia de neblina más de 18 h/día



Fotografía 2. Ganado vacuno para producción de leche - Hda. El Pantanal

Población. Esta unidad de paisaje del área de estudio se encuentra escasamente poblada y es aquella que vive y trabaja en la hacienda mencionada, además se puede observar algunas viviendas distribuidas de manera dispersa, habitadas por población indígena (de los pueblos Karanki y Kayambi), cuya actividad económica principal es la agricultura y ganadería, los productos son para consumo familiar y muy poco para la venta en los mercados locales.

Al interior de esta unidad, se encuentra la vía de comunicación que conecta a Mariano Acosta (Cantón Pimampiro) con Ibarra (Laguna de Yaguarcocha), la cual es de verano, angosta de 3 a 4 m. de ancho, en época de lluvias se hace difícil transitar por esta.

En la parte alta del cerro El Redondo existe la presencia de antenas de telecomunicaciones.

3.1.2. PAISAJE: RELIEVES INTERANDINOS

a. Grandes vertientes empinadas y disectadas

Localización. Se ubica en la parte sur de la microcuenca, ocupando 671,87 ha., es decir el 8,16% del total de la superficie de la misma. Sus altitudes, relativamente uniformes, se escalonan entre 2800 – 3000 m. en la parte inferior y 3400 – 3600 m. en el contacto con los modelados de páramos (límite inferior de la unidad de paisaje anterior) (Winckell, A., 1997).

Clima. La unidad de paisaje, se encuentra en su mayor parte al interior de la zona de vida de bosque seco Montano-Bajo, en el que sus límites de temperatura fluctúan entre los 12 a 18 °C, temperaturas típicamente templadas en promedio hasta ligeramente cálidas durante el día, pero frescas y algo frías en la noche; recibe precipitaciones entre los 500 y 1000 mm., el clima es subhúmedo y algo húmedo, sobre todo en aquellas partes que participan plenamente de las lluvias generadas en los Altos Andes (Cañadas, L., 1983).

Al encontrarse junto a la unidad de paisaje Páramo, también tiene una parte de sus territorios al interior de la zona de vida de bosque húmedo Montano (Subpáramo Húmedo), características descritas en la mencionada unidad.

Geomorfología y Geología. En esta unidad de paisaje, “los modelados son relativamente homogéneos. Dominan las grandes vertientes con perfil longitudinal rectilíneo, fuertemente disectadas por una densa red de quebradas: torrenteras y barrancos estrechos, con faldas empinadas y perfil en V. Esta red paralela a la pendiente dominantes es sin embargo heredada; ya que la mayoría de las arterias, desprovistas de cualquier tipo de escurrimiento perenne, sólo es recorrida durante los aguaceros más fuertes. Entre estas incisiones, el modelado de superficie transversal es mucho menos accidentado, compuesto por interfluvios hectométricos suavemente redondeados” (Winckell, A., 1997).

En cuanto al análisis e interpretación morfológica y morfométrica realizada, se identificó que la unidad de paisaje, presenta relieves montañosos (> a 201 m.) con cimas agudas y vertientes rectilíneas, las pendientes muy fuertes son mayores al 100%; además, presenta relieves colinados altos (51 a 100 m.) a muy altos (101 a 200 m.), cuyas cimas son redondeadas y las vertientes convexas, las pendientes son fuertes y fluctúan entre 50, 70 y 100%.

Debido a la fuerte pendiente, en áreas que han sido intervenidas (cambio de uso: cobertura vegetal natural a áreas para pastoreo), existe la evidencia de formaciones superficiales, principalmente: depósitos coluvio aluviales y en menor número depósitos coluviales, los cuales presentan pendientes medias entre 25 a 50%. (Ver mapa 2).

La morfodinámica ²³ en esta unidad de paisaje, tiene que ver con moderada susceptibilidad a deslizamientos y moderada susceptibilidad a derrumbes, por efectos de la gravedad y factores que inciden, a saber: erosión hídrica (intensidad de las lluvias), viento, material parental, cobertura vegetal, entre otros.

Litológicamente, la unidad de paisaje al igual que la anterior, está compuesta en su totalidad por los Volcánicos del Angochagua (Plioceno), constituidos por lavas andesíticas, basalto, brecha volcánica y tobas. (Ver mapa 3).

El origen de estas estribaciones no se conoce detalladamente, pero han sido interpretadas parcialmente como abruptos tectónicos ubicados sobre las principales fracturas que limitan las cuencas interandinas (Winckell, A., 1997).

²³ Se refiere al dinamismo que ha incidido en un relieve, modelándolo. Para mayor detalle ver glosario de términos.

Suelos. Gran parte de la unidad de paisaje, está bajo la categoría de “sin suelo”, áreas de fuerte pendiente (Programa Nacional de Regionalización Agraria – ex PRONAREG).

Existen además, pequeñas áreas que presentan un suelo C, suelo sobre duripan o cangagua a menos de un metro de profundidad; dentro de este conjunto, se presentan los suelos Cb (Inseptisoles, Andepts, Durandepts), suelo arenoso – fino, con un poco de materia orgánica, cangagua sin meteorización a 20 cm. de profundidad, sin presencia de horizonte argílico negro, el régimen de humedad: ústico (seco más de tres meses consecutivos, pero húmedo en algunas partes más de seis meses) y de temperatura: isotérmico (suelo con temperatura de 13 a 20/22 °C, entre 50 y 100 cm. de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil); la principal limitación es la facilidad para la erosión; y, los suelos Ct (Mollisoles, Udolls, Argiudolls), suelo arenoso fino o limoso negro pardo oscuro, horizonte argílico de poco espesor y algunas veces en la superficie afloramientos de cangagua a 20 cm. de profundidad con algunos revestimientos negros sobre 5 cm., el régimen de humedad: údico (no está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos, la mayoría de los años) y de temperatura: isotérmico (suelo con temperatura de 13 a 20/22 °C, entre 50 y 100 cm. de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil); la principal limitación es la erosión o derrumbes por solifluxión.

Finalmente, está presente el suelo D, suelos alofánicos derivados de ceniza volcánica reciente, fina y permeable; dentro de este conjunto, los suelos Dm (Inseptisoles, Andepts, Dystrandeps), pseudo limoso muy negro con retención de agua de 50 a 80% a pF 3 sobre muestra sin desecación, con un régimen de humedad: perúdicico (las precipitaciones mensuales son más altas que la evapotranspiración, como consecuencia hay percolación del agua en el perfil durante todo el año y lixiviación de algunos elementos minerales útiles) y de temperatura: isomésico (suelo con temperatura de 10 a 13 °C, entre 50 y 100 cm. de profundidad, durante todo el año); las limitaciones que presenta son la presencia de heladas y exceso de humedad. (Ver mapa 4).

Uso y Vegetación. Presenta principalmente vegetación arbórea y arbustiva húmeda (matorral), donde se encuentran algunas especies, como por ejemplo: puma maqui, quishuar, chachacoma, sacha chocho, musgo, epífitas, entre otras; se encuentra muy intervenido por actividades que realizan los habitantes, se observa presión por avance de la frontera agrícola con la presencia de ciertos cultivos (maíz, papas, mellocos, ocas, cebada), utilizados para el consumo familiar, ciertos excedentes para la venta en

mercados locales (no poseen riego, siembran a espera de la época de lluvias), y pastos naturales (kikuyo), cuyo uso es para la ganadería extensiva. (Ver fotografías 3 y 4) (Ver mapa 5).



Fotografía 3. Al fondo vegetación arbórea y arbustiva húmeda, en el centro parcelas de cultivos, pastos y manchas de matorral



Fotografía 4. A la izquierda, avance de la frontera agrícola y en la derecha, parcelas abandonadas y matorral en recuperación

Población. Se encuentra escasamente habitado por población indígena (de los pueblos Karanki y Kayambi), las viviendas están distribuidas de manera dispersa; las actividades a las que se dedican son principalmente la agricultura y la ganadería.

Al interior de esta unidad de paisaje no existen vías de comunicación, únicamente la presencia de pequeños caminos y senderos.

b. Grandes vertientes erosionadas y muy disectadas

Localización. Se localiza en la parte centro sur de la microcuenca, comprende una franja en forma de U, a una altitud entre los 2400 m. como límite inferior hasta los 2800 – 3000 m. en la parte superior; cubre una superficie de 2107,65 ha., que representa el 25,59% del total de la microcuenca.

Clima. Un 60% del territorio de esta unidad de paisaje, presenta las características climáticas del bosque seco Montano-Bajo, descrito en la unidad de paisaje anterior; y un 40% tiene las características climáticas de la zona de vida estepa espinosa Montano-Bajo, cuya temperatura se presenta entre los 12 a 18 °C, y recibe una precipitación media anual entre los 250 y 500 mm. Las precipitaciones pueden variar de año a año; llegan en dos formas, las primeras como resultado de tempestades locales de tipo conveccional o de tipo orográfico y las segundas relacionadas directamente con profundas depresiones atmosféricas, que se extienden sobre las dos cordilleras por la ubicación del país en la faja intertropical (Cañadas, L., 1983).

...”estrecho corredor, sede de una intensa circulación proveniente de la costa: el aire costanero que penetra en el valle del Chota es a la vez caliente y muy seco, ocasionando un medio comparativamente mucho más seco que las regiones circundantes” (Winckell, A., 1997).

Geomorfología y Geología. Las formas de relieves que predominan son los relieves colinados altos (51 a 100 m.), muy altos (101 a 200 m.) y montañosos (> a 201 m.), que presentan generalmente cimas redondeadas y vertientes convexas; en sitios puntuales existen relieves con cimas agudas y vertientes rectilíneas. Las pendientes son fuertes y varían de 50 a 70%, 70 a 100% y mayores al 100%. (Ver mapa 2).

En lo que se refiere al dinamismo que ha modelado el relieve (morfodinámica), se ha evidenciado mediante trabajos en campo, la presencia de escurrimiento concentrado²⁴ y

²⁴ Escurrimiento concentrado. Asociado a una incidencia mayor de la erosión hídrica, que lleva a la formación y presencia de surcos, provoca un modelado que se localiza en la superficie del suelo por incisión lineal, haciendo aparecer entonces una micro-topografía accidentada (según el tamaño, forma y número de zanjas y quebradillas). GREGOIRE, et. al., 1986.

escurrimiento difuso²⁵, los cuales son en ciertos casos poco activos, pero en otros son activos; a esto se suma una moderada susceptibilidad a deslizamientos en sitios de fuerte pendiente y escasa cobertura vegetal natural.

Los relieves mencionados, en su totalidad están compuestos por los Volcánicos del Angochagua (Plioceno), constituidos por lavas andesíticas, basalto, brecha volcánica y tobas. (Ver mapa 3).

También existe la presencia de formaciones superficiales, entre ellas los depósitos coluviales y coluvio aluviales, ubicados de manera dispersa en la unidad de paisaje, los cuales presentan relieves moderados, con pendientes un poco más suaves a medias, varían de 12 a 25% hasta 25 a 50%, en estos relieves se ubica principalmente la población con sus actividades agrícolas.

“Las vertientes se ven disectadas por una densa red de barrancos longitudinales, profundos y con faldas empinadas o abruptas, que proporcionan a estos paisajes su característico aspecto “despedazado”. Los interfluvios alargados en el sentido de la pendiente poseen cimas estrechas, de redondeadas a subangulosas. Las pendientes son extremadamente fuertes, siempre superiores al 70 – 100%.

Bajo estas condiciones, los fenómenos erosivos guían la repartición de las formaciones superficiales. Los afloramientos rocosos del sustrato predominan y están asociados con depósitos pedregosos coluviales de vertientes, y restos de coberturas piroclásticas locales, conservados en sectores con pendientes menores. Es probable que las recientes emisiones volcánicas también hayan cubierto el conjunto de estas vertientes, pero la intensa erosión hídrica, acompañada por fenómenos eólicos particularmente activos en las partes inferiores occidentales, procedieron a un decapado posterior casi total” (Winckell, A., 1997).

Suelos. “Los suelos atestiguan la presencia de fenómenos erosivos y de rejuvenecimiento de los perfiles. Ellos son “poco evolucionados de erosión” asociados localmente, sobre las pendientes poco acentuadas” (Winckell, A., 1997).

²⁵ Escurrimiento difuso. Resultado de una arroyada difusa que elimina las láminas superficiales del suelo; actúa principalmente en los suelos deleznales, a menudo pobres en humus, el suelo se adelgaza y se hace blanquecino. DERRUAU, Max, 1966.

La unidad de paisaje presenta principalmente suelos C, suelo sobre duripan o cangagua a menos de un metro de profundidad; dentro de este conjunto, se presentan los suelos Cb (Inseptisoles, Andepts, Durandepts), suelo arenoso – fino, con un poco de materia orgánica, cangagua sin meteorización a 20 cm. de profundidad, sin presencia de horizonte argílico negro, el régimen de humedad: ústico (seco más de tres meses consecutivos, pero húmedo en algunas partes más de seis meses) y de temperatura: isotérmico (suelo con temperatura de 13 a 20/22 °C, entre 50 y 100 cm. de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil); la principal limitación es la facilidad para la erosión; y los suelos Cm (Mollisoles, Ustolls, Durustolls), suelo arenoso fino o limoso negro o pardo oscuro, cangagua sin meteorización a 70 cm. de profundidad, horizonte más negro, un poco duro de 40 a 70 cm. de profundidad, el régimen de humedad: ústico y de temperatura: isotérmico; las principales limitaciones que presenta están asociadas con los procesos erosivos y la fuerte pendiente.

En una pequeña parte de esta unidad, están presentes los suelos Hw (Inseptisoles, Andepts, Eutrandepts), suelo negro profundo (1 m.) arena fina a media con clara presencia de limo, pH agua cerda de 7 y pH KCl de 6 a 6,5 el régimen de humedad: ústico (seco más de tres meses consecutivos, pero húmedo en algunas partes más de seis meses) y de temperatura: isotérmico (suelo con temperatura de 13 a 20/22 °C, entre 50 y 100 cm. de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil); la principal limitación es la falta de agua algunos años para una buena cosecha.

Existe en la unidad de paisaje, pequeñas áreas consideradas como “sin suelo”, áreas de fuerte pendiente (Fuente consultada: Programa Nacional de Regionalización Agraria – ex PRONAREG). (Ver mapa 4).

Uso y Vegetación. Esta unidad de paisaje se encuentra bastante intervenida por las actividades económico productivas que realizan sus habitantes. La información generada, misma que fue corroborada mediante visitas en campo, indica que existen parcelas dedicadas a cultivos de ciclo corto, principalmente de maíz, cebada, fréjol, arveja; así como también asociación de este tipo de cultivos con pastos naturales y pastos plantados, dedicados al pastoreo de ganado vacuno, y en ciertos casos ganado ovino, esta práctica también se observó que es común en zonas de fuerte pendiente, lo cual está ocasionando la presencia de pie de vaca, compactación del suelo y con ello vienen los movimientos en masa. (Ver fotografías 5, 6 y 7)



Fotografía 5. Parcelas con diversos cultivos de ciclo corto, en el medio y hacia la derecha el poblado de Guaranguisito



Fotografía 6. Vista general hacia Rancho Chico, diversos cultivos, pastos naturales y vegetación arbustiva húmeda

En las parcelas cercanas a los poblados de San Francisco y Guaranguisito, se observa numerosos cultivos de tomate de árbol (cultivo semiperenne), que es comercializado en los mercados de Ibarra. (Ver fotografía 8) (Ver mapa 5)

Población. Se encuentran al interior de esta unidad de paisaje, los poblados Apangora y Rancho Chico (parroquia Ambuquí) que tienen una población de 150 hab.²⁶ cada uno y

²⁶ Fuente: Plan de desarrollo de la parroquia de Ambuquí – Chota, Gobierno Autónomo Descentralizado. 2009 – 2014.

San Francisco, Guaranguisito y Pogllocunga (parroquia El Sagrario) con 220, 332 y 600²⁷ hab. respectivamente, donde la distribución de las viviendas se observa de forma dispersa (área rural). La población que habita es mestiza e indígena (de los pueblos Karanqui y Kayambi).



Fotografía 7. Pendientes fuertes dedicadas al pastero de ganado vacuno, presentan rasgos erosivos – pie de vaca



Fotografía 8. Cultivos semiperennes – tomate de árbol

Las actividades económico productivas a las que se dedica la población son principalmente a la agricultura, ganadería y en menor grado a la construcción.

²⁷ Información obtenida mediante entrevistas a los señores presidentes de las comunidades: Miguel Valenzuela (San Francisco), Rodrigo Quilumba (Guaranguisito) y David Chuquin (Pogllocunga).

Atraviesa por esta unidad de paisaje la principal vía de comunicación que conecta a Chaupi Guarangui con Ibarra (Laguna de Yaguarcocha), la misma que es una vía lastrada angosta de 3 a 5 m. aproximadamente, difícil transitar en época de lluvias, son afectadas por las mismas, por esta circula el servicio de transporte Trans. Campesinor. (Ver fotografía 9)



Fotografía 9. Vía de comunicación que conecta Chaupi Guarangui - Ibarra

c. Faldas erosionadas de las grandes entalladuras

Localización. Unidad de paisaje situada en la parte central y norte de la microcuenca, con una superficie de 4391,67 ha., en porcentaje corresponde al 53,32%, un poco más de la mitad de la superficie de toda la cuenca. Se ubica entre los 2000 y 2400 m. de altitud.

Clima. Los territorios de esta unidad presentan características climáticas de las zonas de vida: bosque seco Montano-Bajo, estepa espinosa Montano-Bajo, descritos en las unidades anteriores, monte espinoso Pre-Montano, con una temperatura promedio anual que fluctúa entre los 18 a 24 °C, con una precipitación media anual entre los 250 y 500 mm. Los meses de mayor precipitación corresponden a febrero y noviembre, los meses ecológicamente secos pueden llegar a 10; y, bosque seco Pre-Montano, con temperaturas similares a la zona anteriormente descrita, pero con una precipitación media anual entre los 500 y 1000 mm. Es considerada como la parte “más húmeda” del valle del Chota (Cañadas, L., 1983).

Las quebradas que se presentan en esta unidad de paisaje, constituyen corredores de acceso privilegiado para las masas de aire costanero, que al penetrar en el ámbito interandino, ocasionan violentos vientos. Estos últimos, que han perdido su humedad sobre las estribaciones andinas debido a precipitaciones orográficas, llevan aire seco que acentúa todavía más el carácter árido de estas zonas (Winckell, A., 1997).

Geomorfología y Geología. La unidad se caracteriza por presentar numerosas gargantas, estrechas y profundas, que constituyen una prueba de la erosión linear regresiva, están sobredimensionadas en comparación con las características de los ríos que las ocupan. Su principal característica sigue siendo la generalización de los fenómenos erosivos actuales.

Con respecto a las características morfológicas y morfométricas, en la unidad de paisaje dominan los relieves colinados altos (51 a 100 m.) a muy altos (101 a 200 m.), pero también los relieves montañosos (> a 201 m.), los cuales presentan cimas redondeadas con vertientes convexas en su mayoría, tomando en cuenta que también algunos relieves presentan cimas agudas con vertientes rectilíneas. Las pendientes de estos relieves son fuertes (50 a 70%) a muy fuertes (70 a 100%).

La presencia de formaciones superficiales es abundante y se distribuye al interior de la unidad de manera dispersa, se hallan los depósitos coluviales y los coluvio aluviales, que presentan un desnivel relativo menor (de 6 a 10 m. y de 11 a 20 m.), con pendientes medias (25 a 50%), bajas (12 a 25%) y muy bajas (5 a 12%). (Ver mapa 2).

Como ya se mencionó la morfodinámica en esta unidad es muy activa, observándose procesos de escurrimiento difuso y concentrado, así como también vertientes con alta susceptibilidad a derrumbes y deslizamientos.

Las vertientes son extremadamente empinadas (más del 100%), a veces subverticales, pero son heterogéneas y comprenden partes con perfil rectilíneo, acantilados rocosos asociados con aplanamientos locales o niveles de relleno. La disección linear secundaria está siempre muy avanzada, y las vertientes están recorridas por una red muy densa de torrenteras y barrancos longitudinales con perfil en V, que les proporciona un característico aspecto “ranurado”. (Winckell, A., 1997).

Litológicamente los relieves localizados en la parte central de la microcuenca, están conformados por los Volcánicos del Angochagua (Plioceno), constituidos por lavas andesíticas, basalto, brecha volcánica y tobas; mientras que los relieves de la parte norte, están compuestos por la Formación Ambuquí, filitas grafiticas y vetas de cuarzo (Ver fotografía 10) y el Grupo Chota, intercalaciones de brechas y conglomerados volcánicos con sedimentos tobáceos y areniscas volcánicas. (Ver mapa 3).



Fotografía 10. Materiales de la Formación Ambuquí

Suelos. La unidad presenta los suelos C, Cb, Cm, Hw descritos en las unidades anteriormente mencionadas, y los Jr, Js y Jsr, que se describen en la siguiente unidad Valles anchos con complejos de terrazas).

Existe en la unidad de paisaje, áreas consideradas como “sin suelo”, localizadas en áreas de fuertes pendientes y muy erosionadas. (Fuente consultada: Programa Nacional de Regionalización Agraria – ex PRONAREG). (Ver mapa 4).

Uso y Vegetación. La vegetación natural característica es muy abierta, no asegura al suelo una protección significativa contra la erosión hídrica o eólica, por ello en esta unidad de paisaje, los fenómenos erosivos eólicos son bastante activos y se observa una avanzada ablación de los depósitos superficiales arenosos finos sobre sus vertientes erosionadas. El tipo de vegetación es seca y corresponde a algarrobo, faique, guarango, molle, tuna, sábila, mosquero entre otros, ubicada en los relieves altos, muy altos y montañosos, que habitualmente son utilizados para el pastoreo extensivo de ganado

vacuno, ovino y caprino; también para la extracción de madera para leña y carbón. (Ver fotografía 11 y 12)

Sobre las formaciones superficiales, los habitantes han realizado prácticas de cultivos, principalmente de maíz, cebada, papa, arveja, tomate de árbol, frejol, entre otros. (Ver fotografía 13) (Ver mapa 5).



Fotografía 11. Vegetación seca: algarrobos y faiques



Fotografía 12. Pastoreo de ganado ovino

Población. La población que se encuentra asentada en esta unidad de paisaje, corresponde a los poblados de Peñaherrera y Chaupi Guarangui (parroquia Ambuquí) con 900, 150 hab.²⁸ respectivamente, y Manzano Guarangui (parroquia El Sagrario) con

²⁸ Fuente: Plan de desarrollo de la parroquia de Ambuquí – Chota. Gobierno Autónomo Descentralizado. 2009 – 2014.

600 habitantes²⁹. Los habitantes de estos poblados son principalmente mestizos e indígenas.



Fotografía 13. Vía a Peñaherrera – Cultivos de cebada

Las vías de comunicación que existen son principalmente de verano, en época de lluvias se ven afectadas y se hace difícil transitar por la zona.

d. Valles anchos con complejos de terrazas

Localización. Ubicada en la parte norte de la microcuenca, a uno y otro lado del drenaje más importante: Quebrada Ambuquí, resultado de la evolución reciente de la red hidrográfica andina y de las diferentes fases de cavamiento y relleno consecutivos a la elaboración de las grandes entalladuras actuales, la unidad de paisaje también incluye las formas laterales de acumulación: coluvio aluviales y taludes de derrubios, provenientes de los torrentes afluentes. Tiene una superficie de 530,88 m., que significa el 6,45% del total de la superficie de la misma, a una altura entre los 1500 a 2000 m.

Clima. Presenta características climáticas de las zonas de vida: monte espinoso Pre-Montano y bosque seco Pre-Montano, que fueron descritas en la unidad de paisaje anterior. Es decir la unidad de paisaje en general presenta un clima seco.

²⁹ Información obtenida en una entrevista al Sr. Medardo Juma, presidente de la comunidad Manzano Guarangui.

Geomorfología y Geología. Los valles con terrazas, derivan de una elaboración fluvial, están constituidos de materiales gruesos: arenas y depósitos de guijarros en una matriz arenosa (Winckell, A., 1997).

En esta unidad de paisaje, la Quebrada Ambuquí, tiene un lecho rocoso y pedregoso en medio de un valle mayor lleno de depósitos pedregosos con bloques y guijarros. (Ver fotografía 14)



Fotografía 14. Lecho de la Quebrada Ambuquí

La unidad está constituida principalmente por formaciones superficiales: depósitos aluviales, coluvio aluviales y depósitos de escombros, cuyos desniveles relativos se encuentran entre los 6 a 10 m. y los 11 a 20 m. principalmente, relieves planos a ligeramente ondulados, donde las pendientes son bajas y muy bajas de 5 a 12% y de 0 a 5%. (Ver mapa 2).

Se consideran depósitos recientes, por lo que no se puede hablar de material litológico en esta unidad de paisaje.

Suelos. Está compuesta por el conjunto de suelos J, suelos arenosos de cenizas o arenosos mezclado con gravas de pómez o piedras sin evidencia de limo o arcilla – poca retención de agua, dentro de este conjunto de suelos, en el área de estudio se presentan los suelos Jr (Entisoles, Psamments, Torripsamments), suelo de ceniza arenoso profundo, arena media a gruesa más de 0,5 mm. y menos de 2 mm. Se puede ver micelio de carbonato, pH agua más de 8 y pH KCl más de 7, el régimen de humedad: arídico

(seco más de nueve cada año y seis meses consecutivos) y de temperatura: isotérmico (suelo con temperatura de 13 a 20/22 °C, entre 50 y 100 cm. de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil); la principal limitación es que el suelo es muy seco y tiene fuerte permeabilidad; los suelos Js (Entisoles, Psamments, Torripsamments), suelo de ceniza arenoso profundo, arena fina menos de 0,5 mm., menos de 1% de materia orgánica de 0 a 20 cm. Se puede ver micelio de carbonato, pH agua más de 8 y pH KCl más de 7, tiene el mismo régimen de humedad, régimen de temperatura y limitaciones que el suelo Jr; finalmente están los suelos Jsr (Entisoles, Orthents, Ustorthents), arenosos, mezclados con muchas gravas y piedras duras a más del pómez más de 30%, el mismo régimen de humedad y temperatura que el anterior, así como también sus limitantes.

En general son calificados como suelos poco evolucionados. (Ver mapa 4).

Uso y Vegetación. La unidad de paisaje se encuentra totalmente intervenida con diferentes actividades económico productivas que realizan los habitantes, entre ellas las principales son: agricultura, construcción, turismo y el comercio de productos agrícolas y artesanales.

Existe la presencia de varias fincas, haciendas (Irumina e Iruminita) y la Cooperativa Alberto Enríquez, en las cuales los principales cultivos son: fréjol, yuca, aguacate, pimiento, ají, ovo, camote, caña de azúcar, zanahoria blanca, limón, mandarina, tomate de árbol, maíz, plátano, cebolla paiteña, lechuga, brócoli, babaco, mora, frutilla, mangos, entre otros, considerados parte de su dieta alimentaria cotidiana, así como también para la comercialización en mercados locales y nacionales (fuente de ingreso familiar). (Ver fotografía 15) (Ver mapa 5).

En la parte más baja de la microcuenca, está el poblado que se lo conoce como la Playa de Ambuquí, en la cual se asientan numerosas hosterías, restaurantes, gasolinera, áreas de recreación y esparcimiento para los turistas que visitan la zona, las cuales se constituyen en las principales demandantes del líquido vital: el agua. (Ver fotografía 16)

Población. Los poblados que se encuentran en esta unidad de paisaje son Ambuquí (cabecera parroquial), San Clemente y El Ramal con 1500, 150 y 250 hab.³⁰ respectivamente, población que pertenece al grupo étnico mestizos y al pueblo afro

³⁰ Fuente: Plan de desarrollo de la parroquia de Ambuquí – Chota. Gobierno Autónomo Descentralizado. 2009 – 2014.

ecuatoriano, se dedican a las actividades económicas relacionadas con las ramas de actividad de agricultura, ganadería, construcción, hoteles y restaurantes, comercio al por mayor y menor que dinamizan la económica de la zona.



Fotografía 15. Cultivos varios: pimiento, ají, aguacate



Fotografía 16. Playa de Ambuquí – hosterías y restaurantes

En el poblado de Ambuquí, funciona el Gobierno Parroquial de Ambuquí, la Tenencia Política, el Centro de Salud y una pequeña farmacia, la Biblioteca pública, no se encuentra en funcionamiento.

En la unidad también están fincas agroturísticas, entre ellas: Trapichuco, La Compañía y El Cedro (cuyo propietario es el Sr. Alfonso Juma), las cuales ofrecen al turista la oportunidad de experimentar la vida rural, compartir con una familia local y vivir la

experiencia de realizar actividades en las que trabajan las familias campesinas, entre ellas: la conservación de plantas nativas, cultivos de productos orgánicos y cuidado de animales domésticos; esta es una nueva actividad, que contribuye como fuente de ingresos a cuatro familias emprendedoras, al momento están empezando y organizándose de mejor manera.

La vía de comunicación principal es la panamericana (pavimentada de primer orden) viene de la ciudad de Ibarra y se dirige hacia el norte, atravesando la parte baja de la microcuenca, eje dinamizador y de comunicación con los mercados de ciudades cercanas para la venta y comercialización de los productos agrícolas. (Ver fotografía 17)



Fotografía 17. Playa de Ambuquí – venta de productos agrícolas

CAPÍTULO 4

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LA MICROCUENCA

Conocer y describir las características de la microcuenca, la distribución espacial de la red hidrográfica y en sí el movimiento del agua al interior de este territorio, fue fundamental, pues esta es una función compleja en la que intervienen varios factores, sumándose los factores ya analizados en el capítulo anterior: clima, suelos, formas del relieve, cobertura vegetal, todos ellos de forma integrada.

El análisis morfométrico que se realiza en una cuenca, es una herramienta que permite establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de un territorio. Esta herramienta puede servir también como análisis espacial ayudando en el manejo y planificación de los recursos hídricos, ya que facilita, en el marco de una unidad bien definida del paisaje, conocer diversos componentes como el tamaño de la cuenca, la red de drenaje, la pendiente media, longitud del cauce principal, entre otros (López, B., 1989).

Así, se presentan varios cálculos para la obtención de algunos índices y parámetros, los cuales permitieron establecer las bases hidrológicas en la microcuenca de la Quebrada Ambuquí que integrados y/o combinados adecuadamente con los factores anteriormente analizados, provee de un fundamento científico con miras al manejo integrado de los recursos hídricos.

4.1. MORFOMETRÍA DE LA MICROCUENCA

4.1.1. CÁLCULO DE ÍNDICES

Se realizaron varios cálculos y clasificaciones de índices, necesarios para tener un buen conocimiento de las características de la microcuenca, su estructura, dinámica y funcionalidad, a saber: coeficiente de compacidad (K_c), índice de alargamiento (I_a), elevación media de la cuenca y coeficiente de masividad (K_m).

e. Coeficiente de compacidad (K_c)

Fue propuesto por Gravelius, este coeficiente compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. K_c se define como la razón entre el perímetro de la cuenca (divisoria de aguas) y el perímetro de la circunferencia). Es importante este coeficiente porque existe una relación directa entre la forma y la influencia que tiene la misma sobre el escurrimiento, velocidad y tendencia de las crecidas.

La ecuación que permite este cálculo es la siguiente:

$$K_c = 0,28 P / \sqrt{A} \quad ; \text{ Donde}$$

K_c : Coeficiente de compacidad

P: Perímetro de la cuenca (Km)

A: Área de la cuenca (Km^2)

Reemplazando tenemos:

$$K_c = 0,28 (50,82 / \sqrt{82,36}) \quad ; \quad K_c = 1,56$$

Para la microcuenca, el coeficiente de compacidad es de 1,56, lo que significa que su forma es de oval oblonga a rectangular oblonga, y además, que presenta una tendencia a las crecidas baja (ver tabla 1-2).

Tabla 1-2: Clases de valores de compacidad

Rangos de K_c	Clases de compacidad	Tendencia a las crecidas
- 1,25	Redonda a oval redonda	Alta
1,25 – 1,50	De oval redonda a oval oblonga	Media
1,50 – 1,75	De oval oblonga a rectangular oblonga	Baja

Elab.: MULLO, F. 2011

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. Análisis Morfométrico de cuencas. México. Julio – 2004.

Los valores de K_c que se aproximen a la unidad, indicarán la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea K_c , mayor será la concentración de agua.

f. Índice de alargamiento (I_a)

Este índice fue propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima encontrada en la cuenca, medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente; se lo calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$I_a = L_m / l \quad ; \text{ Donde:}$$

I_a : Índice de alargamiento

L_m : Longitud máxima de la cuenca (Km)

l : Ancho máximo de la cuenca (Km)

Reemplazando:

$$I_a = L_m / l \quad ; \quad I_a = 20,80 / 6,80 \quad ; \quad I_a = 3,05$$

Cuando I_a presenta valores mayores a la unidad, se trata seguramente de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto. En el caso de la microcuenca en estudio, el índice de alargamiento es de 3,05, lo que corresponde y se afirma que la forma de la microcuenca es muy alargada (ver la tabla 1-3).

Tabla 1-3: Clases de valores de alargamiento

Rangos de I_a	Clases de alargamiento
0.0 - 1.4	Poco alargada
1.5 - 2.8	Moderadamente alargada
2.9 - 4.2	Muy alargada

Elab.: MULLO, F. 2011

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. Análisis Morfométrico de cuencas. México. Julio – 2004.

g. Elevación media de la cuenca

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

La elevación media de la microcuenca de la Q. Ambuquí es 2708 m.s.n.m.

h. Coeficiente de masividad (K_m)

Este coeficiente representa la relación entre la elevación media de la cuenca y su superficie, da cuenta del tipo de relieve que caracteriza a una cuenca, se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$K_m = \text{Altura media de la cuenca (m)} / \text{Área de la cuenca (Km}_2\text{)}$$

$$K_m = 2708 / 82,36 \quad ; \quad K_m = 32,88$$

Este valor toma valores bajos en cuencas montañosas y altos en cuencas llanas, así en la microcuenca de la Q. Ambuquí se obtuvo un coeficiente de masividad de 32,88, que cae dentro de un rango de 0 – 35, cuya clasificación de masividad corresponde a características de relieve muy montañosa (ver tabla 1-4).

Tabla 1-4: Clases de valores de masividad

Rangos de K_m	Clases de masividad
0 - 35	Muy Montañosa
35 - 70	Montañosa
70 - 105	Moderadamente montañosa

Elab.: MULLO, F. 2011

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. Análisis Morfométrico de cuencas. México. Julio – 2004.

4.1.2. CÁLCULO DE PARÁMETROS

Los parámetros calculados en este estudio fueron: área, longitud del cauce principal, desnivel altitudinal, orden de corriente, pendiente del cauce principal, tiempo de concentración (T_c), densidad de drenaje (D_d) y densidad poblacional.

i. Área

El área de una cuenca en general, se encuentra relacionada con los procesos que en ella ocurren. También se ha comprobado que la relación del área con la longitud de la misma es proporcional y también que está inversamente relacionada a aspectos como la densidad de drenaje y el relieve relativo. En la microcuenca el área es de $A = 82,36 \text{ Km}^2$.

j. Longitud del cauce principal

Es la medida del escurrimiento principal de la microcuenca, se obtiene de la medición del cauce desde la parte más alta hasta la salida, tomando en cuenta un coeficiente ($K=1,0$ – definido en base a estudios para ríos que no presentan sinuosidades muy marcadas); para la microcuenca se midió desde el inicio de la Q. La Chorrera, Q. Trapichucu hasta la desembocadura de la Q. Ambuquí en el Río Chota; de la siguiente manera:

$$L_c = L_m * K \quad ; \text{ Donde:}$$

L_c : Longitud del cauce principal

L_m : Longitud medida (Km)

K : Coeficiente de sinuosidad

Reemplazando tenemos:

$$L_c = 21,68 * 1,0 \quad ; \quad L_c = 21,68 \text{ Km}$$

La longitud del cauce de la microcuenca es considerada como larga.

k. Desnivel altitudinal

Se obtuvo de la diferencia entre la cota más alta de la microcuenca (3800 m.) y la más baja (1580 m.). Este valor está asociado a la variabilidad climática y ecológica. El valor del desnivel altitudinal en la microcuenca es de 2220 m., este valor indica un desnivel alto, que confirma que en la microcuenca en un recorrido relativamente corto, existe una variabilidad en los pisos altitudinales que albergan más ecosistemas y por tanto, las variaciones de temperatura y precipitación son notorios en recorridos cortos.

l. Orden de corriente

Este parámetro se utilizó para asignar un orden numérico en base a las conexiones en una red hidrológica, donde se identificó y clasificó los tipos de flujos basados en el número de tributarios o afluentes.

En este parámetro se tienen dos métodos para asignar orden. Estos métodos fueron propuestos por: Strahler (1957) y Shreve (1966).

Para este estudio se utilizó el método de Strahler, ya que es el más común, más comprensible y el más fácil de relacionar con otros parámetros morfométricos.

En el método Strahler, el orden de los flujos aumenta cuando flujos del mismo orden se intersecan. Por consiguiente, la intersección de dos flujos de primer orden creará un flujo de segundo orden, y la intersección de dos flujos de segundo orden creará un flujo de tercer orden. La intersección de dos flujos de diferentes órdenes, sin embargo, no producirá un aumento en el orden. Por ejemplo, la intersección de un flujo de primer orden y uno de segundo orden no creará un flujo de tercer orden, pero mantendrá el orden del flujo de más alto orden.

En la figura 1-6, se puede observar que la orden de la red de drenaje en la microcuenca es de 4, es considerada como una orden mayor, es decir que posee características de mayor energía, mayor control estructural y en general, mayor erosión.

a. Pendiente del cauce principal

La pendiente del cauce principal se puede estimar por varios métodos, el utilizado fue el de los valores extremos, que consiste en determinar el desnivel H entre los puntos más elevado y más bajo de la Q. Ambuquí, para luego dividirlo entre la longitud del mismo cauce L_c , como se observa a continuación:

$$S = H / L_c \quad ; \text{ Donde:}$$

S: Pendiente media del cauce

H: Desnivel entre los puntos más alto y más bajo (m)

L_c : Longitud del cauce principal (m)

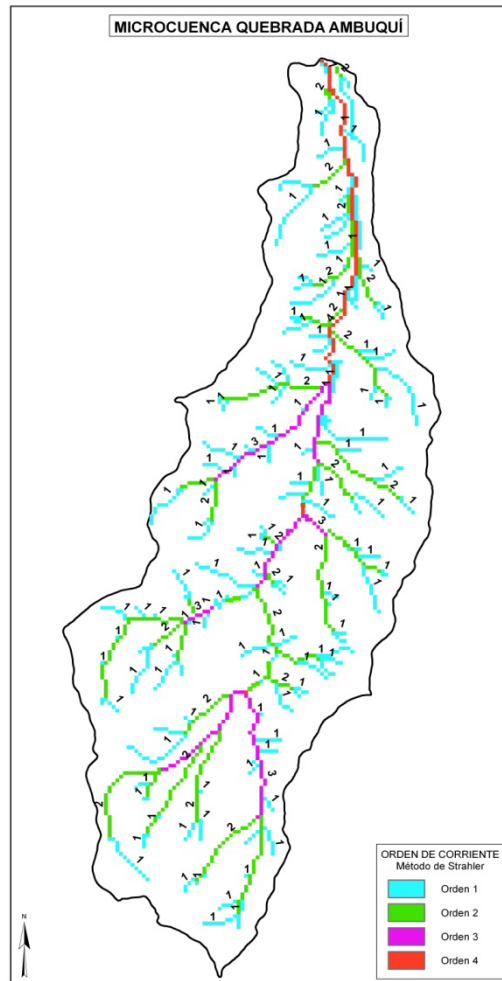
Reemplazando:

$$S = 2220 / 21680 \quad ; \quad S = 0,10 \text{ m.} * 100$$

En porcentaje la pendiente media del cauce es $S = 10\%$, lo que significa que el río cada 100 m. tiene un desnivel de 10 m. en altura.

La pendiente que se calculó es importante, la misma influye en la velocidad de transporte de las aguas y el grado de erosión que esta puede causar (ver figura 1-7).

Figura 1-6: Ordenes de corriente – Método Strahler



Elab.: MULLO, F. 2011
Fuente: DEM - Cartografía base, 1:50.000 – I.G.M. Procesamiento con
ArcGIS 9.2 – Spatial Analyst: Hydrology

b. Tiempo de concentración (T_c)

Está definido como el tiempo que demora en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto hasta el punto de interés; corresponde al lapso entre el final de la lluvia y el momento en que cesa el escurrimiento superficial. Existen varias fórmulas para el cálculo de este tiempo, las que has sido desarrollas por diferentes autores, en el presente estudio

se utilizó la fórmula de Pizarro, puesto que es una ecuación fácil de emplear y también eficiente, esta se muestra a continuación:

$T_c = 13,548 * (Lc^2 / H)^{0,77}$; Donde:

T_c : Tiempo de concentración (min.)

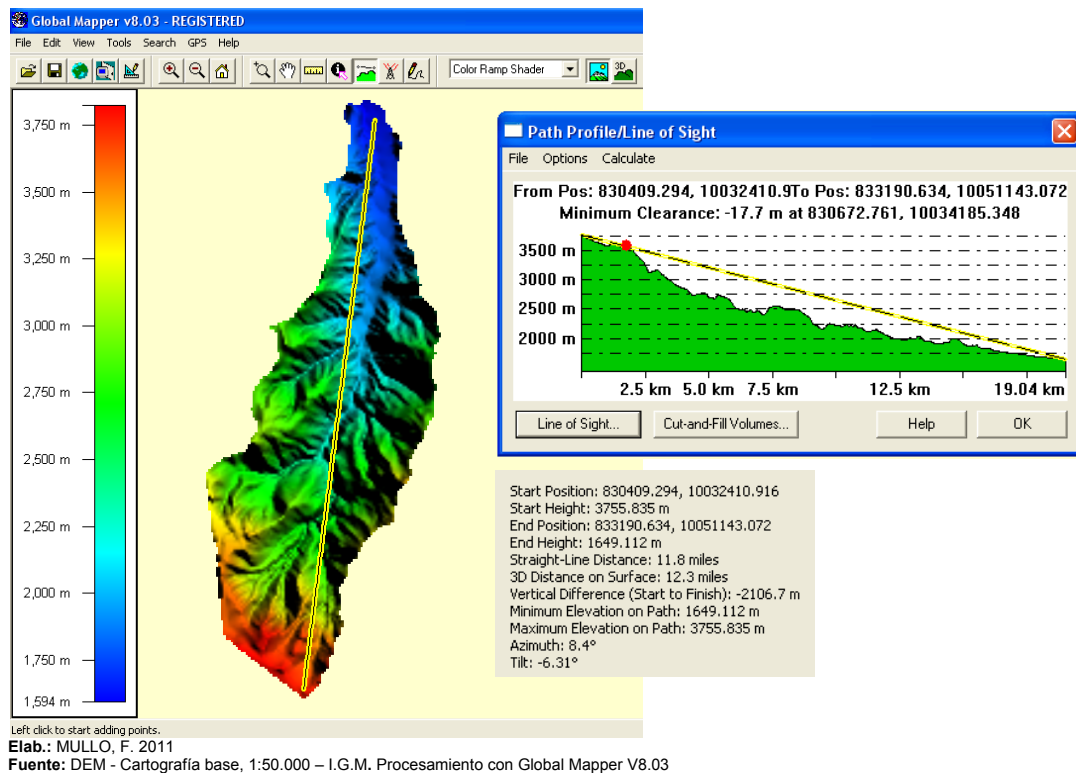
L_c : Longitud del cauce principal (Km)

H: Desnivel entre los puntos más alto y más bajo (m)

Reemplazando:

$T_c = 13,548 * [(21,68)^2 / 2220]^{0,77}$; $T_c = 4,10$ min. (4 min. y 6 seg)

Figura 1-7: Pendiente del cauce principal



c. Densidad de drenaje (D_d)

Este parámetro permite obtener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de una cuenca. Una mayor densidad de escurrimientos, indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión.

Por otro lado, la densidad de drenaje está ligada a los procesos que operan a lo largo del curso de la corriente, así como también a la forma de la cuenca; de esta forma la

densidad de drenaje demuestra medidas topográficas, litológicas, pedológicas y vegetacionales, además de incorporar la influencia del ser humano.

Según lo mencionado, con el fin de catalogar a una cuenca como bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje, se puede considerar que valores de D_d próximos a $0,5 \text{ Km/Km}^2$ o mayores indican la eficiencia de la red de drenaje.

La densidad de drenaje se obtiene dividiendo la longitud total de las corrientes de la cuenca por el área total que las contiene, de la siguiente forma:

$$D_d = L / A \quad ; \text{ Donde:}$$

L: Longitud de las corrientes efímeras, intermitentes y perennes de la cuenca (Km^2)

A: Área de la cuenca $82,36 \text{ Km}$.

Reemplazando:

$$D_d = 179,35 / 82,36 \quad ; \quad D_d = 2,17 \text{ Km} / \text{Km}^2$$

El valor de densidad de drenaje para la microcuenca es de $2,17 \text{ Km} / \text{Km}^2$, indica que tiene una eficiencia y velocidad en el transporte. La red de drenaje toma sus características, influenciada por las lluvias y la topografía. Por esto se tiene que para un valor alto de D_d corresponden grandes volúmenes de escurrimiento, al igual que mayores velocidades de desplazamiento de las aguas, lo que producirá ascensos de las corrientes y mayores procesos erosivos.

d. Densidad poblacional

Se refiere a la relación que existe entre el número de habitantes de un territorio y su extensión superficial³¹, siendo habitual expresarla en Km^2 .

La microcuenca de la Q. Ambuquí, tiene una superficie de $82,36 \text{ Km}^2$, donde conviven habitantes de varias comunidades, llegando a una población estimada de 5002 hab. ,

³¹ AGUILERA, Ma. José, et. al. Geografía General II (Geografía Humana). Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, 1991.

cuya actividad principal es la agricultura y en menor escala la ganadería; están distribuidos como se indica en la tabla 1-5:

Tabla 1-5: Población de las comunidades de la microcuenca

Comunidad	Número de habitantes
Apangora	150*
Peñaherrera	900*
Manzano Guarangui	600**
Chaupi Guarangui	150*
San Francisco	220**
Guaranguisito	332**
Rancho Chico	150*
Pogllocunga	600**
Ambuquí	1500*
San Clemente	150*
El Ramal	250*
Total	5002

Elab.: MULLO, F. 2011

Fuente: * Plan de desarrollo de la parroquia de Ambuquí. 2009 – 2014.

** Información obtenida mediante entrevistas a los señores presidentes de las comunidades.

En este caso, se obtuvo que la densidad poblacional de la microcuenca es de 60,73 hab. / Km².

A mayor densidad poblacional, mayor presión sobre los recursos y menor disponibilidad de agua.

CAPÍTULO 5

CASO: AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA MICROCUENCA

El contar con el agua como servicio básico, es vital para una población, un servicio que sea eficiente en cantidad y seguro en calidad son muy importantes, pues este bien público es utilizado de diferentes formas, en la preparación de alimentos, limpieza, higiene, entre otros, los mismos que se ven reflejados principalmente en la salud, nutrición y vida de sus habitantes.

La Constitución dictamina en su Art. 12.- “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

Hace ocho años, el estado de la infraestructura de agua potable y saneamiento era desastroso. Ante la falta de infraestructura adecuada para la higiene personal y las actividades domésticas, la población estaba usando el agua de las acequias, del Río Chota e inclusive del canal de riego Ambuquí. Las consecuencias del uso de estas aguas eran graves, presentándose enfermedades como parásitos, gastroenteritis, hongos en la piel, entre otras³².

En este capítulo se detalla información recopilada in situ³³, que da cuenta de la población que actualmente es atendida con el líquido vital, para consumo humano, mediante el Sistema de Agua Potable Ambuquí – Proyecto APOSINO, así como también la que no tiene acceso a estos servicios básicos.

5.1. SISTEMA DE AGUA POTABLE - AMBUQUÍ

A partir de información existente sobre algunos aspectos del sistema de agua potable, se logró conocer y evaluar la situación actual del sistema, su estado general, cobertura del

³² Los habitantes del Valle del Chota disfrutan de agua potable (Ibarra, Ecuador)
<http://habitat.aq.upm.es/dubai/08/bp2217.html>

³³ Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Ambuquí – Chota, entrevistas y recorridos en campo al interior de la microcuenca.

servicio, conflictos entre usuarios o entre usos y organización sobre la gestión del agua potable³⁴.

Cabe señalar que el sistema de agua potable de Ambuquí se encuentra bajo la administración, manejo y control de técnicos, personal y empleados de la Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Ibarra – EMAAPA - I.

5.1.1. GEOGRAFÍA DE LA RED DE AGUA POTABLE Y EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LA INFRAESTRUCTURA

Para desarrollar este tema, fue necesario la aplicación in situ de fichas que faciliten la lectura e interpretación de los datos. Así, la Ficha No. 1, que se muestra a continuación, incluye información general, sobre: número de sistema de agua potable, codificación en base a la División Hidrográfica del Ecuador, establecida por la ex CNRH, contiene 11 cifras: 8 son numéricas (2 corresponden al sistema hidrográfico, 2 a la cuenca, 2 a la subcuenca y las 2 últimas al inventario) y 3 son letras (SAP, que significa sistema de agua potable).

Ficha No. 1			
Información general			
Sistema de agua potable No.	020201SAP01		
Ubicación geográfica			
Sistema hidrográfico:	Mira	Código:	02
Cuenca hidrográfica:	Río Mira	Código:	0202
Subcuenca hidrográfica:	Río Mira	Código:	020201
Provincia:	Imbabura		
Cantón:	Ibarra		
Parroquia:	Ambuquí		
Poblado:	Ambuquí		
Población servida en teoría			
Pobladados:	El Lavadero, San Clemente, Las Mercedes, El Ramal, Ambuquí		
Número de habitantes:	1302*		
Extensión de la red (Km.):	15**		

Elab.: MULLO, F. 2011

Fuente: Guía metodológica de inventarios de los recursos hídricos. 2005.

* Programa APOSINO. Memoria técnica del Proyecto. 2004.

** 15 Km. en línea recta, dato aprox. proporcionado por MSc. Armando Flores, presidente del GAD Parroquial Ambuquí.

³⁴ Con la aplicación de la Guía metodológica de inventarios de los recursos hídricos. Agua de consumo humano. CNRH, CONCOPE. Foro de los recursos hídricos. Quito Ecuador. Agosto – 2005.

Con el propósito de obtener cartografiado el sistema de agua potable Ambuquí, se realizaron varias visitas y trabajos en campo, en los cuales a través del uso del GPS, se fue colectando datos básicos del sistema, principalmente se georeferenció la ubicación de obras de infraestructura para conocer su recorrido y secuencia, a saber: conducción, recepción, planta de tratamiento y almacenamiento, distribución (repartidor de caudales), obras especiales: tanques rompe presión y válvulas rompe presión, saneamiento (piscinas de oxidación), entre otras (ver mapa 6); la principal guía para realizar este trabajo fue la ficha que se indica a continuación:

Ficha No. 2						
Datos básicos del SAP						
Sistema de agua potable No.			020201SAP01			
Punto GPS	Coordenadas*		Altura	Sector	Tipo de Infraestructura	Observaciones
	X	Y				
1	830958	10035600	2886	Rancho Chico	Captación	Funcionando
2	830935	10036200	2845	Rancho Chico	Tanque de recepción	Funcionando
3	831059	10037100	2791	Rancho Chico	Válvula rompe presión de aire	Funcionando
4	831338	10037500	2754	Apangora	Válvula rompe presión de aire	Funcionando
5	831406	10037800	2722	Apangora	Válvula rompe presión de aire	Funcionando
6	831546	10038200	2707	Apangora	Tanque rompe presión	No funciona
7	831951	10038300	2694	Apangora	Tanque rompe presión	Funcionando
8	831618	10039300	2678	Chaupi Guarangui	Tanque rompe presión	Funcionando
9	831580	10040400	2527	Chaupi Guarangui	Tanque rompe presión	Funcionando
10	831708	10040800	2469	Chaupi Guarangui	Tanque rompe presión	Funcionando
11	832170	10042100	2171	Lavandero	Planta de tratamiento y almacenamiento	Funcionando
12	832441	10044600	1966	San Clemente	Repartidor de caudales - distribución	No funciona, adaptación
13	832116	10044700	1980	San Clemente	Tanque de reserva	No funciona
14	832704	10045500	1930	Irumina	Tanque de reserva	No funciona
15	832886	10048500	1720	Ambuquí	Saneamiento - piscinas de oxidación	Funcionando
16	832131	10051900	1619	El Ramal	Fin del sistema	-

Elab.: MULLO, F. 2011

Fuente: Trabajos de campo. 2011.

* Sistema de coordenadas y proyección: WGS_84, Zona 17 Sur, UTM

a. Fuente de agua

El agua proviene de los páramos de Gallo Rumi y Rancho Chico, ubicados a una altitud de 3600 - 3800 m. (divisoria de aguas de la microcuenca), en donde se han identificado principalmente 3 ojos de agua que alimentan a la Q. La Chorrera (fuente natural).

Este páramo años atrás mantenía serios problemas, debido a diferentes actividades, entre las cuales estaban las quemas para obtener paja tierna, sobrepastoreo de ganado vacuno y bovino y varios cultivos (afectados por heladas, vientos fuertes y erosión de los suelos) que no permitían la normal función del páramo (esponja reguladora del agua - servicio ambiental); actualmente la población ha sido capacitada para que las actividades que realizan tengan un menor impacto, mediante la implementación de proyectos de reforestación y de plantaciones agroforestales, que de cierta forma han frenado el deterioro y la presión sobre este importante ecosistema que se encuentra en aparente estado de conservación y brindando el servicio ambiental.

Entre las instituciones que han intervenido en este lugar están: el proyecto Desarrollo Forestal Comunal - DFC, por el lapso 6 años; y por los proyectos: “Manejo del páramo “Gallo Rumi” financiado por el programa de pequeñas donaciones del PNUD, y en una segunda fase el proyecto “Hacia un manejo sustentable del páramo “Gallo Rumi” financiado por el Fondo de Contravalor Ecuatoriano Suizo, FOES.

En la comunidad de Rancho Chico, intervino el proyecto de Protección del Bosque Nativo, con apoyo del Fondo Ítalo Ecuatoriano – FIE.

Con estas acciones tomadas, se ha observado que el agua de la fuente proveniente de estos páramos aparentemente ha aumentado (ver fotografía 18).



Fotografía 18. Al fondo la fuente de agua - Q. La Chorrera

b. Captación

El lugar de la captación está ubicado en la comunidad de Rancho Chico, a una altitud de 2886 m.s.n.m., corresponde al punto GPS 1, que se muestra en la ficha No. 2, donde se detallan las coordenadas planas de su ubicación.

La captación es de agua superficial, obtenida de la Q. La Chorrera, donde se encuentra una estructura de hormigón armado, cuyas dimensiones son: 3,70 m. de largo x 0,90 m. de ancho x 0,70 m. de altura, sobre la cual está instalada una rejilla de 0,70 m. x 1,00 m.; el caudal existente es aproximadamente de 30 l/s., determinándose un caudal de entrada al cajón recolector de salida de 9,0 l/s.³⁵ (ver fotografía 19, 20 y 21)



Fotografía 19. Captación de agua - Q. La Chorrera



Fotografía 20. Captación – llaves de paso del agua

³⁵ Programa APOSINO. Memoria técnica del Proyecto. 2004.



Fotografía 21. Captación del agua superficial a través de una rejilla

La cobertura vegetal natural que se presenta en los alrededores de la captación, está asociada a la presencia de humedad, teniendo principalmente vegetación arbustiva y arbórea de media a baja estatura húmeda; en cuanto a la ocupación del suelo, tiene que ver básicamente con actividades antrópicas, entre las cuales están la agricultura, con presencia de parcelas con cultivos de ciclo corto; así como también pastos naturales, para el pastoreo extensivo de ganado vacuno; actividades que pueden causar daño en la cantidad y calidad del agua.

El personal encargado del manejo, operación y mantenimiento de la captación, es únicamente a Don Celso Guzmán, empleado de la EMAPA - I, quien trabaja para mantener en adecuado funcionamiento el sistema de agua potable.

Específicamente en la captación, Don Guzmán³⁶ se encarga de mantener limpio (sin ramas, hojarasca o escombros) el acceso del agua a la rejilla, responsable de abrir y cerrar las llaves de paso en el caso de que se presente algún inconveniente, si esto sucede, debe movilizarse desde el poblado de Ambuquí (lugar de su residencia) hasta la captación – 15 Km., teniendo como único medio de transporte una moto, la misma que se encuentra muy deteriorada, debido a que las vías en época de lluvias son afectadas y se

³⁶ Información obtenida en una entrevista directa a Don Celso Guzmán, guardián operador – EMAPA - I, que lleva trabajando en el sistema de agua potable por 7 años.

hace difícil el transitar por estas, teniendo que en algunos casos de urgencia, trasladarse caminando (aprox. son 6 horas de ida y 6 h. de regreso), lo que limita muchas veces su trabajo y ha dificultado su movilización.

El estudio realizado³⁷ sobre calidad de agua de la fuente (agua cruda), en época seca (muestra 1) y época de lluvias (muestra 2), arrojó los datos que se indican en la tabla 1-6:

Tabla 1-6: Muestras de agua de la fuente

Propiedades	Muestra 1	Muestra 2
pH	7,63	7,65
Turbiedad (UNT)	1,36	2,25
Color (UC Pt – Co)	15	22
Alcalinidad total	46 mg/l	50 mg/l
Dureza total	46 mg/l	40 mg/l
Dureza carbonatada	34 mg/l	40 mg/l

Elab.: MULLO, F. 2011

Fuente: Programa APOSINO. Memoria técnica del Proyecto. 2004.

Al ser comparados los datos obtenidos de las muestras de agua de la fuente con los límites deseables y máximos permisibles que debe presentar un agua para consumo humano, se determinó que en cuanto a la calidad físico-química, esta se encuentra dentro de los límites permisibles, sin embargo las épocas de lluvia, pueden provocar que los parámetros como turbiedad y color, alcancen valores superiores a los permisibles, por lo que sugirieron el uso de filtros lentos en el sistema de tratamiento y la cloración previo a su consumo.

c. Tanque de recepción

El tanque de recepción, se encuentra a 642 m. en línea recta del lugar de la captación, en el sector de Rancho Chico, este tanque se encarga de recibir el agua, la infraestructura se encuentra cercada, pero no tiene una cubierta, es decir está al aire libre, tampoco cuenta con mallas que prevengan el paso de hojarasca. En las observaciones realizadas en campo, se pudo ver que el agua se presenta turbia por la presencia de sedimentos, es necesario que cuente con mallas o filtros para ayudar a que llegue con menos materiales hasta el proceso de tratamiento.

³⁷ PROGRAMA APOSINO - Programa de Agua Potable para la Sierra Norte. Proyecto: Estudios y diseños integrales de servicios de abastecimiento de agua de las comunidades Lavandero, San Clemente y Las Mercedes y la Planta de tratamiento de Ambuquí, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura. Tomo – I. Memoria técnica. Consultor: Ing. Diego Gonzalez. Quito – Ecuador. Enero, 2004.

Su infraestructura se la puede observar en la fotografía 22 y 23, que se muestran a continuación:



Fotografía 22. Infraestructura del tanque de recepción – Rancho Chico



Fotografía 23. El agua se encuentra turbia por presencia de sedimentos

d. Ramales de conducción

La conducción del agua es cerrada, a través de tuberías de PVC – P, que conducen el agua, pasando por los tanques rompe presión hasta llegar al tanque de tratamiento, desde donde una vez que recibe el tratamiento adecuado, pasa a las tuberías que distribuirán a los tanques de reserva (sólo uno está en funcionamiento) y posteriormente a los domicilios.

Las tuberías existentes en la red son de 63, 50, 40, 32 y 25 mm., dependiendo de la presión máxima y mínima que haya y que puedan soportar, se encuentran en buen estado, ya que prácticamente son nuevas (fueron cambiadas después de realizado el estudio por APOSINO, en el año 2004).

Mediante el recorrido en campo, se pudo constatar el recorrido que la red realiza, observando que en ciertos tramos, la misma se encuentra en riesgo de ser afectada, principalmente por deslizamientos y también por no contar con infraestructura (pilares) que la sostenga, atravesando distancias considerables (quebradas), prácticamente en el aire, como se muestra en las fotografías 24 y 25.



Fotografía 24. Deslizamientos que podrían afectar la red de conducción



Fotografía 25. Largos tramos de tubería sin pilares que la sostengan

e. Válvulas rompe presión

Las válvulas rompe presión de aire son en total 3, se encuentran a lo largo del sistema, principalmente en la parte alta (Sector de Rancho Chico y Apangora), su propósito es liberar el aire comprimido y evitar los golpes de ariete, que podrían causar averías, rupturas y explosiones por sobrepresión en la tubería, los que existen no tienen ninguna técnica, consisten en un collar, un adaptador y una manguera (se requiere de la colocación de válvulas automáticas)³⁸. (Ver fotografía 26)



Fotografía 26. Válvula rompe presión de aire – Sector Apangora

f. Tanques rompe presión

Los tanques rompe presión dentro del sistema son imprescindibles para la durabilidad de la tubería, contienen un dispositivo que sirve para disminuir la presión ejercida por el agua dentro de la tubería, sobre todo porque esta fluye por pendientes fuertes; se encargan de reducir la presión y que el flujo de agua pueda recorrer normalmente.

En el sistema son en total nueve tanques rompe presión, distribuidos en varios puntos, mediante los trabajos en campo se ha colectado información de la ubicación y estado de cinco de estos tanques: 2 en Apangora y 3 en Chaupi Guarangui (ver fotografía 27), de los cuales 4 están en funcionamiento y uno no.

³⁸ Información proporcionada por Don Celso Guzmán, guardián operador.



Fotografía 27. Tanque rompe presión – Sector Chaupi Guarangui (2527 m.)

g. Planta de tratamiento y almacenamiento

La planta de tratamiento y almacenamiento fue construida en el año 2004, se hicieron obras de mejoramiento en el 2008; se encuentra en el sector de El Lavandero, a 2171 m. de altura, con un área de 306,87 m², en donde el caudal a tratarse es de 8,00 l/s. La planta cuenta con un tanque de recolección, dos filtros y un tanque de reserva de 10 m³ de capacidad (ver fotografía 28).

El tratamiento que recibe el agua en esta planta es a través de filtros lentos, consiste en hacer circular el agua cruda a través de un medio poroso, usualmente arena (arena gruesa, fina y ripio grueso, fino). Durante el proceso las impurezas entran en contacto con la superficie de las partículas del medio filtrante y son retenidas, desarrollándose adicionalmente procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples, las cuales son llevadas en solución o permanecen como material inerte hasta su retiro o limpieza³⁹.

En esta planta, el agua entra a una cámara de purificación – cloración, para lo cual tiene un equipo generador de cloro (Clorid) y un equipo para la dosificación, el proceso automático, en donde aproximadamente se colocan 2 Kg. de cloro gas al día (24 horas)

⁴⁰.

³⁹ PROGRAMA APOSINO. Memoria técnica. Consultor: Ing. Diego Gonzalez. Quito – Ecuador. Enero, 2004.

⁴⁰ Información proporcionada por Don Celso Guzmán, guardián operador.

La limpieza, principalmente radica en el lavado de los filtros y los tanques, la cual dependen de la época, si es época seca se lo hace cada ocho días, y en época de lluvias (presencia de bastante sedimento) se lo hace pasando un día, el tiempo que dura realizar la limpieza es de 4 a 5 horas. En razón de que no se cuenta con un sistema tecnificado para el lavado de los filtros, el guardián operador a diseñado un sistema que lo ha llamado de retro lavado, el cual funciona a base de gravedad, caso contrario tendría que suspender el servicio por dos días para un filtro y dos más para el otro filtro, cuatro días, lo cual sería imposible⁴¹.



Fotografía 28. Planta de tratamiento y almacenamiento – Sector El Lavandero

h. Repartidor de caudales – distribución

En el sistema de Ambuquí, un repartidor de caudales se encuentra en el sector de San Clemente, a una altitud de 1966 m., este por problemas técnicos no se encuentra en funcionamiento, por lo que se le ha adaptado para que el agua sea distribuida hacia el poblado de San Clemente y hacia Las Mercedes.

i. Tanques de reserva

En el sistema de agua potable existen 3 tanques de reserva, uno ubicado en Lavandero (planta de tratamiento, que se encuentra funcionando) a una altitud de 2171 m., cuya capacidad es de 10 m³; otro en San Clemente, a 1980 m., con una capacidad de 20 m³ (ver fotografía 29) y el último en Irumina, a 1930 m. (estos dos no están funcionando,

⁴¹ Información proporcionada por Don Celso Guzmán, guardián operador.

porque presentaron algunos problemas técnicos), son tanques semienterrados de ferrocemento.

En la época seca, el único tanque de reserva, no abastece a los poblados que son beneficiados con este servicio, sobre todo el sector de La Playa (en donde se encuentran las hosterías y restaurantes – ya se han presentado varios conflictos por uso) y se hace necesario que los otros dos entren en funcionamiento.



Fotografía 29. Tanque de reserva San Clemente – No funciona

j. Saneamiento

El único proceso para el tratamiento de las aguas servidas que vienen del poblado de Ambuquí, es la presencia de dos piscinas de oxidación cubiertas, que se encuentran ubicadas a orillas de la Q. Ambuquí, a 1720 m. de altura, en donde una vez que se lleva a cabo el proceso la descarga de las aguas es directa a la mencionada quebrada (ver fotografía 30).

k. Fin del sistema

El sistema termina en el sector de El Ramal, a una altitud de 1619 m.s.n.m., donde después de que las aguas son utilizadas, no existe ningún proceso para el tratamiento de las mismas y son eliminadas a la Q. Ambuquí y Río Chota.

Es necesario que la EMAAPA – I, realice un control del funcionamiento de la planta de tratamiento y almacenamiento, su mantenimiento, capacidad y limpieza, así como también del funcionamiento y estado del sistema en general.

En lo que respecta a los otros poblados de la microcuenca, aquellos que se encuentran a una altura mayor de la ubicación de la planta de tratamiento y almacenamiento, es decir aquellos que están sobre la cota de los 2200m. aproximadamente, no cuentan con el servicio de agua potable, sino que únicamente el agua es entubada, estos poblados son: Chaupi Guarangui, Peñaherrera, Apangora y Rancho Chico (parroquia Ambuquí); caso similar sucede con los poblados de Manzano Guarangui, San Francisco, Guaranguisito y Pogllocunga (parroquia El Sagrario)⁴², situación que debería ser tomada en cuenta puesto que es causante de algunas enfermedades gastrointestinales, principalmente en la población infantil, así como también ya se han suscitado algunos conflictos entre los habitantes aguas arriba y aguas abajo.



Fotografía 30. Piscinas de oxidación a orillas de la Q. Ambuquí

El 21 de agosto del 2010, los pobladores aguas abajo: Ambuquí, Lavandero, San Clemente, Las Mercedes, El Ramal, La Playa y personas del Caserío de Carpuela, se reunieron en las oficinas de la Junta Parroquial, para tratar sobre un grave problema que estaba ocurriendo, se trataba del suministro de agua potable, el cual había sido suspendido ya varios días. Los habitantes aguas arriba, de las comunidades: Rancho Chico, Apangora, Manzano Guarangui, entre otros, debido a que no cuentan con este

⁴² Información proporcionada por los presidentes de las comunas mencionadas.

servicio y como una forma de protesta, dañaron las tuberías que llevan el agua para recibir tratamiento y distribuir a los poblados de aguas abajo⁴³.

El 14 de septiembre del mismo año, se llevó a cabo una Asamblea Parroquial, en la que se dieron cita los moradores del Valle del Chota, así como también de las partes altas, con el propósito de buscar soluciones a los hechos mencionados, la solución fue parcial, ahora los habitantes de las partes altas cuentan con agua entubada, no tiene ningún tratamiento previo a su consumo, por lo que existen enfermedades en la población.

⁴³ <http://descubriendocosasdeambuqui.blogspot.com/2010/08/ambuqui-se-revoluciona.html?zx=fee5cc546ac1628e>

CAPÍTULO 6

IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA MICROCUENCA

El análisis realizado bajo el enfoque de ecología del paisaje, las características morfométricas y el caso: agua de consumo humano, dan cuenta de manera general y particular la situación de la población frente a los recursos hídricos y viceversa, proporcionando una valiosa herramienta de partida para plantear e identificar posibles estrategias que pueden ser implementadas para un manejo integral y sostenible de estos.

En la microcuenca de la Q. Ambuquí, el propósito de identificar estrategias es lograr un manejo apropiado e integrado de los recursos hídricos: relieve, agua, vegetación, tierra, suelo, clima y minimizar los efectos destructivos generados por un mal uso de estos, proponer la implementación de sistemas de manejo adecuados que permitan explotar sostenidamente con el mínimo deterioro, lo cual ayudaría a obtener rendimientos económicamente rentables en las actividades agrícolas, pecuarias y forestales que se realizan, manteniendo e incluso restaurando la biodiversidad, suelos, cursos y flujos de agua y nutrientes, todo ello mediante la conciliación de los conocimientos técnicos, locales (saber popular) y políticos.

6.1. ESTRATEGIA 1: PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES: CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS FRÁGILES, VEGETACIÓN NATURAL Y CONTROL DE LA FRONTERA AGRÍCOLA

Los servicios ambientales, son las funciones de la naturaleza que son directamente aprovechadas por los seres humanos sin que requieran inversiones económicas o de otra índole, mientras que un servicio ecológico se refiere a los atributos funcionales básicos del ecosistema puestos en sentido económico (Sarmiento, 2001).

Esta estrategia, está dirigida principalmente a las unidades de paisaje: Páramo y Grandes vertientes empinadas y disectadas, que cuentan con una baja densidad poblacional distribuida de manera dispersa, unidades que están en un aparente estado de conservación, ya que siguen brindando algunos servicios ambientales y ecológicos: hábitat - refugio para la vida silvestre, captación y fijación de carbono atmosférico

(bosque), constante neblina - humedad, regulación hídrica - esponja (captación, almacenamiento de agua en diferentes formas y descarga en forma de escurrimiento), regulación de procesos edáficos, biológicos y geomorfológicos, turismo escénico y recreativo, entre otras. El grave problema que enfrentan se debe a la fuerte intervención del ser humano con sus diferentes actividades pecuarias, agrícolas y forestales, la utilización de tractores y maquinaria pesada para arar la tierra, pisoteo de ganado (compactación del suelo), repetidas quemadas, cambios en el uso de las tierras (grandes extensiones con pastos plantados y otras con cultivos: papas, habas, mellocos, ocas), contaminación del suelo y agua (utilización de agroquímicos), plantaciones de especies exóticas, entre otros.

Lo mencionado acarrea varias consecuencias, como la disminución de la extensión del ecosistema paramero, sobre la distribución y diversidad de flora y fauna, perturbación de las dinámicas naturales de sucesión vegetal, entre otros, y uno de interés principal en este estudio, el peligro en el abastecimiento hídrico para la población local y que se encuentra en las partes bajas.

No es posible prohibir totalmente este tipo de actividades, que para la población es su principal fuente que contribuye a la economía familiar.

Los ojos o fuentes de agua se encuentran principalmente en estas unidades de paisaje, por lo que a través de esta se ven beneficiadas algunas comunidades que habitan en la unidad de paisaje Valles anchos con complejos de terrazas, específicamente en el poblado de Ambuquí y La Playa, quienes a más de utilizar el agua en el consumo humano y riego de los cultivos, tienen grandes demandas para brindar los servicios en las hosterías: piscinas, saunas, turcos, duchas, baños, etc.

La estrategia que se plantea, involucra principalmente a las autoridades (Gobierno Parroquial de Ambuquí, Unidad de Ambiente, así como también Gobierno del Cantón San Miguel de Ibarra) conjuntamente con la participación de todos los habitantes (ejemplo: propietarios de los hoteles y hosterías ubicados en La Playa, habitantes de la cabecera de Ambuquí, otros), a través de la creación de una Ordenanza, donde se establezcan la aplicación de tasas retributivas a los habitantes de comunidades aguas arriba que implementen sistemas agrícolas y prácticas para el manejo, conservación de los suelos y vegetación natural en miras de contribuir al mejoramiento de agua en cantidad y calidad suficientes para cubrir las necesidades de los habitantes (como ejemplo está la

Ordenanza del Cantón vecino Pimampiro). En esta Ordenanza se debe señalar las categorías para las asignaciones mensuales por hectárea que recibiría cada propietario.

6.2. ESTRATEGÍA 2: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AGROSILVOPASTORIL Y PRÁCTICAS CULTURALES Y MECÁNICAS

Los campos destinados a la producción agrícola y pecuaria en las unidades de paisaje Grandes vertientes erosionadas y muy disectadas y Faldas erosionadas de las grandes entalladuras, han estado bajo sistemas tradicionales de producción, es decir prácticas locales que se han venido llevando a cabo desde hace varios años por costumbres y tradiciones ancestrales, algunos han tenido éxito, produciendo durante años, aunque no en las mismas cantidades, otros han olvidado estos conocimientos ancestrales, lo que ha llevado a una sobreutilización del suelo, teniendo muchas veces que suspender o dejar por más tiempo los suelos en descanso por que carecen de nutrientes y los cultivos han provocado pérdidas.

La mala utilización de los suelos implica una cadena de procesos, que generan impactos negativos que afectan al ambiente y al hombre; el problema radica en la utilización de tierras con potencial forestal, para usos agrícola y ganadero, lo que conlleva a un lavado de los suelos y acumulación de sedimentos en los cauces de los ríos, disminuyendo su capacidad portante; en la microcuenca son evidentes áreas con procesos erosivos, que causan un impacto visual en el paisaje y también un impacto sobre la producción y normal ciclo del líquido vital.

La estrategia plantea realizar actividades en las unidades de paisaje: Grandes vertientes erosionadas y muy disectadas y Faldas erosionadas de las grandes entalladuras, que se encuentran a una altitud entre los 2000 – 2800 m.s.n.m.; las actividades deben estar dirigidas a la conservación y mejoramiento de tierras degradadas (degradación física: compactación y pie de vaca) a causa de una sobre utilización de las mismas por parte de las actividades pecuarias. Se sugiere la implementación del Sistema Agrosilvopastoril⁴⁴, el mismo que combina las actividades agrícolas con las actividades ganaderas y plantaciones forestales, la organización de las parcelas para estas actividades es fundamental, permitiendo el aprovechamiento adecuado de las tierras tanto agrícola como ganadero mediante pastoreo, mientras que la vegetación arbórea brindará sombra

⁴⁴ Sistema Agrosilvopastoril, busca mantener y mejorar el uso de las tierras mediante la combinación de cultivos, pastos para ganadería y plantaciones forestales.

al ganado como también a ciertos cultivos que lo requieran, la cual debe ser con especies nativas, para el área de estudio se sugiere algunas: faique o espino (*Acacia macrocantha*), guarango (*Caesalpinia spinosa*) y molle (*Schinus molle*), entre otras, que ha sido probadas en la zona y que contribuyen a la protección del suelo y agua.

Simultáneamente a este sistema es necesario incorporar prácticas culturales y mecánicas, las mismas que facilitarán el uso adecuado de la materia y energía dentro de las parcelas; dentro de las prácticas culturales se pueden incorporar: apartos para pastoreo en rotación (sistema intensivo basado en la explotación de pastos, donde las praderas son divididas en unidades de producción iguales, para establecer un sistema de pastoreo y descanso), ubicación de bebederos (distribuir los bebederos en forma adecuada en cada apto, para obligar al ganado a recorrer el potrero con el fin de obtener un pastoreo más uniforme y evitar la compactación del suelo), siembras en contornos (cultivos a través de la pendiente, siguiendo las curvas de nivel), barreras vivas (reducen la velocidad y energía del agua de escorrentía y retienen el suelo arrastrado, los más utilizados son: penco, sigse, sábila, cactus, entre otros), coberturas muertas e incorporación de materia orgánica (estiércol del ganado); como prácticas mecánicas, en zonas de pendientes moderadas a fuertes, se recomienda la construcción de terrazas (plataformas construidas excavando la tierra y depositándola en una faja paralela a la excavación y situada en la parte inferior), estas obras sirven para controlar la erosión producida por la lluvia y para un manejo adecuado del recurso agua. Todo ello contribuirá a la seguridad alimentaria del pequeño y mediano productor.

Como una medida prohibitiva, es decir que debe dejar de practicarse: es el cultivo en áreas de fuerte pendiente, ello conlleva a procesos erosivos del suelo, mayor escurrimiento y arrastre de sedimentos, deslizamientos y hasta peligro para la población en las actividades de siembra, limpieza, control de plagas y enfermedades y más todavía en la cosecha por la inclinación de la misma pendiente; además, evitar plantaciones de especies exóticas, como por ejemplo los eucaliptos (observados durante los recorridos en campo), investigaciones realizadas⁴⁵ indican que extractos o lixiviados de hojas, corteza, hojarasca y semillas de varias especies de eucalipto, poseen compuestos que provocan diversos efectos sobre otros organismos vegetales, causantes de lo que se conoce como alelopatía, es decir que inhiben, en diferentes grados, el crecimiento y la germinación de otras plantas; también se ha demostrado el cambio que provoca en el pH del suelo, haciéndolos fuertemente ácidos, finalmente, la hojarasca no se biodegrada fácilmente.

⁴⁵ <http://www.wrm.org.uy/boletin/136/Uruguay.html>

Para el logro de la estrategia planteada, se requiere de la participación activa de las autoridades (gestión para conseguir financiamiento), quienes deben promover a través de proyectos de desarrollo local, experiencias en otras comunidades o microcuencas vecinas, el involucramiento de la población, motivando al conocimiento de los nuevos sistemas agrícolas autosuficientes y diversificados que ayudan a restaurar el paisaje.

6.3. ESTRATEGÍA 3: PROMOVER EN LOS HABITANTES EL CONOCIMIENTO Y RECONOCIMIENTO DEL VALOR ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Los recursos hídricos entendidos de forma integrada, ofrecen un sinnúmero de servicios y funciones que suplen de bienestar a la sociedad, por lo tanto deben ser conocidos y reconocidos en sus valores económico, social y ambiental.

Debido a que cada vez hay mayor demanda de los recursos, bienes y servicios ambientales para usarlos en la producción y en varias necesidades humanas al interior de toda la microcuenca, estos han ido escaseando o se encuentran degradados, por ello es elemental que en la población se genere conciencia y responsabilidad por el bienestar común.

Hablando económicamente, existen varios bienes y servicios que se producen y que se venden en los mercados a un precio determinado, más, los recursos hídricos para la sociedad siempre han sido considerados a un precio igual a cero, este es uno de los principales problemas, ya que siempre se ha visto a los recursos hídricos como servicios libres y/o gratuitos (Bann, 1998). Ha pesar de lo mencionado, se sabe que los recursos hídricos tienen un valor económico, aunque no haya sido revelado en el mercado, ya que protegen y sostienen las diferentes actividades económico productivas.

El valor social, implica la importancia que significa el contar con estos recursos, relacionado íntimamente con la cultura, tradiciones, herencia, símbolo y usos religiosos o recreacionales y además, un valor social de no uso, como sería la satisfacción a la población con la sola razón de su existencia, la cual otorga de un beneficio intangible y contribuye con la armonía del ir y venir en la vida de los habitantes del área rural.

Finalmente, el valor ambiental de los recursos hídricos que debe ser conocido y reconocido, involucra la importancia que tienen los mismos en la protección de la

microcuenca en sí, retención de nutrientes, retención de sedimentos, regulación de los microclimas, etc.

Con el propósito de promover estos conocimientos y reconocimientos de los valores económico, social y ambiental de los recursos hídricos, en los habitantes de la microcuenca, las autoridades (Gobierno Parroquial de Ambuquí, Gobierno Provincial de Imbabura, Gobierno del Cantón San Miguel de Ibarra) conjuntamente con líderes comunitarios y profesores deberán realizar talleres en los cuales se compartan experiencias propias, así como también de otras comunidades o microcuencas vecinas, sobre prácticas que favorecen la conservación y uso adecuado de los recursos naturales, incluso realizar programas de capacitación para la población, las mismas que favorezcan la integración del conocimiento ancestral con nuevas prácticas que diversifiquen el paisaje.

En base a lo mencionado, las acciones a tomar son:

- Planificación de las parcelas, que sirven como punto de partida para moldear y mantener el mosaico paisajístico y la diversidad de productos agrícolas.
- Mantener las manchas grandes de vegetación natural existentes en la microcuenca para proteger el agua del subsuelo y las especies de interior.
- Conservar o recuperar las redes de especies nativas para proteger los suelos de la erosión eólica o hídrica.
- Controlar la circulación del agua y ofrecer hábitat o rutas de paso a las especies nativas.
- Diversificar los corredores fluviales desde el punto de vista edáfico, hidrológico, nutritivo y de comunidades acuáticas y terrestres de gran valor.

6.4. ESTRATEGÍA 4: PROMOVER LA EDUCACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

En el área de estudio existen actividades económico productivas importantes, ya que generan y dinamizan la economía local y provincial, las mismas que deben ser apoyadas por las autoridades (Gobierno Parroquial de Ambuquí, Gobierno Provincial de Imbabura, Gobierno del Cantón San Miguel de Ibarra) mediante procesos de capacitación, formación y transferencia de tecnologías, a continuación se detallan dos:

En la comunidad de San Clemente, se encuentran fincas agroturísticas (Trapichuco, La Compañía y El Cedro), donde las personas interesadas (viajeros, visitantes, turistas, investigadores, etc.) pueden compartir con las familias locales el día a día en las labores que realizan, principalmente aquellas que tienen que ver con la producción agrícola.

Además, son varias las comunidades de la microcuenca (Ambuquí, El Ramal, La Playa, Peñaherrera y San Clemente) que participaron en el proyecto “Estrategias del desarrollo local en la parroquia de Ambuquí”, el cual fue auspiciado, financiado y ejecutado por el Servicio de Cooperación Técnica Alemana – DED y la Fundación de Agroecología y Agroturismo – AGRECO conjuntamente con la participación directa de la población de las comunidades mencionadas durante el año 2004 (enero – diciembre). Actualmente está conformada la microempresa de Agroecología que se denomina ECOAMBUQUÍ, apoyada por la Fundación AGRECO, quienes tienen como fuente de trabajo principal, la producción orgánica de varios productos, entre los cuales están: tomate de mesa, papaya, yuca, camote, pimiento, pepinillo; también la producción de animales domésticos: cuyes, pollos de granja, churos y chivos. Existe una despensa de esta microempresa en el área urbana de Ambuquí, donde su lema es: “Del productor a su Hogar...dieta equilibrada con alimentos sanos”.

En el primer caso, al ser una iniciativa de las familias locales, que hace poco se está implementando y todavía se están organizando, requieren del apoyo de las autoridades, ONG's, instituciones, etc., que conozcan sobre el tema y contribuyan respetando los saberes culturales y tradicionales de la población en procesos de educación ambiental, donde el ser humano adquiera conocimientos y comparta experiencias, comprenda, asimile y los traduzca en valores, actitudes y comportamientos que lo lleven a una mejor interacción con el medio y los recursos naturales. Tomando en cuenta que, la educación va más allá y abarca la capacitación y la gestión en sus distintos niveles, pues es considerada como el pilar fundamental para el desarrollo.

En el segundo caso, las experiencias y conocimientos adquiridos por la población involucrada en las actividades de la microempresa deben ser fortalecidos y a la vez disseminados mediante el diseño de un proceso de capacitación para la formación de entrenadores y líderes que permitan la reproducción en comunidades vecinas sobre las ciencia, innovación, tecnología y técnicas agroecológicas que promuevan la seguridad alimentaria (en variedad y cantidad), fomenten el desarrollo sustentable, el bien común y el desarrollo local.

A lo mencionado se debe sumar las acciones de la Junta Parroquial de Ambuquí, la cual debe mantener y/o apoyar al Departamento de Desarrollo Sustentable y Unidad de Agroecología y Agroturismo, implementando con los recursos humanos, tecnológicos y de conocimientos necesarios para su funcionamiento.

6.5. ESTRATEGÍA 5: ACUICULTURA DE ESPECIES TROPICALES DE AGUA DULCE

La acuicultura es el conjunto de actividades, técnicas y conocimientos de cultivo de especies acuáticas animales y vegetales, uno de los tipos más desarrollados dentro de este campo, es la piscicultura (cultivo de peces).

Esta estrategia debería ser implementada en las unidades de paisaje: Grandes vertientes erosionadas y muy disectadas; Grandes vertientes empinadas y disectadas, localizadas a una altitud entre los 2400 – 3000 m., con el fin de promover actividades amigables con el ambiente, mejorar la calidad de vida de la población y que a su vez cuenten con un ingreso económico sostenible, se propone el cultivo de la tilapia.

La tilapia es una especie que posee altas tasas de desove, de fertilización y alta viabilidad, resistente al manipuleo, enfermedades (esta característica le permite mostrar mayor sobrevivencia y por lo tanto mayor rentabilidad al no invertirse en medicamentos o drogas) y a factores físicos y/o químicos. La tilapia puede alcanzar pesos de 1 a 1.5 libras en un período de 6 a 9 meses, y lo más recomendado es que se engorden sólo machos.

Puede ser sometida a cultivos de modalidad intensiva o súper intensiva (mayor densidad de animales por metro cuadrado o metro cúbico). De esta forma se aumenta el volumen de producción y se disminuyen los costos de operación, haciéndose más rentable el proyecto emprendido.

Para implementar esta actividad es importante el financiamiento, es decir, las autoridades del Gobierno Parroquial de Ambuquí en conjunto con el Gobierno Provincial de Imbabura, deberán conseguir o asignar recursos económicos para lo que involucra esta actividad; y además, será indispensable el acompañamiento técnico, mediante programas de capacitación teórico-práctica a la población, principalmente al inicio de la producción, donde también será necesario realizar actividades para una apertura en los mercados

locales, provincial y a futuro nacional, basada en un marketing (propagandas, avisos sobre ventas, épocas de disponibilidad de producto, calidad y características del mismo).

6.6. ESTRATEGÍA 6: INTEGRACIÓN ENTRE PUEBLOS Y COMUNIDADES DE LA MICROCUENCA

El reconocimiento de la complejidad del componente social que ocupa el territorio de la microcuenca, debe tomarse en cuenta para un manejo integral de los recursos hídricos. Es así que, es importante conocer la composición de la población, la misma que tiene su cosmovisión, una conciencia colectiva (conciencia social) y de relaciones con la naturaleza (formas organizativas), su propia creatividad⁴⁶, identidad espacial e interacción ser humano – espacio.

De acuerdo al Sistema de Indicadores Sociales del Ecuador, los principales distintivos étnicos de un individuo (población) están definidos por su sentido de identidad personal, lengua, historia o ancestro, religión y vestido. En este sentido, en la microcuenca de la Q. Ambuquí, según la clasificación que realiza el INEC se identifica por autodefinición étnica, las categorías de: “mestizos”, “indígenas”, “afroecuatorianos”.

Además, es necesario mencionar que, la Constitución Política de la República del Ecuador, reconoce el respeto a la diversidad étnica y manifiesta dentro del Régimen de Desarrollo, el objetivo de proteger y promover la diversidad cultural, respetar sus espacios de reproducción e intercambio; recuperar, preservar y acrecentar la memoria social y el patrimonio cultural (Art. 276).

En razón de lo mencionado, el reconocimiento de la diversidad étnica y cultural al interior de la microcuenca debe consolidarse, tanto a partir del sustento jurídico que ofrece la Constitución (al establecer al Estado como plurinacional e intercultural), como desde una aproximación más pragmática, en donde la elaboración de planes y programas de desarrollo, desde las autoridades (Gobierno Parroquial de Ambuquí, Gobierno Provincial de Imbabura, Gobierno del Cantón San Miguel de Ibarra) promuevan la participación de diferentes actores socioculturales, a través de la inclusión de grupos étnicos, pueblos y nacionalidades, haciendo de la diversidad un enriquecedor valor de aporte a los mismos.

⁴⁶ IGAC.1997. Bases conceptuales y Guía Metodológica para la Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Departamental. 1ª Edición. Santa Fe de Bogotá - Colombia.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- La microcuenca de la Quebrada Ambuquí, tiene una superficie de 8236,97 ha., se encuentra ocupando los territorios del nororiente de la Provincia de Imbabura, aquellos que corresponden al Cantón Ibarra, específicamente de las Parroquias Ambuquí y El Sagrario. En un tramo corto al interior de la microcuenca se evidencia una variedad de microclimas, tiene un rango altitudinal entre los 1580 a 3800 m.
- En el presente trabajo de investigación se identificaron cuatro fases metodológicas, las cuales permitieron obtener los insumos necesarios para el análisis, entre ellos: identificación de métodos, recopilación de información, procesamiento y presentación de resultados. La fase de recopilación de información fue clave para empezar el estudio y conocer el tipo de información que existe formato, características (consistencia, topología, etc.), escala y fuente, de esta manera determinar el tratamiento de la información (validación, georeferenciación, edición, etc.) y finalmente establecer la información necesaria a ser generada (en base a interpretación integrada y trabajos en campo) para cumplir con los objetivos del estudio.
- Realizado el análisis de la microcuenca bajo el enfoque de ecología del paisaje, se determinaron al interior de la misma dos tipologías de paisaje, a saber: Cimas frías de las cordilleras y Relieves interandinos, al interior de los cuales se identificaron las unidades de paisaje: páramo, grandes vertientes empinadas y disectadas, grandes vertientes erosionadas y muy disectadas, faldas erosionadas de las grandes entalladuras y valles anchos con complejos de terrazas, cada uno con sus características propias en cuanto a los componentes físico, biótico y socioeconómico.

La unidad de paisaje que predomina es el de faldas erosionadas de las grandes entalladuras, cuya superficie ocupa el 53,32% de la superficie total de la microcuenca, seguido por grandes vertientes erosionadas y muy disectadas, con un 25,59%; de esta manera, predominan los relieves montañosos hacia la parte media y alta de la microcuenca, mientras que en la parte baja, se encuentran los coluvio aluviales que

conforman el denominado Valle del Río Chota, donde están asentados los poblados de Ambuquí, La Playa y El Ramal.

- La parte media y baja de la microcuenca presentan condiciones climáticas relacionadas con la presencia del aire proveniente de la Costa, el cual ingresa por el valle y lo hace caliente y muy seco, con una vegetación predominantemente arbustiva dispersa xerofítica; mientras que la parte alta, tiene influencia de la humedad proveniente de la Cordillera Oriental, por lo que la vegetación es abundante y siempre verde; en pisos superiores a los 3200 m. se encuentra el ecosistema de páramo, usualmente con presencia de neblina y llovizna intermitente.
- En la microcuenca habitan 5002 hab., los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera: la cabecera parroquial Ambuquí concentra al 29,99% del total de habitantes, seguida de la comunidad de Peñaherrera, con el 17,99%, las comunidades Manzano Guarangui y Pogllocunga tienen un 12,00% cada una; las comunidades con menor número de habitantes son Apangora, Chaupi Guarangui, Rancho Chico y San Clemente con un 3% cada una; las principales actividades económico productivas a la que se dedican los habitantes son a la agricultura y ganadería.
- En lo que se refiere a las características morfométricas, la microcuenca presenta un índice de alargamiento alto que corresponde a una forma muy alargada, con un coeficiente de compacidad que cae en la clase de oval oblonga a rectangular oblonga y por tanto la tendencia a las crecidas es baja; el coeficiente de masividad que se obtuvo indica que el relieve es muy montañoso; la longitud del cauce principal es de 21,68 Km., con una pendiente media de 10%, el desnivel altitudinal de la microcuenca es de 2220 m.
- En el área de estudio, el principal sistema que abastece de agua potable a los habitantes de la parte baja de la microcuenca es el Sistema de Agua Potable Ambuquí, el cual tiene un recorrido de 15 Km., brindando el servicio a 1302 hab., esto significa únicamente el 26,02% con respecto al total de la población de la microcuenca; el agua proviene de los páramos de Gallo Rumi y Rancho Chico (3600 – 3800 m.) y es captada en la comunidad de Rancho Chico a 2886 m., continua al tanque de recepción y posteriormente a través de los ramales de conducción llega a Lavadero (2171 m.), donde se encuentra la planta de almacenamiento y tratamiento,

los poblados que se encuentran sobre la cota indicada de la planta, no cuentan con el servicio de agua potable, únicamente tienen acceso al agua entubada, entre ellos: Rancho Chico, Apangora, Peñaherrera, Chaupi Guarangui, Pogllocunga, San Francisco, Manzano Guarangui, entre otros.

- Las estrategias planteadas, están dirigidas al manejo integral y sustentable de los recursos hídricos en la microcuenca, en búsqueda de acciones participativas de los habitantes, así como también de las autoridades, a saber: pago por servicios ambientales, conservación de ecosistemas frágiles, vegetación natural y control de la frontera agrícola; implementación del sistema agrosilvopastoril y prácticas culturales y mecánicas; promover en los habitantes el conocimiento y reconocimiento del valor económico, social y ambiental de los recursos hídricos; promover la educación y transferencia de tecnologías para el mejoramiento de la calidad de vida; acuicultura de especies tropicales de agua dulce; integración entre pueblos y nacionalidades de la microcuenca.
- La cartografía temática generada a escala 1:25.000 es de gran importancia, se constituye en el principal insumo para este estudio y en un futuro, para otros estudios al interior de la microcuenca, es un aporte clave para el análisis, interpretación e inclusive con miras al ordenamiento territorial.
- Durante la ejecución del estudio y los trabajos tendientes a obtener información temática primaria, fueron de gran utilidad las fotografías aéreas, así como también los recorridos por el área de estudio, los cuales facilitaron conocer e identificar los elementos y relaciones espaciales al interior de la microcuenca.

7.2. RECOMENDACIONES

- Conservar y recuperar las condiciones ambientales de las unidades de paisaje de la microcuenca, principalmente aquellas que se encuentran muy intervenidas y con presencia de rasgos erosivos, todo ello considerando su integridad ecológica, para mantener su estructura y funcionalidad, asegurando los bienes y servicios de los recursos hídricos a través del espacio y el tiempo.
- Utilizar la geoinformación generada en el presente estudio cuyos aportes bajo el enfoque de la ecología de paisaje facilitarán un uso sustentable de los recursos

hídricos de la microcuenca de una manera integrada y holística, conociendo y respetando la dinámica e interrelaciones que existen.

- Se recomienda que las unidades de paisaje generadas, las cuales poseen información integrada sobre geomorfología, geología, uso actual de las tierras y vegetación y suelos, sean utilizadas en los futuros procesos de ordenamiento territorial de la microcuenca.
- Considerar la participación de los actores sociales y el uso multifuncional de los recursos hídricos y paisajísticos, únicamente con su participación activa y decidida (representantes del Ministerio del Ambiente, del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Miguel de Ibarra, Gobierno Provincial de Imbabura, Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Ambuquí, Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra – EMAAPA – I, Comunidades, entre otros), será posible aplicar las estrategias y ejecutar acciones consensuadas por el bien común.
- Es indispensable que exista la decisión política para manejar el territorio de la microcuenca, incluso que se implemente un marco legal adaptado a la realidad de la misma.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aguas abajo. El cuerpo de agua a partir de donde nos encontramos a favor de la corriente.

Aguas arriba. El cuerpo de agua a partir de donde nos encontramos en contra de la dirección de la corriente.

Agua cruda. El agua en el punto de captación, antes de ser tratada para mejorar su calidad.

Cartografía. Técnicamente es el sistema formal para comunicar información espacial. La cartografía, es la ciencia responsable de elaborar mapas de las diferentes realidades territoriales para facilitar su estudio y poder guiarnos en dicho territorio.

Cauce principal. Es el río principal, considerado como un curso importante de agua.

Ceja Andina. Flora de transición entre los bosques montanos altos y el páramo.

Ciclo hidrológico. Comprende las distintas etapas o fases por las que pasa el agua, siendo sus principales: evaporación, condensación, precipitación, infiltración, escorrentía, circulación subterránea.

Conservación. Gestión dirigida al uso racional de los recursos naturales, para asegurar el mejor beneficio que tiende al desarrollo sustentable. Es la administración del uso humano de la biósfera de modo que pueda producir los mayores beneficios sustentables para las generaciones actuales y a la vez mantener sus posibilidades de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las futuras.

Contorno o divisoria de aguas. Constituye el límite de una cuenca, entendiéndose por divisoria de aguas la cota o altura máxima que divide a dos cuencas contiguas.

Cuenca hidrográfica. Es una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago, o mar, en esta zona viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados.

Deforestación. Proceso de tala y destrucción de los bosques.

Degradación. Pérdida de las cualidades de un ecosistema que incide en la evolución natural del mismo, provocando cambios negativos en sus componentes y condiciones como resultado de las actividades humanas.

Depósitos aluviales. Están constituidos por cantos rodados, guijarros, arenas de diferente granulometría y limos.

Depósitos coluviales. Constituidos por bloques angulosos de diferente tamaño en una matriz de grano fino a medio.

Depósitos coluvio aluviales. Están constituidos por bloques sub angulosos en una matriz de grano fino a medio.

Desnivel relativo. Diferencia entre los puntos más altos y más bajos de los relieves colinados, considerada en función de un nivel relativo más no del nivel del mar.

Ecología de paisaje. Rama de la ecología que se ocupa de las relaciones entre características a nivel de paisaje y los patrones y procesos que ocurren a esta escala.

Ecosistema. Es el conjunto de comunidades (conjunto de especies) faunísticas y florísticas afines entre sí, o correlacionadas por sus características estructurales y funcionales y sometidas a la influencia similar de los factores bióticos y abióticos.

Erosión. Conjunto de fenómenos exógenos que contribuyen al desgaste del modelado terrestre. En un sentido más amplio corresponde a los procesos de ablación, alteración y acumulación. En la práctica, se limita, casi exclusivamente, a los procesos de arrastre de material y a la alteración (erosión química).

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

Esgurrimiento concentrado. Relacionado con una erosión hídrica mayor, en este caso se pueden presentar surcos, si la erosión es más fuerte se forman las cárcavas y por último da origen a las quebradas.

Esgurrimiento difuso. Corresponde a la erosión marcada por los procesos hídricos, generalmente se presenta en forma de hilillos.

Formaciones superficiales. Materiales móviles (o posteriormente consolidados) que recubren la roca in situ; llegado el caso, sustentan el suelo. Las formaciones superficiales son diversas y de origen variado. Pueden resultar de la alteración (meteorización) de la roca in situ (arenas graníticas, arcillas lateríticas) o de la fragmentación de la roca (regolita). Muchas formaciones superficiales son consecuencia de desprendimientos de ladera (derrubios, coluviones, etc.) o de transportes a larga distancia (coluvio aluviales, morrenas), lo que hace que sean a veces muy diferentes de la roca in situ.

Distintas modalidades de tales formaciones superficiales son los coluviones, coluvio aluviales, talud de derrubios, flujos de lodo, etc.

Fotografía aérea. Registro de una porción de terreno captada una sola vez y en un instante dado. Instrumento para estudiar formas, permite observar puntos difícilmente accesibles.

Geoinformación. Toda información que tiene latitud y longitud. Está relacionada a los sistemas de gerencia de bancos de datos capaces de almacenar datos con varios atributos, incluyendo los de localización.

Geomorfología. Ciencia geográfica que estudia las formas de la superficie terrestre. Se hace habitualmente la distinción entre la Geomorfología estructural que estudia el relieve y la Geomorfología climática que se preocupa de la influencia del medio bioclimático sobre el modelado del relieve.

In situ. Vocablo en Latín que significa la posición o ubicación original.

Manejo. Aprovechamiento y fomento simultáneo, suficiente y racional de los recursos que la naturaleza brinda al ser humano y a otros organismos para su bienestar ecológico.

Morfodinámica. Trata de los procesos elementales de la erosión, de los grandes agentes de transporte y de la naturaleza de la erosión, que integra la erosión antrópica y los procesos morfogenéticos.

Morfología. Se refiere al estudio y explicación del relieve, evolución del mismo y formas del modelado.

Morfometría. Conocida también como la geometría del relieve, se basa en una clasificación geométrica del mismo.

Paisaje. El término paisaje hace referencia a nuestro entorno. Es la apariencia externa del territorio. Es un concepto subjetivo, porque en realidad el paisaje es una percepción humana. Es imprescindible que exista un observador – ser humano. La propia etimología de la palabra hace referencia a entorno, a territorio... paisaje (deriva de país = territorio), paysage, paisatge o landscape (land = tierra), landschaft.

Recursos naturales. Todos aquellos recursos no creados por el hombre como el suelo, agua y minerales.

Suelo. Cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio, y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural.

Sustentabilidad. La capacidad de una sociedad humana de apoyar a su ambiente, al mejoramiento continuo de la calidad de vida de sus miembros a largo plazo, y depende del manejo que la sociedad haga de sus recursos naturales.

Teledetección. O Percepción Remota, es la ciencia y arte de obtener información de la superficie de la tierra sin entrar en contacto con ella, es decir permite adquirir y procesar información de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, gracias a la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra.

Terraza aluvial. Terraza de acumulación que corresponde a una capa aluvial actualmente en posición de terraza por efecto del entalle fluvial posterior a la acumulación. Cuando el basamento geológico rocoso aparece en el talud se habla de terraza aluvial escalonada. En cambio, cuando el talud está entallado en el material aluvial, se trata de una terraza aluvial encajonada.

Tierra. El sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otros componentes de la biósfera y los procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema, así como los acondicionamientos de los terrenos, la cubierta forestal, la infraestructura desarrollada en los mismos terrenos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, Solis Misael. 1982. Los Pastizales Naturales del Ecuador, Conservación y Aprovechamiento de las Páramos y Sábanas. Revista Geográfica. 17: 87 – 89. Quito – Ecuador.

ACOSTA, Solis Misael. 1965. Los Recursos Naturales del Ecuador y su Conservación. 1ª parte. México, D.F. - México.

Asociación de Municipalidades Ecuatorianas – AME. Banco Mundial. 2007. Planificación y Desarrollo Local. Quito – Ecuador.

Asociación Mundial para el Agua (GWP) y Comité de Consejo Técnico (TAC). 2000. Manejo Integrado de Recursos Hídricos. TAC Background Papers No. 4. Estocolmo – Suecia.

BERNARD, Nebel. RICHARD, Wright. 1999. Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible. Pearson Editorial. Sexta Edición. México, D.F. - México.

BUREL, Françoise. BAUDRY, Jacques. 2002. Ecología del paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – España.

CAÑADAS, Luis. 1983. Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG – PRONAREG. Quito – Ecuador.

CHUVIECO, Emilio. 1990. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ediciones Rialp. S.A. Madrid - España.

Consejo Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, Consorcio de Consejos Provinciales del Ecuador - CONCOPE. 2005. Guía metodológica de inventarios de los recursos hídricos. Agua de consumo humano. Foro de los recursos hídricos. Quito - Ecuador.

DERRUAU, Max. 1966. Geomorfología. Ediciones Ariel. Barcelona – España.

ESPINOSA, Ma. Fernanda. FERRÍN, Rosa. HURTADO, Mario. SALGADO, Wilma. 2004. La Economía y la Ecología. Consorcio Camaren. Quito - Ecuador.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL DE AMBUQUÍ – CHOTA. Administración 2009 – 2014. Plan de desarrollo de la parroquia de Ambuquí – Chota. Cantón San Miguel de Ibarra. Provincia de Imbabura - Ecuador.

GREGOIRE, et. al., en: Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica - CEDIG. 1986. La Erosión en el Ecuador. Documentos de Investigación. No. 6. Quito – Ecuador.

HONORATO, Ricardo. 2001. Manual de Edafología. 4ª Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México D.F. – México.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1997. Bases conceptuales y Guía Metodológica para la Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Departamental. 1ª Edición. Santa Fe de Bogotá - Colombia.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1997. Guía Metodológica para la Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. 1ª Edición. Santa Fe de Bogotá - Colombia.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI. 2008. El Cambio Climático en el Ecuador. Edición de Aniversario 47 años. p.1. Quito – Ecuador.

Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG. 1978. Diagnóstico Socio - Económico del Medio Rural Ecuatoriano. Documento N° 4C. Quito - Ecuador.

MEDINA, Galo. 2000. La Biodiversidad de los Páramos. Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador (GTP). Quito – Ecuador.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Ley de Gestión Ambiental. Registro Oficial N° 245 del 30 de Julio de 1999. Normativa Básica del Ambiente. Quito – Ecuador.

PROGRAMA APOSINO - Programa de Agua Potable para la Sierra Norte. 2004. Proyecto: Estudios y diseños integrales de servicios de abastecimiento de agua de las comunidades Lavandero, San Clemente y Las Mercedes y la Planta de tratamiento de Ambuquí, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura. Tomo – I. Memoria técnica. Consultor: Ing. Diego Gonzalez. Quito – Ecuador.

PROYECTO I.P.G.H. – P.U.C.E. Aportes para el Ordenamiento Territorial de las parroquias de Cumbayá y Tumbaco. Centro de Documentación – CELA. Quito - Ecuador.

SARMIENTO, Fausto O. 2001. Diccionario de Ecología: Paisajes, Conservación, Desarrollo Sustentable para Latinoamérica. Ediciones Abya – Yala. Quito – Ecuador.

Secretaría General del Consejo Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, Dpto. Manejo de Cuencas. 2002. Propuesta del CNRH y el Grupo Interinstitucional para oficializar en el Ministerio de Relaciones Exteriores. Memoria técnica. Versión definitiva. Quito – Ecuador.

SEXTON, Daniele. 2002. Gestión social de los recursos naturales y territorios. Consorcio Camaren. Ruralter. Quito - Ecuador.

SIERRA, Rodrigo. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF – BIRF y Ecociencia. Quito – Ecuador.

SIISE, Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador. Versión 2010. Ministerio del Frente Social.

VARGAS, Mario. 2002. Ecología y Biodiversidad del Ecuador. 1° Edición. Quito – Ecuador.

VERGARA, Josep Ma., et al. 2004. Introducción al Medio Ambiente y a la Sostenibilidad. Ediciones Vicens Vives. Barcelona – España.

VIERS, Georges. 1974. Geomorfología. Elementos de Geografía. Ediciones Oikos-Tau, S. A. Barcelona – España.

WINCKELL, Alain. 1997. Los Paisajes Naturales del Ecuador. Las Regiones y Paisajes del Ecuador. CEPEIGE, I.G.M., ORSTOM. Tomo IV Volumen 2. Geografía Física. Quito – Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1. Ficha de investigación de campo

ANEXO 2. Elementos de Paisaje

ANEXO 3. Cartografía temática

Mapa 1: Unidades de Paisaje

Mapa 2: Geomorfológico

Mapa 3: Litología y Formaciones Superficiales

Mapa 4: Suelos

Mapa 5: Uso Actual de las Tierras y Vegetación

Mapa 6: Sistema de Agua Potable Ambuquí