



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y SOCIO-ECONÓMICA DE
LA COMUNIDAD DE MIGÜIR Y SU ÁREA DE INFLUENCIA
PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE MANEJO

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE BIÓLOGO

AUTORES

FERNANDO GUSTAVO ALVAREZ SALDAÑA

SAÚL MAURICIO DUCHITANGA VELE

DIRECTOR

DR. GUSTAVO CHACÓN VINTIMILLA

CUENCA - ECUADOR

2008

Dedicatoria

A mi madre por darme la oportunidad de ser quien quiero ser, que después de todo es todo.

A la memoria de mi abuelo, por ser eso mi abuelo.

Fernando

A mis padres y hermanos con amor

Saúl

Agradecimientos

Este trabajo nos permitió conocer diferentes realidades y acercarnos un poco más a lo que puede ser nuestro aporte en la construcción de nuestro tiempo, aprovechamos este espacio para agradecer a algunas de las personas que participaron.

Por su contribución en la elaboración y dirección del trabajo: Ing. Pablo Lloret, Dr. Piero Tripaldi, Leida Buglas y a nuestro director Dr. Gustavo Chacón.

Por sus aportes y sugerencias: Dra. Rafaela Ansaloni, Biólogo Danilo Minga, Bióloga Maria Cecilia Carrasco, Msc. Antonio Crespo, Biólogo Edwin Zárate, Ing. Omar Delgado y al Ing. Felipe Cisneros y todo el equipo del PROMAS.

Por su ayuda en varias de las actividades del proyecto: Ximenita Orellana, Diego, Fernando Cárdenas, Francisco Torres, Mariaelisa Duran, Romel Macancela, Danilo Mejia, Diego Vimos, Sandra Barros, Lenin Alvarez y Samara Alvarez.

Por la oportunidad y la confianza brindada: Dr Franklin Bucheli, Ing. Paúl Vintimilla, Ing. Jacinto Guillen, y sobre todo a la comunidad de Migüir.



RESUMEN

Esta investigación se realizó en la microcuenca del río Migüir, un territorio compartido entre el Parque Nacional Cajas y la comunidad de Migüir. Se generó información ambiental y social para identificar escenarios de manejo, mediante un análisis concertado. El diagnóstico mostró una degradación de los recursos suelo, agua y vegetación vinculada al uso de suelo. La información fue complementada y analizada con la comunidad de Migüir y se elaboró un escenario tendencial y de comanejo. Se identificó la participación, los conflictos y la forma de equilibrar la conservación y el desarrollo como factores influyentes en las tendencias de manejo.

ABSTRACT

This research was conducted in the Migüir watershed, in a shared territory between the Cajas National Park and the Migüir community. We generated environmental and social information to identify management scenarios through a concerted analysis. Data showed degradation of soil, water and vegetation resources linked to land use. The information was complemented and analyzed by the Migüir community, which allowed to build tendential and co-management scenarios. We identified participation, conflicts and the manner to stabilize conservation and development as influencing factors in the tendencies of management.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice.....	vi
Lista de mapas.....	ix
Lista de tablas.....	ix
Lista de figuras.....	viii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v

INTRODUCCIÓN

1. Parque Nacional Cajas.....	1
1.1 Características biofísicas.....	1
1.2 Características sociales.....	2
1.3 Administración del PNC.....	2
2. Microcuenca del río Migüir.....	3
2.1 Comunidad de Migüir.....	4
3. Problemática de manejo.....	4
4. Manejo de recursos naturales.....	6
4.1 Participación.....	6
4.2 Escenario de manejo.....	7
5. Objetivos.....	8

CAPÍTULO I: MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Descripción del sitio de estudio.....	9
1.2 Recurso agua.....	10
1.2.1 Laguna Luspa.....	10
1.2.2 Río Migüir.....	11
1.3 Recurso Suelo.....	12
1.4 Recurso Vegetación.....	14

1.5 Participación.....	15
------------------------	----

CAPÍTULO II: RESULTADOS

2.1 Elemento agua.....	19
2.1.1 Laguna Luspa.....	19
2.1.1.1 Estado trófico.....	20
2.1.2 Río Migüir.....	21
2.1.2.1 Análisis fisicoquímicos.....	21
2.1.2.2 Análisis biológico.....	23
2.1.2.3 Análisis de datos.....	26
2.2 Elemento suelo.....	27
2.2.1 Calidad del suelo.....	27
2.2.2 Capacidad de uso del suelo.....	29
2.2.3 Variación espacial.....	30
2.2.4 Análisis de datos.....	31
2.3 Elemento vegetación.....	32
2.3.1 Abundancia.....	32
2.3.2 Riqueza.....	33
2.3.3 Regeneración.....	34
2.3.4 Biomasa.....	35
2.4 Elemento social.....	36
2.4.1 Enfoque participativo.....	36
2.4.2 Establecimiento de compromisos.....	36
2.4.3 Resultados de los talleres.....	36

CAPÍTULO III: DISCUSIÓN

Microcuenca del río Migüir.....	45
3.1 Recurso Agua.....	45
3.1.1 Laguna Luspa.....	45
3.1.2 Río Migüir.....	46
3.2 Recurso Suelo.....	48
3.2.1 Calidad del Suelo.....	48

3.2.2 Capacidad de uso de suelo CUS.....	48
3.2.3 Variación espacial.....	49
3.2.4 Análisis de los parámetros.....	51
3.3 Recurso vegetación.....	52
3.4 Participación	53
3.4.1 Enfoque participativo.....	53
3.4.2 Establecimiento de compromisos.....	54
3.4.3. Contraste de la información.....	54
3.5 Factores influyentes para la construcción de escenarios de manejo.....	56
3.5.1 Conflictos.....	56
3.5.2 Participación.....	57
3.5.3 Conservación-Desarrollo.....	58

CAPÍTULO IV: ESCENARIOS DE MANEJO

4.1 Escenario tendencial.....	60
4.1.1 Recursos naturales.....	60
4.2 Escenario de comanejo.....	62
4.2.1 Recursos naturales.....	62
4.3 Factores influyentes.....	63
4.4 Criterios e indicadores ambientales.....	64
CONCLUSIÓN.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de la microcuenca del río Migüir.....	17
Mapa 2. Ubicación de las estaciones de muestreo.....	18
Mapa 3. Hidrología de la microcuenca del río Migüir.....	38
Mapa 4. Pendientes de la microcuenca del río Migüir.....	39
Mapa 5. Promedio de la calidad biológica y química y del río Migüir.....	40
Mapa 6. Materia orgánica.....	41
Mapa 7. Densidad aparente.....	42
Mapa 8. Distribución del pH.....	43
Mapa 9. Suma de bases.....	44
Mapa 10. Mapa de uso potencial.....	66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del estado trófico según la OECD.....	20
Tabla 2. Grupos clasificados con el método K-NN agua.....	27
Tabla 3. Interpretación de los análisis de suelos.....	28
Tabla 4. Parámetros más relevantes identificados en la calidad del suelo.....	29
Tabla 5. Clasificación de la capacidad de uso de suelo.....	30
Tabla 6. Grupos identificados en el análisis estadístico.....	32
Tabla 7. Número de especies encontradas en el bosque de la laguna Luspa.....	33
Tabla 8. Número de especies encontradas en el bosque de la comunidad de Migüir.....	34
Tabla 9. Indicadores del escenario de manejo.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Perfil de oxígeno disuelto.....	20
Figura 2. Comparación temporal del caudal del río Migüir.....	21
Figura 3. Comparación temporal del índice WQI.....	22
Figura 4. Parámetros relevantes de la temporada seca.....	22
Figura 5. Parámetros relevantes en la temporada lluviosa.....	23
Figura 6. Riqueza de taxones de macroinvertebrados bentónicos en el río Migüir...24	
Figura 7. Índice EPT (<i>Ephemeroptera</i> , <i>Plecoptera</i> , <i>Trichoptera</i>).....	25
Figura 8. Índice de Bioevaluación (Protocolo II de Bioevaluación Rápida).....	25
Figura 9. Análisis de Componentes Principales, Agua.....	26
Figura 10. Análisis de Componentes Principales, Suelo.....	31
Figura 11. Abundancia de flora vegetal en los bosques de <i>Polylepis</i>	32
Figura 12. Regeneración total en los parches de <i>P. incana</i>	34
Figura 13. Regeneración de <i>P. incana</i>	35
Figura 14. Biomasa (volumen del fuste).....	35

Alvarez Saldaña Fernando Gustavo

Duchitanga Vele Saúl Mauricio

Trabajo de Graduación

Gustavo Chacón Ph.D.

Marzo 2008

INTRODUCCIÓN

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y SOCIO-ECONÓMICA DE LA COMUNIDAD DE MIGÜIR Y SU ÁREA DE INFLUENCIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE MANEJO

1. Parque Nacional Cajas

El Parque Nacional Cajas (PNC) se encuentra ubicado a 24 km al occidente de la ciudad de Cuenca, en la provincia del Azuay; ocupa parte de los territorios de la Cordillera Occidental del Sur de los Andes ecuatorianos; altitudinalmente está entre los 3.200 m s.n.m. y los 4.545 m s.n.m.

1.1 Características biofísicas

El PNC incluye las cuencas altas de los ríos Llaviuco, Mazán y Soldados, que drenan hacia el Atlántico y de los ríos Luspa, Sumincocha, Atugyacu, Yantaguhayco, Jerez y Angas, hacia el Pacífico. Tiene alrededor de 235 lagunas, originadas por actividad glaciaria, las cuales se agrupan en dos tipos, lagos tipo circo y paternóster (CEMAPRIMES 2002).

La geomorfología de la región deriva de la actividad glaciaria durante el Pleistoceno, su relieve es irregular presentando pendientes pronunciadas (Buytaert et al. 2005). Los suelos de los páramos Sur del Ecuador son Histic Andosols con fuertes propiedades hísticas e hídricas, y los procesos más importantes de formación son la temperatura y el clima húmedo (Buytaert et al 2005).

En cuanto a flora el PNC tiene 3 zonas de vida, el bosque húmedo montano que ocupa el 0,8% del área total, el bosque muy húmedo montano que abarca el 8,6% y el páramo que cubre el 90.6%; se encontraron 7 comunidades vegetales y 19 especies endémicas (CEMAPRIMES 2002). En relación a los mamíferos, tiene el 77% de la mastofauna del piso Andino. Se registró un total de 492 micromamíferos distribuidos en 5 familias, 4 órdenes y 25 especies. Con respecto a la avifauna se ha registrado un total de 144 especies en el Parque Nacional y su zona de influencia; de estas 9 están bajo alguna categoría de amenaza y 20 son especies endémicas. En anfibios y reptiles se registraron un total de 18 especies (CEMAPRIMES 2002).

1.2 Características sociales

El PNC no tiene asentamientos humanos en su interior. Sin embargo, en su zona de influencia (5 km al borde del área protegida) existen los poblados de Soldados, Migüir, Angas, Chaucha, Río Blanco, Llano Largo, Zhin Alto y Patul. Las principales actividades económicas, de las comunidades, son la ganadería y la venta de fuerza de trabajo. Estas actividades tienen bajos niveles de producción por las características del área. Las comunidades presentan un fuerte proceso de migración, bajos ingresos económicos, altos índices de analfabetismo y serios problemas de salubridad y saneamiento. Además existen conflictos entre la administración del PNC y los pobladores, las causas por lo general son problemas con los límites o actividades como la ganadería y la agricultura (CEMAPRIMES 2002).

1.3 Administración del PNC

El PNC forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas desde 1977 bajo la categoría de Área Nacional de Recreación, posteriormente en 1996 se cambia la categoría a Parque Nacional. En marzo del año 2000 se suscribe el Convenio de Descentralización entre los Ministerios de Turismo y Ambiente y la Ilustre Municipalidad de Cuenca para la gestión y manejo del PNC, mediante el cual la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA), asume la administración del PNC. Dentro de esta administración y sujetos a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales, en

el año 2002 la consultora CEMAPRIMES CIA LTDA, elabora el Plan de Manejo Integral del Parque Nacional Cajas (CEMAPRIMES 2002).

En el plan de manejo se definió seis estrategias operativas: desarrollo social, vigilancia del Parque, educación ambiental, investigación, turismo y recreación, y ordenamiento territorial. También se identificó, entre los principales problemas, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, los altos niveles de pobreza de las comunidades aledañas y la presencia del conflicto de límites en ciertos sectores del área. Actualmente la Corporación Municipal PNC tiene una unidad técnica administrativa constituida por 12 personas y un cuerpo de 20 guardaparques. Existen programas de conservación, desarrollo social, investigación, educación ambiental y un programa de uso público. Dentro de estos programas se desarrollan proyectos de monitoreo, investigación, educación ambiental con transportistas, agroecología, prácticas de riego, mejoramiento de pastos, parcelas comunitarias, etc.

2. Microcuenca del río Migüir

El territorio de la microcuenca del río Migüir es una zona mixta, está distribuido entre el Parque Nacional Cajas y su zona de influencia. Tiene una área aproximada de 5.377 ha y una altura promedio de 3.985 m s.n.m. Su relieve es irregular, presentando pendientes pronunciadas.

Tiene un clima de alta montaña, caracterizado por una baja temperatura y una gran variación diurna en comparación con la estacional (Lips et al 1997). Existe un régimen de precipitación ecuatorial del hemisferio Sur, caracterizado por dos picos de enero hasta mayo y de octubre hasta diciembre (Lips et al 1997).

La microcuenca presenta un mosaico de ecosistemas. La mayor parte corresponde al ecosistema páramo, el cual se caracteriza por una vegetación herbácea dominada por gramíneas en forma de penachos y por la ausencia de árboles (Lips et al 1997). En diferentes porcentajes existe páramo herbáceo, páramo de almohadillas, herbazal lacustre y bosque de *Polylepis*. En las zonas bajas son más frecuentes zonas de cultivo y pastizales (CEMAPRIMES 2002).

2.1 Comunidad de Migüir

La comunidad de Migüir está ubicada dentro de la parroquia Molleturo, en el cantón Cuenca, perteneciente a la provincia del Azuay, y limita al Este con el PNC. Tiene 37 familias y un total de 76 habitantes. Su nivel organizacional se caracteriza por la existencia de un comité pro mejoras y una asociación comunitaria. Existen tres áreas de influencia, las dos primeras dedicadas al uso agropecuario y asentamientos humanos, y la tercera, ubicada en el interior del PNC utilizada únicamente para uso pecuario (CEMAPRIMES 2002).

La situación socioeconómica de la población es precaria. Según los indicadores sociales de la parroquia Molleturo, la población tiene un índice de analfabetismo del 13,0%, una escolaridad del 4,1%, una tasa de mortalidad infantil del 17,4%; la pobreza por necesidades básicas insatisfechas llega al 91,9%, el servicio de agua entubada por la red pública es del 10,7% y existe un déficit de servicios residenciales básicos del 94,5% (SIISE 2007). La producción agrícola es utilizada para autoconsumo, mientras que la producción pecuaria es destinada a la venta y producción de leche. Sin embargo, estas actividades no poseen niveles altos de rendimiento (CEMAPRIMES 2002).

3. Problemática de manejo

En el Ecuador los páramos cubren cerca de 12.600 km², aproximadamente el 5% del territorio nacional (Proyecto Páramo 1999 en Ortiz 2003). Se estima que cerca de 500.000 personas usan los páramos de forma directa y que, indirectamente, la mayoría de la población ecuatoriana depende de este ecosistema, ya sea por su importancia en el abastecimiento de agua, o la generación de energía hidroeléctrica (Medina et al 1997 en Ortiz 2003).

El estado de conservación del páramo en el Ecuador presenta diferentes niveles de degradación; la mitad de los páramos de pajonal tienen un bajo estado de conservación y únicamente la décima parte está en buen estado (Hofstede et al 2002 en Mena y Hofstede 2006). La degradación antrópica es el principal factor de degradación (Podwojewski y Poulenard 2000 b), aproximadamente 800.000 ha que

se ubican sobre los 3.000 m s.n.m., están fuertemente transformadas o degradadas, principalmente por la agricultura (Proyecto Páramo 2000 en Ortiz 2003). Las prácticas agropecuarias son responsables de la eliminación de los bosques nativos, el pastoreo persistente, la quema y el cultivo excesivo o incorrecto. No obstante la agricultura en los páramos tiene un alto riesgo debido a las características climáticas y poca sustentabilidad ecológica, agrícola o económica (Crissman 2003).

La degradación de este ecosistema ha despertado interés en varios sectores de la sociedad (Ortiz 2003). Como consecuencia, se incluyó como política del Estado promover la conservación de los páramos como áreas especiales de manejo, por sus características ecológicas frágiles y su importancia para la conservación de los recursos hídricos.

Específicamente, en lo relacionado al páramo y las áreas protegidas, es común la presencia de conflictos. En varias áreas hay haciendas, debido a que las declaraciones de áreas protegidas se dieron después de que las haciendas existieran, y en pocos casos se hicieron declaraciones concensuadas entre las entidades ambientales y los dueños de las haciendas (Ortiz 2003). Esto contribuyó a que en las áreas protegidas exista ganado, ya sea porque las haciendas están dentro del área protegida o porque los pobladores del área de amortiguamiento utilizan los terrenos de páramo para el pastoreo (Ortiz 2003). Como producto, los conflictos por problemas limítrofes y actividades productivas son frecuentes en las áreas protegidas.

El territorio de la microcuenca del río Miguir se encuentra compartido entre el PNC y su zona de amortiguamiento. Existe una serie de conflictos que se enmarcan en la realidad descrita. La comunidad de Miguir realiza actividades de pastoreo, en algunas zonas del PNC, degradando los recursos naturales; existen problemas limítrofes con algunos pobladores y las actividades de control del PNC provocaron resistencia hacia su gestión (CEMAPRIMES 2002). Estos factores limitaron el trabajo entre el PNC y los pobladores de Miguir. Debido a la resistencia de algunos moradores, los proyectos que el Parque Nacional realiza en su programa de desarrollo social son puntuales; mientras que la comunidad mantiene el diálogo con la administración del área protegida, con la presencia de conflictos latentes.

4. Manejo de recursos naturales

El manejo de recursos comprende conocer la cantidad, el carácter limitado y el potencial de aprovechamiento de los recursos naturales para decidir la forma de utilizarlos y protegerlos. Llevar a la práctica la decisión tomada, controlando y vigilando eficazmente la utilización de los recursos implica desarrollar y fortalecer la capacidad de los usuarios y otros actores a través de un proceso (Müller-Glodde 1996).

Las áreas protegidas juegan un papel fundamental en el manejo de los recursos naturales y deben ser consideradas dentro de las dinámicas locales, regionales y nacionales, facilitando la conservación por medio de la planificación. Por un lado a nivel del área protegida sobre la cual se enfocan las estrategias y el manejo, y por otro lado con las zonas aledañas (zonas de amortiguamiento o zonas de influencia) que deben cumplir la función de minimizar los posibles impactos ambientales negativos al área protegida, buscando la compatibilidad de los intereses de desarrollo de los diversos actores y la conservación de los recursos naturales a largo plazo (Amend et al 2002).

4.1 Participación

Posiblemente la discusión sobre la participación, como cambio de paradigma de desarrollo, nace por una presión para que las personas locales tengan el poder en las intervenciones de desarrollo (Pérez 1999). Este cambio de modelo está actualmente incorporado en la legislación ecuatoriana, en la cual se busca que la participación social sea el sistema que involucra a todos los sectores sociales con la finalidad de mejorar la condiciones de vida de los ecuatorianos. Ligado a este nuevo paradigma se desarrollaron conceptos como la investigación participativa, que busca que las personas locales definan programas de investigación incorporando sus propios criterios y prioridades (Pérez 1999).

Si bien la participación es un tema recurrente es necesario tener una definición. Por ejemplo para la GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbit), en su proyecto “Autoayuda en el Manejo de los Recursos Naturales”, participación

significa que los afectados por las medidas en el ámbito del manejo de recursos naturales deben ser involucrados en los correspondientes procesos de decisión y ejecución, sea directamente o a través de sus representantes (Müller-Glodde 1996).

Los diferentes enfoques participativos desarrollaron varias consideraciones que tratan de ser utilizadas en el manejo de los recursos naturales:

La autoayuda en el ámbito del manejo de recursos naturales promueve el esfuerzo que realiza la población para resolver los problemas que ella misma identifica y siente como prioritarios, o para desarrollar y llevar a la práctica su propia visión de un aprovechamiento no depredatorio de los recursos naturales con sentido de futuro (Müller-Glodde 1996).

El fortalecimiento de las capacidades incluye procesos en los cuales se fomenta la capacidad de actuación, el potencial de autoayuda de las personas y la eficiencia de las instituciones u organizaciones (Müller-Glodde 1996).

En relación a la investigación, el situar a los usuarios de los recursos en el centro de las tareas de aprendizaje, como participantes tanto en la enseñanza como en el aprendizaje. Se busca mejor comprensión de los sistemas naturales con intervenciones de manejo socialmente adecuadas. Esto nace como respuesta a la ineficacia de las soluciones generadas por expertos para abordar las interacciones complejas entre los seres humanos y el ecosistema (Tyler 2006). El aprendizaje participativo permite a las personas compartir, incrementar y evaluar su conocimiento. Uno de sus principios básicos es un cambio de papeles en el aprendizaje (Shah 1999).

4.2 Escenarios de manejo

Los escenarios de manejo son conjuntos formados por la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que conducirán a ella desde la situación actual. Conducen a estudiar varios futuros posibles: el escenario tendencial indica lo que sucedería si los eventos siguen su curso normal y el escenario posible muestra lo que podría lograrse apeándose a la realidad (Zorro 2007).

Existen algunas consideraciones básicas para elaborar los escenarios de manejo: son narrativas del futuro, a corto, mediano y largo plazo, enfocan procesos causales y puntos de decisión; no constituye una predicción del futuro sino un instrumento de análisis que describe la posible evolución de los eventos y tendencias; deben ser plausibles, tener consistencia y utilidad para la toma de decisiones (Zorro 2007).

Para llegar al escenario posible se tiene que plantear de manera clara el escenario tendencial. Además se debe tomar en cuenta todas las variables relevantes del proceso, plantear las proyecciones e hipótesis y analizar las posibilidades de que las tendencias se rompan, por influencia de factores externos. Finalmente se describe el escenario posible de una manera objetiva, con los criterios, los indicadores y la fuente de verificación.

5. Objetivos

El objetivo de la presente investigación es generar información ambiental y social, de la comunidad de Migüir y su área de influencia, que incidan en la creación de escenarios de manejo, mediante un proceso de análisis concertado, que permitan aportar a la estrategia de conservación del PNC.

Se establece los siguientes objetivos específicos.

- a) Conocer y sistematizar la realidad biofísica y social de la microcuenca del río Migüir e identificar los indicadores bio-físicos y sociales.
- b) Identificar el mejor escenario de manejo involucrando directamente a la comunidad y al PNC.
- c) Establecer un instrumento de análisis que aporte a incrementar la eficiencia del Plan de Manejo del PNC.
- d) Someter el escenario de manejo a validación por parte de la administración del PNC y la comunidad de Migüir.

CAPÍTULO I

MATERIALES Y MÉTODOS

1.3 Descripción del sitio de estudio

La microcuenca del río Migüir no es concebida como unidad de manejo o administración del recurso. La delimitación se basó en el área territorial de drenaje natural donde todas las aguas pluviales confluyen hacia un colector común (Urbina 1979 en Zury 2004), y el territorio fue concebido como un ecosistema en el cual interactúan y se interrelacionan variables biofísicas y sociales que funcionan como un todo. Esta delimitación se realizó para facilitar el análisis de los recursos naturales y su relación con el uso de suelo.

La microcuenca se ubica en la parroquia Molleturo, perteneciente al cantón Cuenca. Tiene un área aproximada de 5.377 ha, distribuidas de la siguiente forma: 57% ubicado en el PNC y el 43% restante en su zona de amortiguamiento (Mapa 1). Altitudinalmente está entre los 3.240 m s.n.m y los 4.440 m s.n.m; tiene una precipitación media anual de 896,35 mm m⁻², con dos picos, uno de febrero hasta abril y el otro de noviembre a diciembre, la temperatura promedio es de 11,9°C (UDA-IERSE 2004).

La laguna Luspa, localizada en la zona alta de la microcuenca, es un lago tropical de montaña caracterizado por un ambiente frío, radiación solar constante durante todo el año, pero con una gran variación diurna en la temperatura (Carrasco y Barros 2000). Sus afluentes son las lagunas Trensillas, Canutillos y Toglacocho. El río Migüir nace del efluente de la laguna Luspa, tiene una extensión aproximada de 6.700 m de longitud, pertenece a la cuenca del Pacífico y en su recorrido atraviesa la comunidad de Migüir (Mapa 1).

Según los mapas del MAG, PRONAREG Y ORSTOM (1983) los suelos de la microcuenca son derivados de materiales piroclásticos alofánicos con densidad aparente baja y un contenido alto de materia orgánica.

En la microcuenca existen las siguientes formaciones vegetales: bosque de *Polylepis*, matorral, páramo herbáceo, páramo de almohadillas y herbazal lacustre.

La comunidad de Migüir, ubicada en la microcuenca, tiene tres áreas de influencia. El sector Pampeadas y Quitahuaico utilizado únicamente para el pastoreo, la zona ubicada a los márgenes del río Migüir destinada a los asentamientos humanos, cultivos agrícolas y pastizales, y el área ubicada en el interior del PNC utilizada para el pastoreo de ganado. Existen dos grupos poblacionales. El primero constituido por residentes en la comunidad, desarrolla sus actividades en el páramo. El segundo grupo está conformado por propietarios residentes fuera de la comunidad y su actividad fundamental está ligada al mercado de trabajo urbano (CEMAPRIMES 2002).

1.4 Recurso agua

Dentro del elemento agua se evaluó el estado trófico de la laguna Luspa, y el estado fisicoquímico y biológico del río Migüir.

1.2.1 Laguna Luspa

Se escogió la laguna Luspa por ser la más grande de la cuenca y el afluente del río Migüir. La selección de los parámetros fisicoquímicos se realizó según: las investigaciones realizadas en la laguna Surocucho (Carrasco y Barros 2001), Toreadora (Carrasco y Barros 2000) y Taitachugo (Barros y Carrasco 2002) y los parámetros usados comúnmente para evaluar la eutrofización de lagos (Rast et al 1989). Según estos criterios se seleccionaron los siguientes: clorofila a, DBO₅, fósforo, nitratos, nitrógeno total, sólidos totales, turbiedad, coliformes termo-tolerantes, temperatura y oxígeno disuelto.

Se estableció una estación de muestreo en el centro de la laguna, se realizaron dos campañas de muestreo, en la temporada seca (octubre) y en la lluviosa (mayo). Se tomó dos muestras, una integrada de la zona fótica utilizando una manguera de plástico, y otra a un metro del fondo de la laguna. Las muestras fueron etiquetadas y transportadas para su posterior análisis.

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio, de la Dirección de Gestión Ambiental de ETAPA, siguiendo métodos estandarizados (Anexo 1). El oxígeno disuelto, pH y temperatura se registró en el campo.

Para determinar el estado trófico de la laguna se utilizó el índice desarrollado por la OECD (Organisation for economic co-operation and development) (1982); el cual posibilita identificar la calidad del agua para diferentes usos (Rast et al 1989).

1.2.2 Río Migüir

Se establecieron cinco estaciones de muestreo según su ubicación con respecto a la laguna, y al tipo de uso del suelo (10 m después del uso). La ubicación fue la siguiente: estación 1 (E1) y 2 (E2) en el afluente y efluente de la laguna Luspa respectivamente; estación 3 (E3), 4 (E4) y 5 (E5) en la zona ganadera, zona piscícola y en la comunidad de Migüir respectivamente (Anexo 2) (Mapa 2).

Se seleccionaron los parámetros utilizados en el índice WQI (Water Quality Index) (Canter 1998): oxígeno disuelto, nitratos, nitrógeno total, fósforo, coliformes totales y termotolerantes, turbiedad, DBO5, conductividad, sólidos totales, pH y temperatura. El protocolo utilizado para la toma de muestras se basó en el de Pauta (1998) y las recomendaciones del laboratorio de la Dirección de Gestión Ambiental de ETAPA.

Para el análisis de la calidad biológica se utilizaron los macroinvertebrados bentónicos como indicadores. Se empleó la metodología de la red de patada (Plafkin et al 1989 en Cisneros y Espinoza 2001). El área en la cual se realizó el muestreo fue de 1 m², con dos sub-muestras en cada estación. Se colectó las muestras en frascos estériles con alcohol al 95% (Ballesteros et al 1997 en Vimos 2004) y se etiquetaron posteriormente. Se empleó el Protocolo II de Bioevaluación Rápida para ríos y arroyos (Plafkin et al 1989 en Cisneros y Espinoza 2001) incluyendo los siguientes índices: riqueza de taxones, índice biótico de familias, proporción de EPT/*Chironomidae*, proporción de familia dominante, índice EPT y el índice de pérdida de la comunidad. Adicionalmente se evaluó la calidad de hábitat, considerando parámetros tales como: alteraciones del cauce, sustrato del cauce,

estabilidad del banco, partículas que rodean al sustrato, tipo de cubierta y caudal (Barbour et al 1999).

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de la Dirección de Gestión Ambiental de ETAPA, siguiendo métodos estandarizados (Anexo 1). El oxígeno disuelto, pH y temperatura se registraron en el campo. Los macroinvertebrados bentónicos fueron identificados en el laboratorio de la Universidad del Azuay. Las claves taxonómicas que se utilizaron fueron las de Roldán (1998) (2003), Carrera y Fierro (2001), Chinnery (1988) y las de Mc Cafferty (1981).

El análisis estadístico se realizó con el programa SCAN (Software for Chemometric Análisis). Las estaciones seca y lluviosa se agruparon en una matriz (Anexo 3). Se utilizó un cluster y un análisis de componentes principales para la exploración de los datos. Para clasificar los grupos se empleó el método no paramétrico de los vecinos más cercanos (K-Nearest Neighbors).

1.3 Recurso suelo

La selección de los parámetros se realizó según las variables analíticas más importantes (Primo y Carrasco 1973), y la guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo elaborada por la USDA (United States Department of Agricultura) (1998). Se seleccionaron los siguientes parámetros: materia orgánica, fósforo disponible, nitrógeno amoniacal, nitratos, cationes intercambiables, conductividad, pH, profundidad del suelo, pendiente, densidad aparente, color y textura. Adicionalmente se registró el uso de suelo y altura.

Se delimitó 16 estaciones de muestreo en zonas de características homogéneas, según los criterios de paisaje (pajonal, pastizal, cultivo y chaparro) y altura (zona alta, zona media y zona baja) (Mapa 2) (Anexo 4).

En 1 ha se combinaron cinco submuestras distribuidas al azar. En cada sitio se retiraron las plantas y hojarasca en área de 40 cm², las muestras se colectaron a una profundidad entre 0 cm y 20 cm, posteriormente se colocaron en una bolsa de plástico etiquetada, obteniendo aproximadamente 1 kg de suelo por unidad (Primo y

Carrasco 1973). Para el cálculo de la densidad se tomó en cada parcela cinco muestras de suelo, a 5 cm de profundidad, con envases metálicos de volumen conocido (USDA 1998).

Las muestras se secaron al ambiente en un cuarto ventilado, por un tiempo aproximado de 2 semanas; después se separaron las piedras, se rompieron los agregados y se pasó la muestra por un tamiz de 2 mm de diámetro (Primo y Carrasco, 1973). Los análisis se realizaron en el Laboratorio Ambiental de la Universidad del Azuay.

Para la determinación del fósforo se utilizó el método Watanabe y Olsen (Primo y Carrasco 1973). Para la lectura se usó el Espectrofotómetro de Módulos Analíticos de Flujo Continuo (Perkin-Elmer Lambda 2 UV/VIS).

La materia orgánica se determinó en base seca, por el método de ignición a 550°C durante 3 horas.

Los cationes intercambiables (K, Ca, Na, Mg, Mn y Al) fueron extraídos con BaCl_2 0.1 M (Hendershot et al 1993) y se determinaron con el espectrofotómetro de Absorción Atómica (Perkin-Elmer 3110). En el caso específico del aluminio se utilizó el método calorimétrico en el espectrofotómetro de UV visible (Perkin-Elmer Lambda 2 UV/VIS). La capacidad efectiva de intercambio catiónico se calculó con la suma de los cationes intercambiables (K, Ca, Na, Mg, Mn y Al), y los cationes básicos de cambio por la suma de los iones Ca, Mg, K y Na (Duchaufour 1987).

El pH se determinó con un electrodo de vidrio en una relación suelo agua destilada 1:2,5 (Primo y Carrasco 1973).

El nitrógeno amoniacal se determinó con el método Kjeldahl y la lectura se realizó en el Espectrofotómetro de Módulos Analíticos de Flujo Continuo (Perkin-Elmer Lambda 2 UV/VIS). Para los nitratos se utilizó el Espectrofotómetro de UV visible (Perkin-Elmer Lambda 2 UV/VIS).

Para determinar la densidad aparente, se registró los pesos húmedos de las muestras y luego se colocaron en la estufa a 70 °C por aproximadamente cinco días, luego se registró los pesos de las muestras secas. El cálculo se realizó dividiendo el peso seco por el volumen del suelo muestreado (Fitz 1984).

Para el análisis de la información se utilizó diferentes índices o métodos que se agrupan en: calidad del suelo, capacidad de uso de suelo, variabilidad espacial de la información y un análisis estadístico de los parámetros. El objetivo de este análisis es identificar los factores que limitan la productividad agrícola en la zona de Migüir, validar el sistema de capacidad de uso de suelo, delinear los parámetros que deberían considerarse para un sistema de evaluación de tierras, conocer la variabilidad espacial de los parámetros y realizar una aproximación a las interacciones de los diferentes parámetros.

La geoestadística, como una herramienta, permitió usar los puntos exploratorios del área de estudio para crear predicciones precisas de otros lugares no medidos posibilitando realizar un análisis del suelo. El análisis consta de dos fases, el modelamiento del semivariograma (analizar las propiedades de la superficie) y el kriging (cuantifica la estructura espacial de los datos y produce una superficie) (ESRI 2001).

Al obtener una matriz de datos multidimensional se realizó un análisis exploratorio, utilizando el análisis de componentes principales y un cluster. Para clasificar los grupos se empleó el método no paramétrico de los vecinos más cercanos (k -NN), el que se basa en el concepto de analogía (Ramis y García 2001). El programa estadístico utilizado fue SCAN.

1.4 Recurso vegetación

Para determinar el estado de la vegetación se analizó: el efecto borde, la composición florística y la biomasa. Se seleccionaron los parches de *Polylepis* porque son ecosistemas influenciados por la intervención antrópica y por su tamaño e importancia dentro de la microcuenca.

Para determinar la composición florística y el efecto borde se seleccionaron dos parches de *Polylepis* de acuerdo a su tamaño, ubicación y matriz semi-natural. En cada parche se ubicó un bloque experimental. El primer bloque se localizó cerca de la laguna Luspa, dentro del PNC, en las coordenadas UTM 7694304 E 9690384 N. El segundo bloque se ubicó en la comunidad de Migüir, en las coordenadas UTM. 7691049 E 9690757 N (Mapa 2).

Los bloques se ubicaron al azar y sus dimensiones fueron: 20 m de ancho, considerando el borde como línea de partida, por 30 m de largo hacia el interior del bosque. Cada uno de los bloques constó de tres parcelas: A, B, C, de 20 m por 5 m, ubicadas de 0 m a 5 m, de 10 m a 15 m, y de 25 m a 30 m, respectivamente. En cada parcela se tomó riqueza y abundancia (árboles con un DAP mayores a 5 cm, y arbustos mayores a 50 cm de altura). Adicionalmente, se trazó dos transectos de 1 m de ancho por 20 m de largo, en cada parcela, en los cuales se midió la regeneración contando todas las plántulas \leq a 30 cm de altura (Minga 1998). Las muestras colectadas fueron secadas y luego identificadas en el Herbario Azuay.

Para determinar el volumen aproximado del fuste o la biomasa arbórea, se sumó la biomasa de los árboles y arbustos, y posteriormente se sumó el total en cada bosque.

1.5 Participación

El enfoque participativo trató de ser transversal durante todo el proceso, comenzó definiendo la participación como el involucramiento de la comunidad en los procesos de: definición del alcance de la investigación, diagnóstico de las condiciones de los recursos suelo, agua y vegetación, identificación de problemas ambientales y posibles soluciones.

Para alcanzar el objetivo se realizó un acercamiento a un proceso conjunto de aprendizaje, en este contexto se utilizaron varios de los enfoques propuestos en el acompañamiento de procesos (Müller-Glodde 1996).

El ingreso a la comunidad se realizó en compañía de personal del PNC. En este primer encuentro la comunidad conoció a los investigadores y la institución a la que

pertenecen (Universidad del Azuay). Se mencionó brevemente los objetivos tentativos de la investigación y las fechas de las futuras visitas del grupo de investigación.

En los primeros talleres se homogeneizaron los objetivos de los investigadores y la comunidad con respecto a la investigación. Posteriormente se establecieron compromisos verbales, que permitieron la realización de los muestreos.

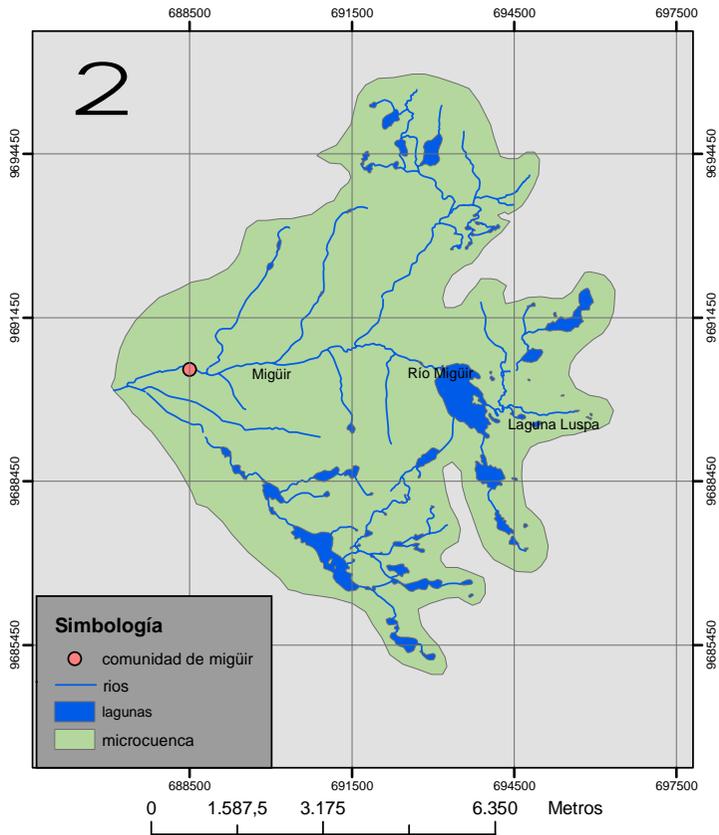
Se realizaron cuatro talleres para definir el alcance de la investigación, difundir la metodología empleada y los resultados obtenidos. La convocatoria se realizó en las reuniones trimestrales de la comunidad, se llevaron a cabo en la casa comunal, tuvieron una duración aproximada de tres horas y una asistencia promedio de 15 personas. También se utilizó pequeños espacios en las reuniones trimestrales para difundir los avances.

El mapeo participativo se utilizó para analizar los resultados del diagnóstico desde la perspectiva de la comunidad, lograr una mejor representación comunitaria en el proceso, conocer el nombre de cada lugar, y sobre todo vincular las percepciones de la comunidad con los resultados obtenidos en los análisis de los recursos (Segarra 2002). El mapa cruce se usó para vincular la información levantada en la investigación y la percepción de los pobladores de la comunidad.

Mapa 1.

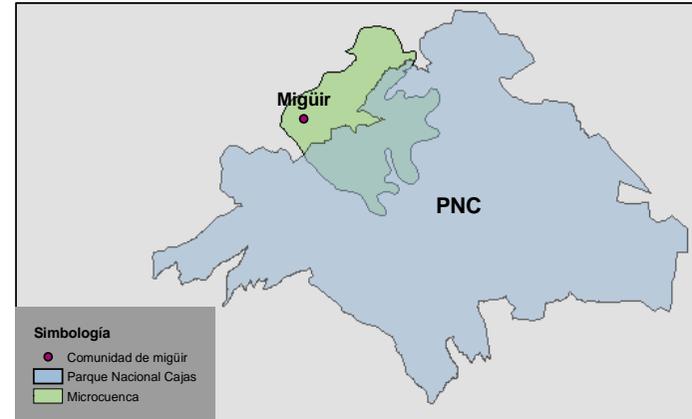
Ubicación de la microcuenca del río Migüir

Microcuenca del río Migüir

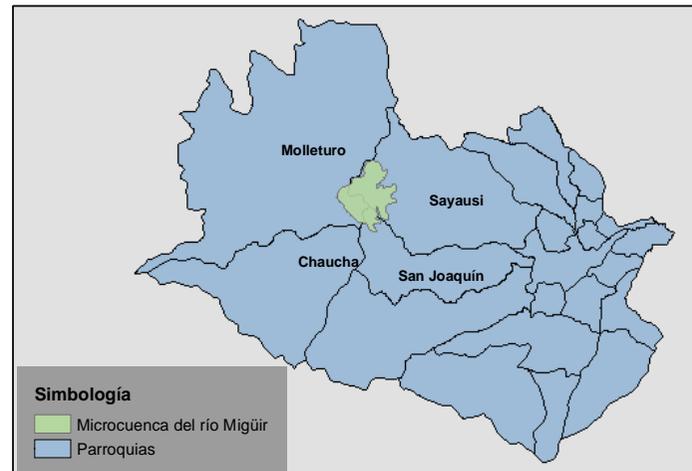


Elaborado por: Fernando Alvarez
Saul Duchitanga
2004
Fuente: IERSE- UDA
2004

Ubicación en el PNC



Ubicación en el cantón Cuenca

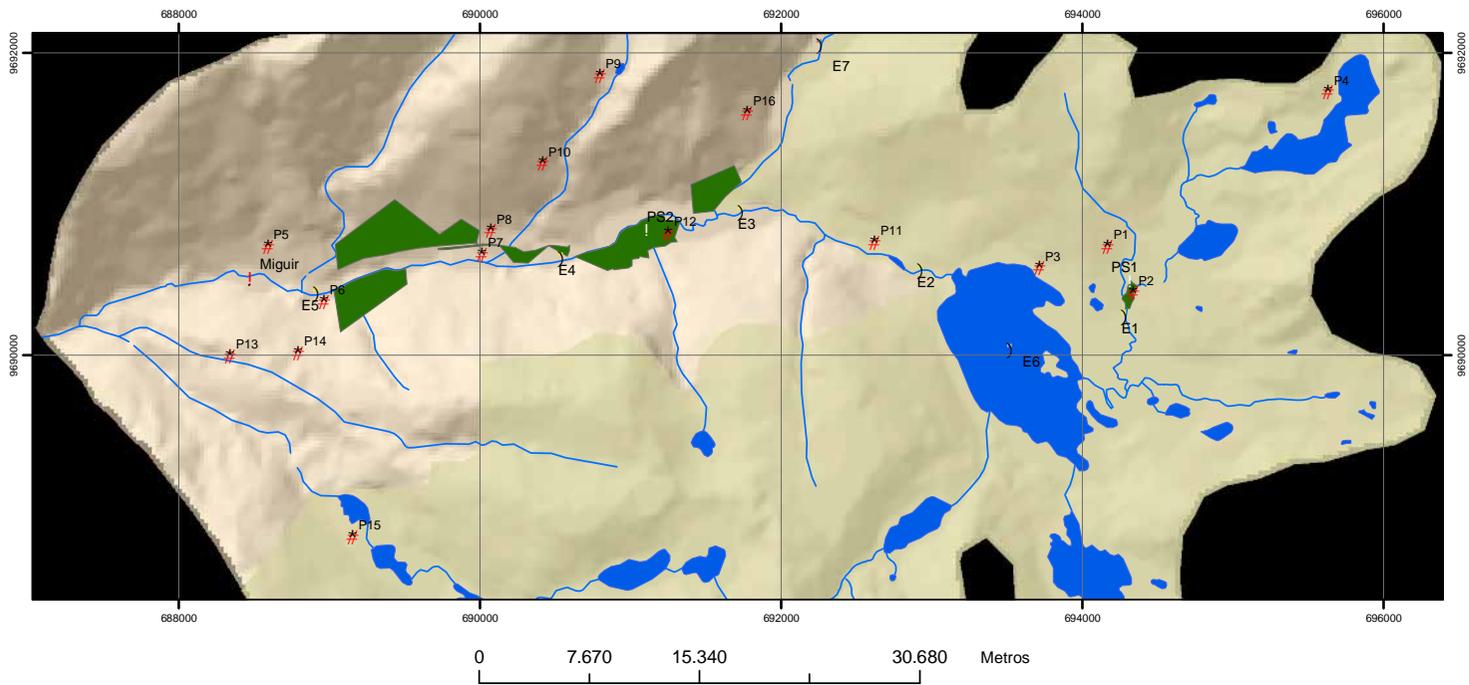
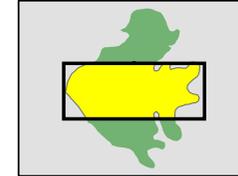


Mapa 2

2

Ubicación de las estaciones de muestreo

Ubicación de la zona de estudio



Simbología

- | | | | | | |
|--------------------|---------|------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| PNC | Ríos | Miguir | Estaciones de muestreo (Suelo) | Estaciones de muestreo (Agua) | Estación laguna |
| Terrenos comunales | Lagunas | Vegetación | Estaciones de muestreo (Suelo) | Estaciones de muestreo (Agua) | Estación zona de captación |
| | | | | Parcelas de muestreo (Vegetación) | |

Elaborado por : Fernando Alvarez
Saul Duchitanga
2007
Fuente: IERSE-UDA
2004

CAPÍTULO II

RESULTADOS

2.1 Elemento agua

La microcuenca del río Miguir tiene una longitud de máximo recorrido de 11.052 m. El relieve es accidentado, la mayor parte del territorio (69% de la microcuenca) se encuentra sobre pendientes mayores a 25% con una pendiente promedio de 40% (Mapa 3).

2.1.1 Laguna Luspa

La laguna Luspa está ubicada a 3.800 m s.n.m, tiene un área de 76,8 ha con un perímetro de 5.161 m, y una anchura máxima de 794 m (Mapa 3). El caudal promedio (temporada seca y lluviosa) de ingreso es de $0,09 \text{ m s}^{-1}$ y, de salida, $0,29 \text{ m s}^{-1}$. Existe una variación estacional, registrándose un aumento del caudal, de $0,20 \text{ m s}^{-1}$ en la temporada lluviosa.

En el muestreo realizado en el mes de octubre, la columna de agua presentó diferencias de 3°C entre la superficie y el fondo. En el mes de mayo la diferencia de temperatura fue de 1°C .

En el mes de mayo la conductividad es similar en la zona fótica y afótica, mientras que en el mes de octubre es levemente mayor en la zona fótica. La curva de oxígeno disuelto, registrada en el mes de mayo, presentó un descenso gradual hasta los 26 m, luego de los cuales se observó una disminución drástica (Fig1).

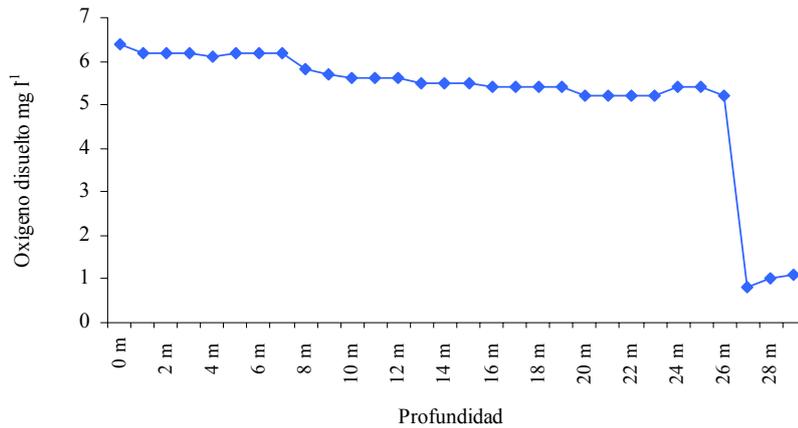


Figura 1. Perfil de oxígeno disuelto

La transparencia medida en la columna de agua, en la temporada seca, fue de 9 m; mientras que en la temporada lluviosa se registró los 12 m con un aumento de 3 m.

2.1.1.1 Estado trófico

Los valores de clorofila, nitrógeno total, fósforo y transparencia están por debajo del límite establecido por la OECD (1982). Según este índice la laguna Luspa es oligotrófica (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación del estado trófico según la OECD

Estado Trófico de la laguna Luspa							
Parámetros	Índice trófico OECD			Laguna Luspa			Estado trófico
	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Temporada seca	Temporada lluviosa	promedio	
Clorofila a ug l ⁻¹	1,7	4,7	14,3	1,23	1,23	1,23	Oligotrófico
Fósforo total ug l ⁻¹	8	26,7	84,4	6,5	4,7	5,6	Oligotrófico
NKT ug l ⁻¹	661	753	1857	290	330	310	Oligotrófico
Disco Secchi /transparencia (m)	9,9	4,2	2,45	9	11	10	Oligotrófico

2.1.2 Río Migüir

El río Migüir presentó un perfil vertical irregular con una diferencia de 330 m de altura entre la E1 y E5 (Mapa 3). La temperatura del agua, en el día, varió en las dos épocas de muestreo; en la temporada lluviosa se registró una media de 9,7 °C, mientras que en la temporada seca fue de 10,7 °C.

El caudal del río Migüir se incrementó a medida que descende la altura (Fig. 2) (Mapa 3). Comparando el caudal promedio de las dos temporadas se observó un incremento de 0.13 m s⁻¹ en la temporada lluviosa.

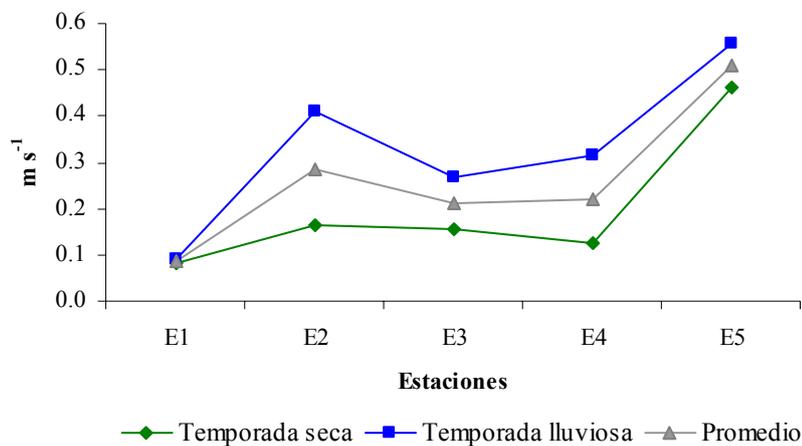


Figura 2. Comparación temporal del caudal del río Migüir

2.1.2.1 Análisis fisicoquímicos

Según el índice WQI la calidad del agua de todas las estaciones de muestreo se ubicó entre el 91% y el 100%, clasificándose como aguas de excelente calidad, sin embargo se pueden observar algunas variaciones entre las estaciones. En la temporada seca la calidad de agua de la E2 es superior a la E1. Posteriormente se observó un descenso en la E3, a partir de ésta se observó una recuperación progresiva de la calidad. En la temporada lluviosa la calidad del agua permanece constante en la E1, E2 y E3, con un descenso en la E4 y E5 (Fig. 3). Al comparar la temporada seca y lluviosa se evidenció que el agua tiene mejor calidad en la temporada lluviosa (Fig. 3).

Para entender qué parámetros químicos influyeron en el índice WQI, se analizó el comportamiento de cada uno.

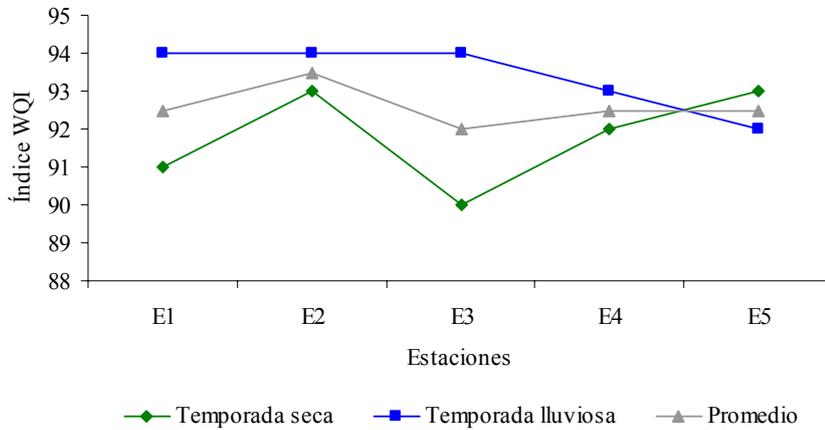


Figura 3. Comparación temporal del índice WQI

En la temporada seca los parámetros más influyentes fueron la DBO5 y el oxígeno disuelto. La E2 presentó mejor calidad que la E1 (Fig. 3), debido a que la DBO disminuye y el oxígeno disuelto aumenta (Fig. 4). En la E3 se observó una tendencia similar, pero únicamente por la disminución del oxígeno. Las E4 y E5 presentaron un mejoramiento progresivo en su calidad, debido a que la concentración de oxígeno disuelto aumenta en la E4, y la DBO disminuye en la E5 (Fig. 4).

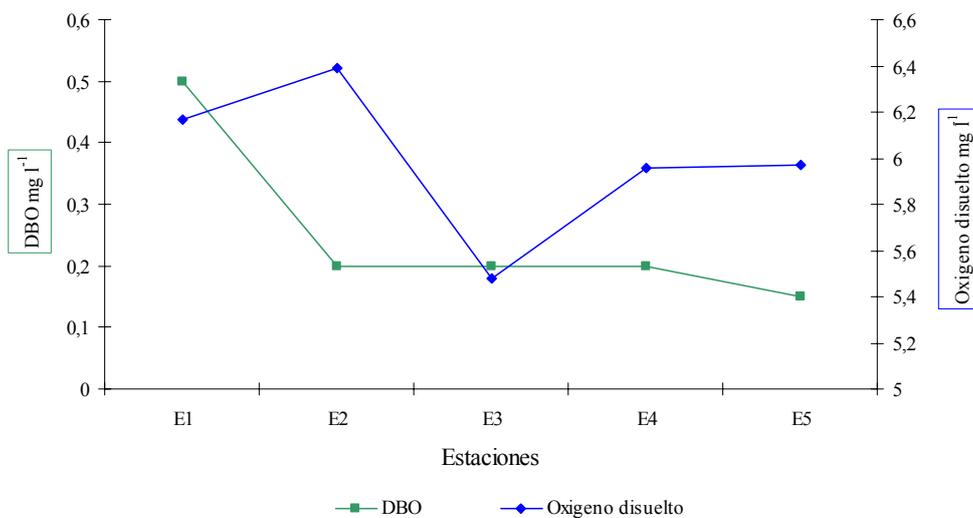


Figura 4. Parámetros relevantes de la temporada seca

En la temporada lluviosa los parámetros más importantes fueron la turbiedad y el oxígeno disuelto (Fig. 5). Las E2 y E3 presentaron más oxígeno disuelto que la E1, pero no influye ya que la calidad del agua permanece constante en las tres estaciones (Fig. 3). La E4 tuvo una calidad inferior porque el oxígeno disuelto disminuyó y la turbiedad se incrementó (Fig. 5). En la E5 el oxígeno disuelto continuó disminuyendo y consecuentemente la calidad del agua, sin embargo la turbiedad se mantuvo constante.

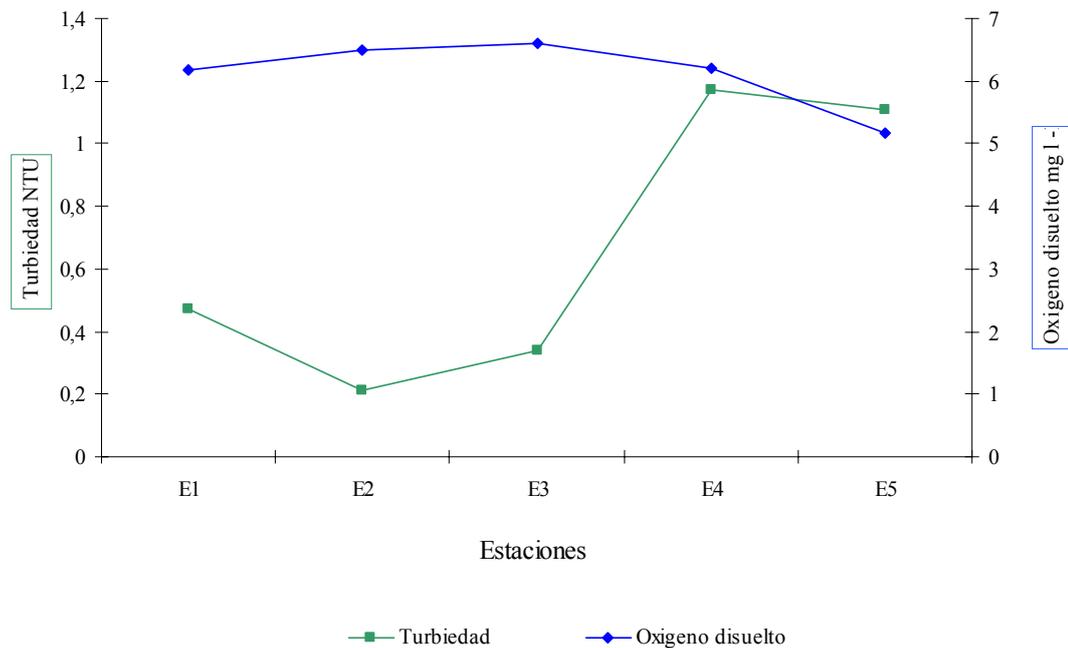


Figura 5. Parámetros relevantes en la temporada lluviosa

2.1.2.2 Análisis Biológico

En la temporada seca se identificó un total de 1.261 individuos de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en 20 familias y en 11 órdenes. En las E1, E3 y E5 se registró un mayor número de familias y en las E2 y E4 se registraron únicamente ocho familias en cada una (Fig. 6). Las familias más abundantes en orden de importancia fueron: *Chironomidae*, *Tubificidae*, *Gammaridae*, *Elmidae* y *Leptophlebiidae*. En la estación tres se registró el mayor número de *Chironomidos* (Anexo 5).

En la temporada lluviosa se identificó un total de 894 individuos, distribuidos en 16 familias y en 10 órdenes. En las E1, E2 y E3 se observó un aumento progresivo del número de taxones, mientras que en la E4 y E5 existió un descenso (Fig. 6). Las familias con mayor abundancia fueron: *Chironomidae*, *Tubificidae* *Simulidae* y *Gammaridae*. En la E1 se registró un mayor número de *Simulidae*, en la E1 y E2 *Gammaridae* y *Tubificidae* en la E3 (Anexo 5).

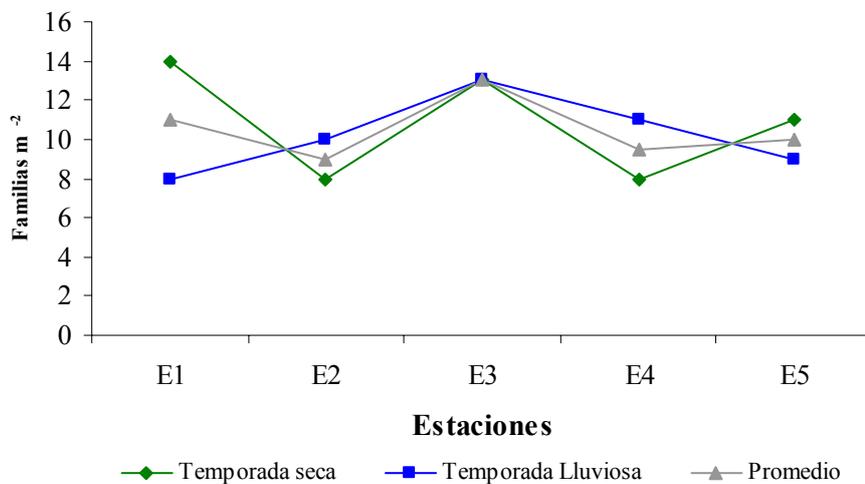


Figura 6. Riqueza de taxones de macroinvertebrados bentónicos en el río Migüir

a) Índice EPT

En la temporada seca la E1 (estación blanco) y E3 presentaron un mayor número de EPT, mientras que la E2, E4 y E5 presentaron un descenso (Fig. 7). En la temporada lluviosa todas las estaciones superan a la E1 a excepción de la E2.

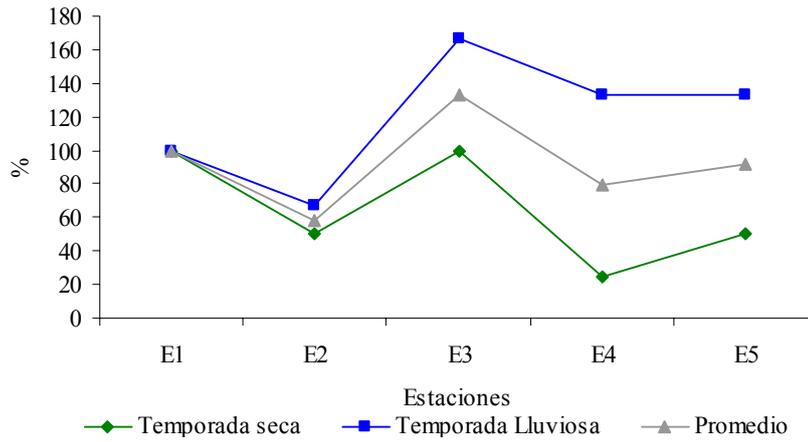


Figura 7. Índice EPT (*Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera*)

b) Protocolo II de bioevaluación Rápida

Los resultados promedio clasificaron a la E1 (afluente) como no impactada; la E2 (efluente) como moderadamente impactada, la E3 (Pastizal) como no impactada, y la E4 (piscícola) y E5 (comunidad) como suavemente impactada (Anexo 6).

En la temporada seca la E2, E4 y E5 presentaron los menores porcentajes de similitud con respecto a la E1 (Fig. 8). Con respecto a la temporada lluviosa los resultados son similares, sin embargo disminuyó en la E5. La calidad de hábitat muestra una tendencia decreciente mientras se desciende a la comunidad (Fig. 8) (Mapa 5).

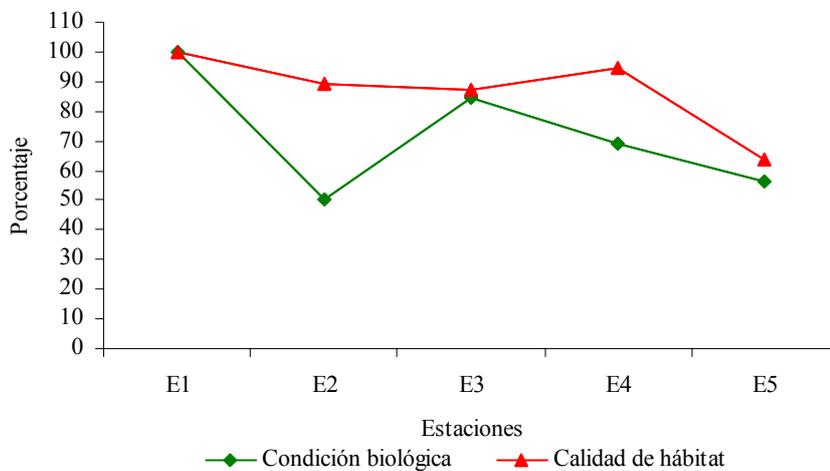


Figura 8. Índice de Bioevaluación (Protocolo II de Bioevaluación Rápida)

c) Coliformes

Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador la cantidad máxima de coliformes que está permitido para el agua de consumo humano es de 50 NMP 100 ml⁻¹. La concentración de coliformes en todas las estaciones estuvo por debajo de la norma; no obstante se observó un incremento progresivo a medida que disminuye la altura (Anexo 7).

2.1.2.3 Análisis de datos

El análisis en componentes principales (PCA) determinó las siguientes correlaciones: existe un grupo conformado por el EPT, la condición biológica, la riqueza de taxones y la DBO5, que se correlacionan positivamente, y a su vez negativamente con la temperatura; la altura se correlaciona negativamente con los coliformes fecales; y existe correlación negativa entre la calidad de hábitat y la conductividad (Fig. 9).

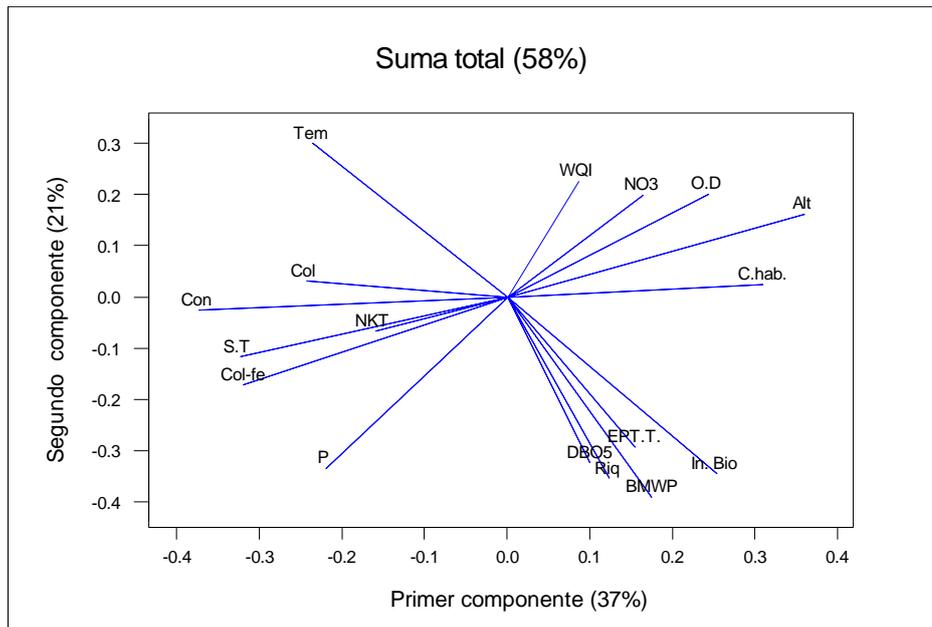


Figura 9. Análisis de Componentes Principales de los parámetros evaluados en el río Migüir. Abarca el 58% de la información y muestra las correlaciones existentes. NH4=nitratos; O.D=oxígeno disuelto; ALT=altura; CAL.HAB=calidad de hábitat; CON.BIO=condición biológica; RIQUE=riqueza de taxones biológicos; DBO5=demanda bioquímica de oxígeno; P=fósforo; COL.FEC=coliformes; SOL.TOT=sólidos totales; NKT=nitrógeno total; COND=conductividad COL.TOT=coliformes totales; TEM=temperatura.

El Cluster identificó dos posibles grupos de acuerdo a su similitud. El primero estuvo conformado por la E4, E5 y E10, y el segundo por las estaciones restantes (Tabla 2). El método *k*-NN clasificó los grupos identificados en la exploración.

Tabla 2. Grupos clasificados con el método K-NN

Grupos clasificados con el método K-NN					
Descripción	Código	Grupos identificados	Descripción	Código	Grupos identificados
Afluente temporada seca	E1	2	Afluente temporada lluviosa	E6	2
Efluente temporada seca	E2	2	Efluente temporada lluviosa	E7	2
Pastizal temporada seca	E3	2	Pastizal temporada lluviosa	E8	2
Piscícola temporada seca	E4	1	Piscícola temporada lluviosa	E9	2
Comunidad temporada seca	E5	1	Comunidad temporada lluviosa	E10	1

2.2 Elemento suelo

2.2.1 Calidad del suelo

Los parámetros que no presentaron valores bajos, en relación al mantenimiento de la productividad, fueron: la materia orgánica, densidad aparente, nitrógeno, salinidad, calcio, potasio y la suma de bases (Anexo 8). Sin embargo existieron elementos que presentaron valores que afectan la productividad del suelo. La pendiente es alta en la mayoría de las estaciones clasificándose entre moderadamente empinado y fuertemente empinado. Los suelos no son profundos clasificándose entre moderadamente profundos y superficiales. El pH varía entre ultra ácido y extremadamente ácido (Tabla 3).

Tabla 3. Interpretación de los análisis de suelos.

Resultados de pendiente, profundidad y pH						
Unidad de paisaje	Pen. %	Interpretación *	Pro. cm	Interpretación **	pH	Interpretación ***
P 1	25	M. empinado	48	Superficial	4,2	Extremadamente ácido
P 2	36	Empinado	74	Mod. profundo	3,8	Extremadamente ácido
P 3	21	M. inclinado	45	Superficial	4,0	Extremadamente ácido
P 4	51	Muy empinado	64	Mod. profundo	3,1	Ultra ácido
P 5	48	Empinado	46	Superficial	3,9	Extremadamente ácido
P 6	57	Muy empinado	58	Mod. profundo	4,3	Extremadamente ácido
P 7	21	M. empinado	58	Mod. profundo	3,5	Extremadamente ácido
P 8	55	Empinado	55	Mod. profundo	3,1	Ultra ácido
P 9	48	Empinado	50	Mod. profundo	3,1	Ultra ácido
P 10	57	Muy Empinado	56	Mod. profundo	3,5	Extremadamente ácido
P 11	29	Empinado	30	Superficial	4,5	Muy fuertemente ácido
P 12	10	F. inclinado	75	Mod. profundo	4,6	Muy fuertemente ácido
P 13	44	Empinado	45	Superficial	4,1	Extremadamente ácido
P 14	61	Muy Empinado	58	Mod. profundo	3,7	Extremadamente ácido
P 15	38	Empinado	47	Superficial	2,4	Ultra ácido
P 16	48	Empinado	50	Mod. profundo	3,2	Ultra ácido

Fuente: *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo (USDA 1998); ** Introducción a la ciencia del suelo (Jaramillo 2002); *** National Soil Survey Handbook (USDA 1993).

Con respecto al fósforo se encontró valores bajos en las siguientes estaciones: pajonal semi-intervenido (P 4), cultivo de la zona baja (P5), cultivo de la zona media (P8), pajonal zona media (P10), pastizal zona alta (P11) y pajonal de terrenos comunales (P15) (Tabla 4). Los valores de aluminio son altos en todas las estaciones llegando a clasificarse como tóxica. En el caso del magnesio los valores bajos se encuentran en las estaciones del bosque de *Polylepis* (P 2), pajonal semi-intervenido (P4), cultivo de la zona media (P8), pajonal zona alta (P9), pajonal zona media (P10) y pajonal de terrenos comunales (P15). En lo concerniente al sodio la mayor parte de las estaciones tienen valores bajos, teniendo valores altos únicamente las estaciones pajonal intervenido (P1), pastizal intervenido (P3), pastizal zona media (P7) y pastizal zona alta (P11).

Tabla 4. Parámetros más relevantes identificados en la calidad del suelo.

Resultados de fósforo, aluminio, magnesio y sodio								
Unidad de paisaje	P ppm	Interpretación *	Al meq 100 ml ⁻¹	Interpretación **	Mg meq 100 ml ⁻¹	Interpretación *	Na meq 100 ml ⁻¹	Interpretación *
P 1	12,7	Medio	1,2	Alto	0,3	Bajo	2,2	Alto
P 2	11,0	Medio	1,0	Medio	0,4	Bajo	0,8	Bajo
P 3	16,5	Medio	1,5	Alto	0,6	Medio	2,6	Alto
P 4	3,3	Bajo	1,3	Alto	0,3	Bajo	1	Bajo
P 5	8,2	Bajo	1,1	Alto	0,5	Medio	0,4	Bajo
P 6	27,2	Alto	1,0	Alto	0,8	Medio	0,4	Bajo
P 7	21,3	Alto	1,3	Alto	0,5	Medio	3,6	Alto
P 8	6,7	Bajo	1,3	Alto	0,3	Bajo	0	Bajo
P 9	14,1	Medio	1,4	Alto	0,4	Bajo	0,1	Bajo
P 10	6,2	Bajo	1,3	Alto	0,5	Bajo	0,1	Bajo
P 11	6,7	Bajo	1,1	Alto	0,8	Medio	1,6	Alto
P 12	21,1	Alto	1,3	Alto	2	Alto	0,6	Bajo
P 13	21,2	Alto	1,2	Alto	2	Alto	0,3	Bajo
P 14	25,4	Alto	1,3	Alto	1,4	Medio	0,3	Bajo
P 15	8,2	Bajo	1,2	Alto	0,5	Bajo	0,2	Bajo
P 16	11,0	Medio	1,3	Alto	0,8	Medio	0,5	Bajo

Fuente: * INIAP; ** Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo (USDA 1998).

2.2.2 Capacidad de uso del suelo

Según el sistema propuesto por la USDA (1983) los 16 sitios evaluados se clasificaron como suelos con limitaciones severas que los hacen no aptos para el cultivo. En la mayor parte de los sitios el factor que limitó su uso fue la pendiente (VI_s), seguida por limitaciones climáticas (bajas temperaturas) (VI_c). Otro de los factores que influyó fue el pH, que constituye una severa limitación que reduce la elección de cultivos, y requieren un manejo muy cuidadoso. Como indicador de fertilidad se utilizó la capacidad de intercambio catiónico. Según este parámetro los suelos fueron clasificados en la clase I y II con limitaciones moderadas. Únicamente se clasificaron dentro la clase III a las unidades de paisaje ubicadas en el pajonal semi-intervenido (P4), pajonal de terrenos comunales (P15) y el pastizal quemado (P16) (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación de la capacidad de uso de suelo

Capacidad de uso de suelo					
Unidad de Paisaje	cod.	Clase	Unidad de Paisaje	cod.	Clase
Pajonal intervenido	P1	VIc	Pajonal zona alta	P9	VIc
Bosque de <i>Polylepis</i> zona alta	P2	VIc	Pajonal zona media	P10	VIc
Pastizal intervenido	P3	VIc	Pastizal zona alta	P11	VIc
Pajonal semi-intervenido	P4	VIc	Bosque de <i>Polylepis</i> zona media	P12	VIc
Cultivo zona baja	P5	VIc	Chaparro	P13	VIc
Pastizal zona baja	P6	VIc	Cultivo zona alta	P14	VIc
Pastizal zona media	P7	VIc	Pajonal terrenos comunales	P15	VIc
Cultivo zona media	P8	VIc	Pastizal quemado	P16	VIc

2.2.3 Variación espacial

El análisis geoestadístico mostró una aproximación a la distribución espacial de los principales elementos del suelo. Sin embargo los puntos de muestreo fueron limitados, especialmente en el extremo norte y sur, por lo que se definió una zona de confianza en la cual los resultados son más confiables (Mapa 6).

Se puede observar que existe una mayor cantidad de materia orgánica en la zona que se encuentra dentro del PNC, y un declive a medida que se desciende a las unidades de muestreo localizadas en la comunidad y especialmente en las zonas de cultivo (Mapa 6). Existe un cambio drástico en el porcentaje de materia orgánica, se tienen valores de 77% en las zonas altas y valores de 6% en las zonas más bajas.

También se observa un incremento de la densidad aparente en las zonas cercanas al territorio de la comunidad (Mapa 7). La suma de bases mostró un incremento en las zonas de menor altura. Con respecto al pH existió un aumento en las zonas bajas.

2.2.4 Análisis de datos

Los dos primeros componentes principales abarcaron el 55% de la información. Se observó las siguientes correlaciones: el pH, calcio y CIC están correlacionadas positivamente, al igual que el fósforo y el magnesio. Otro grupo que presentó una alta correlación positiva estuvo conformado por la altura, manganeso, resistencia al corte y aluminio. El nitrógeno amoniacal y la materia orgánica están correlacionados negativamente con la densidad aparente; igualmente la altura, manganeso, y aluminio están correlacionados negativamente con el fósforo y el magnesio (Fig. 10).

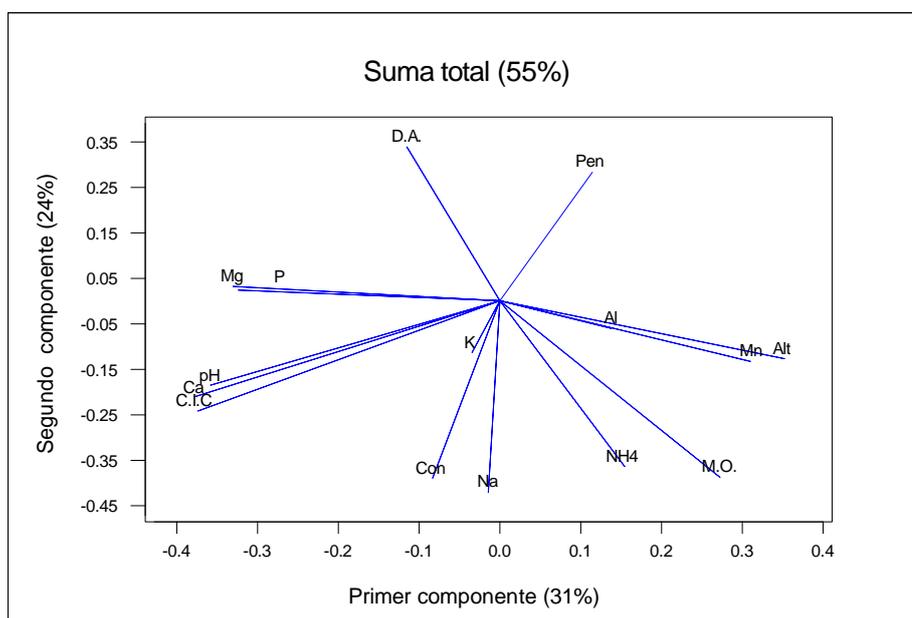


Figura 10. Análisis de Componentes Principales de los parámetros evaluados en las unidades de paisaje. Se observan las principales correlaciones. Pen=pendiente; Al=Aluminio; Alt=altura; Mn=Manganeso; M.O.=materia orgánica; NH4=nitrógeno amoniacal; Na=sodio; Con=conductividad; K=potasio; Con=conductividad; C.I.C.=capacidad de intercambio catiónico; Ca=calcio; Mg=Magnesio; P=fósforo; D.A=densidad aparente

El Cluster identificó dos posibles grupos basado en la similitud entre los objetos analizados. Para realizar la clasificación de los grupos se utilizó el método no paramétrico de los vecinos más cercanos (k -NN) (tabla 6).

Tabla 6. Grupos identificados en el análisis estadístico.

Grupos clasificados con el método K-NN					
Descripción	Código	Grupos identificados	Descripción	Código	Grupos identificados
Pajonal intervenido	P1	1	Pajonal alto	P9	2
Bosque de <i>Polylepis</i>	P2	1	Pajonal zona media	P10	2
Pastizal intervenido	P3	1	Pastizal alto	P11	1
Pajonal semi-intervenido	P4	2	Bosque de <i>Polylepis</i> bajo	P12	1
Cultivo baja	P5	1	Chaparro	P13	1
Pastizal bajo	P6	1	Cultivo zona alta	P14	1
Pastizal medio	P7	1	Pajonal terrenos comunales	P15	2
Cultivo medio	P8	2	Pastizal quemado	P16	2

Se realizó un análisis de correlación pareada en la que se determinó que existe una fuerte correlación positiva entre el calcio y la C.I.C. (0,996), igualmente entre sodio y conductividad (0,867).

2.3 Elemento vegetación

2.3.1 Abundancia

Sumando todas las parcelas de la laguna Luspa, se registró un total de 138 individuos, mientras que en el bosque de la comunidad de Migüir se registró un total de 73 individuos (Fig. 11).

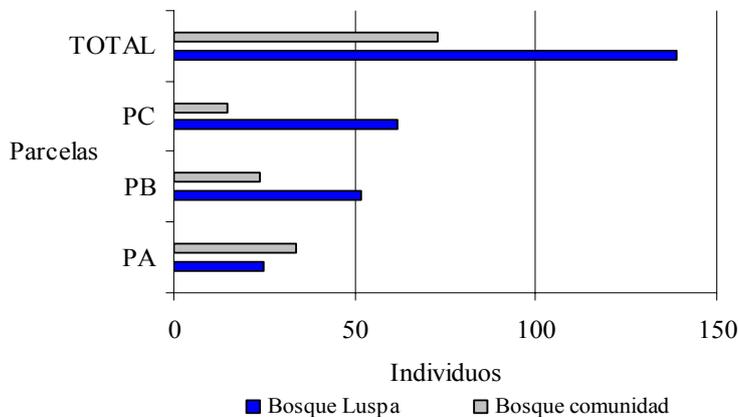


Figura 11. Abundancia de flora vegetal en los parches de *Polylepis*.

Del total de individuos del bosque de la Luspa, se encontró 20 árboles de *Polylepis*, el resto son arbustos. En el bosque de Migüir se registró 16 árboles.

2.3.2 Riqueza

Se registró nueve especies en el bosque de la Luspa y seis en el bosque de Migüir. En la parcela A, del bosque de la Luspa, (PA) se encontró seis especies y cinco especies en el bosque de Migüir; en la parcela B (PB) se encontró: cinco especies en el bosque de la Luspa y tres en el bosque de Migüir; y en la parcela C (PC) se encontró: cuatro especies en el bosque de la Luspa y tres especies en el bosque de Migüir (Tablas 7 y 8).

Tabla 7. Número de especies registradas en el bosque de la laguna Luspa

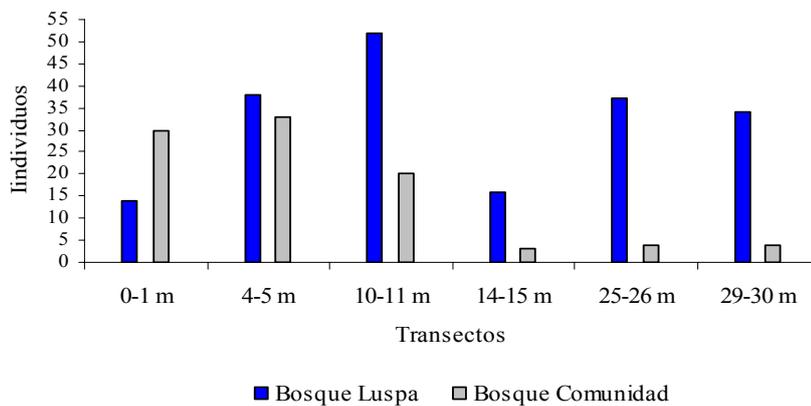
Bosque Luspa					
Familia	Especie	Parcela A	Parcela B	Parcela C	Total
Rosaceae	<i>Polylepis incana</i>	9	10	1	20
	<i>Ribes</i> sp.		3		3
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	3			3
Asteraceae	<i>Gynoxys</i> sp.	1	3	8	12
	sp.	1	4		5
	<i>Diplostephium</i> sp.	3			3
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	7			7
	<i>Valeriana hirtella</i>		32	40	72
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.			13	13
	Total individuos	24	52	62	138
	Total especies	6	5	4	15

Tabla 8. Número de especies registradas en el bosque de la comunidad de Migüir

Bosque Migüir					
Familia	Especie	Parcela A	Parcela B	Parcela C	Total
Rosaceae	<i>Polylepis incana</i>	4	4	8	16
Asteraceae	sp.	1	15	4	20
	<i>Diplostephium</i> sp.	4			4
Melastomataceae	<i>Brachyotum confertum</i>	22			22
Berberidaceae	<i>Berberis lutea</i>	3			3
Myrsinaceae	<i>Myrsine dependens</i>		5	3	8
	Total individuos	34	24	15	73
	Total especies	5	3	3	11

2.3.3 Regeneración

En el bosque de la Luspa existió mayor regeneración al interior. Por el contrario, en el bosque de la comunidad, la regeneración es casi nula desde los 14 m hacia adentro. La regeneración total en el bosque de la Luspa es de 192 individuos, mientras que, en el bosque de la comunidad de Migüir, es de 94 (Fig. 12).

Figura 12. Regeneración total en dos parches de *Polylepis*

La regeneración de *P. incana* presentó valores muy bajos en los dos bosques. En el bosque de la laguna Luspa se registró 14 individuos en el transecto de 0-1 m, y 20 individuos en el transecto de 29-30 m, mientras que en el bosque de Migüir solo se

encontró nueve individuos en el transecto de 0-1 m, y tres individuos en el transecto de 4-5 m (Fig. 13).

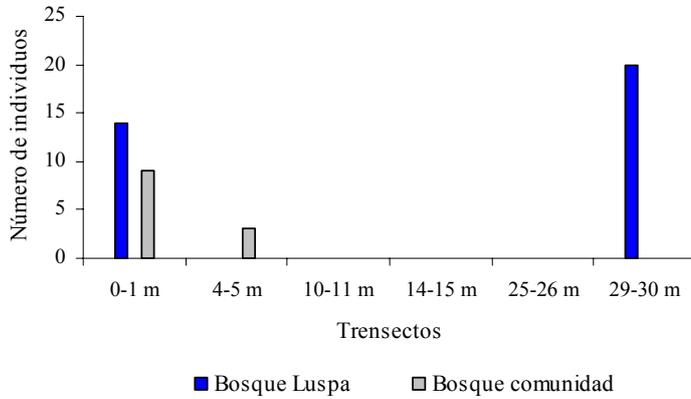


Figura 13. Regeneración de *P. incana*.

2.3.4 Biomasa (Volumen)

En el bosque de la Luspa existió una irregularidad en las tres parcelas, en el borde y al interior del bosque existió menor biomasa, mientras que en la PB la biomasa se incrementó notablemente. En el interior del bosque, en la tercera parcela (PC) existe una disminución de la biomasa arbórea. En el bosque de la comunidad la biomasa se incrementa al ingresar (Fig. 14).

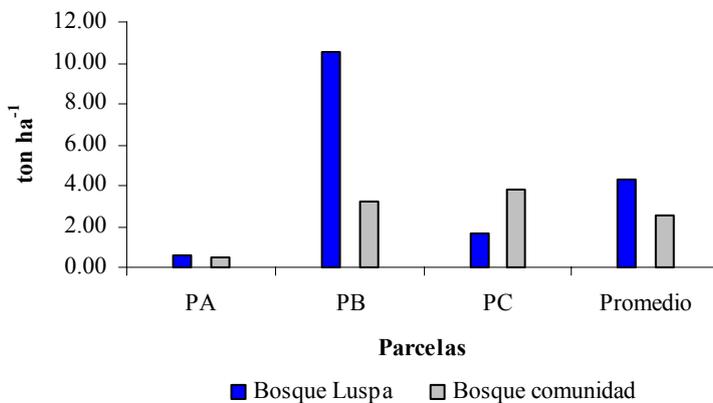


Figura 14. Biomasa (Volumen del fuste).

2.4 Elemento social

2.4.1 Enfoque participativo

La participación atravesó diferentes momentos durante el proyecto. El ingreso a la comunidad fue mediante una consulta, en este espacio únicamente se informó sobre los objetivos de la investigación y se buscó la autorización de la comunidad. Sin embargo para definir el alcance, diagnóstico e identificación de los problemas y posibles soluciones se realizó un análisis conjunto en el que se modificó los alcances de la investigación y su metodología.

2.4.2 Establecimiento de compromisos

En la fase inicial se definió que el alcance de la investigación se limitaría a evaluar los recursos suelo, agua y vegetación, con el fin de sugerir escenarios de manejo. Sin embargo debido a la desconfianza existente en la comunidad se estableció un compromiso entre los pobladores y los investigadores. Según este compromiso se permitiría la realización de los muestreos únicamente si los resultados de la investigación se difundían a los pobladores.

2.4.3 Resultados de los talleres

Los talleres permitieron captar la percepción de la comunidad con respecto a problemas de los recursos naturales, sus causas y soluciones.

En los puntos de muestreo ubicados en el PNC se identificó como principales problemas la compactación del suelo y la contaminación con basura; las causas se atribuyeron al impacto del turismo (sobrecarga y agresividad), presencia de shamanes y en menor grado el ganado. Se propuso como soluciones controlar el ingreso de visitantes, respeto de los senderos, control de la pesca, crear zonas de recuperación y la reforestación con especies nativas.

En las zonas de cultivo los principales problemas identificados fueron la baja productividad de los suelos, existencia de procesos de erosión y periodos de sequía.

Como sus causas se definió las pendientes pronunciadas, periodos de sequía, escasez de nutrientes y la tala de bosques. Se propuso como solución la conservación y manejo de suelos, sistemas de riego, rotación de cultivos y reforestación con plantas nativas.

El principal problema de los pastizales fue la baja productividad, causada por los periodos de sequía y la escasez de nutrientes. Se propuso como solución la implementación de sistemas de riego, el manejo de suelos y la reforestación.

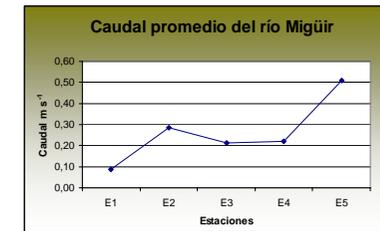
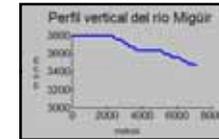
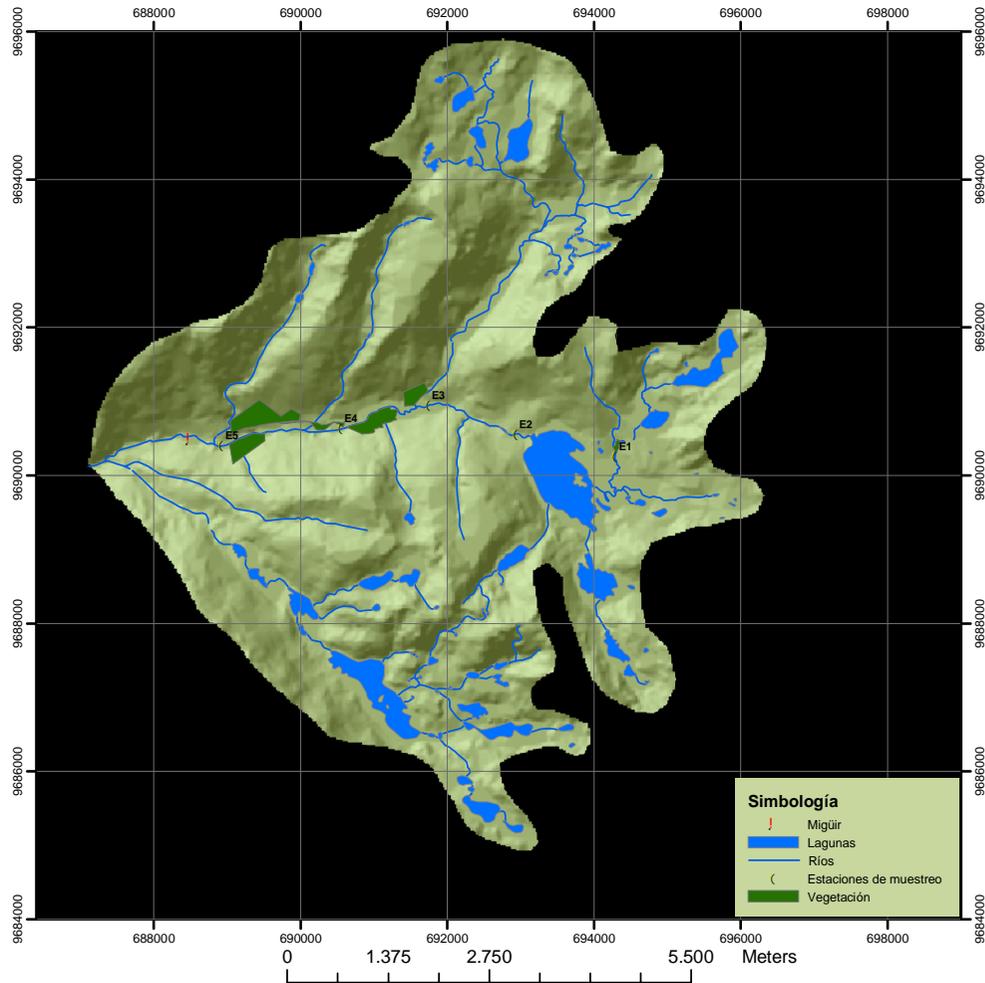
Los pajonales presentaron procesos de erosión y pérdida de vegetación, las causas fueron la quema y la tala de bosque. La solución que se propuso consistió en eliminar las quemadas, reforestación con plantas nativas y un manejo especial de algunas zonas.

En la vegetación nativa se identificó como problema el proceso de erosión que existe provocado posiblemente por las pendientes pronunciadas y se propuso la conservación de los bosques y el manejo de los cultivos que estén en la zona.

Con respecto al recurso agua, se identificó un proceso de contaminación, crecimiento de algas y cambio del color y sabor. Las causas fueron la erosión por la lluvia, el turismo y el impacto de la vía. Las soluciones se enfocaron en la educación a los pobladores y choferes.

Mapa 3

Hidrología de la microcuenca del río Migüir



Descripción Morfométrica de la laguna Luspa

Perímetro	5 161,7 m
Área	76,8 ha
Longitud máxima	1 578 m
Anchura máxima	794,1 m

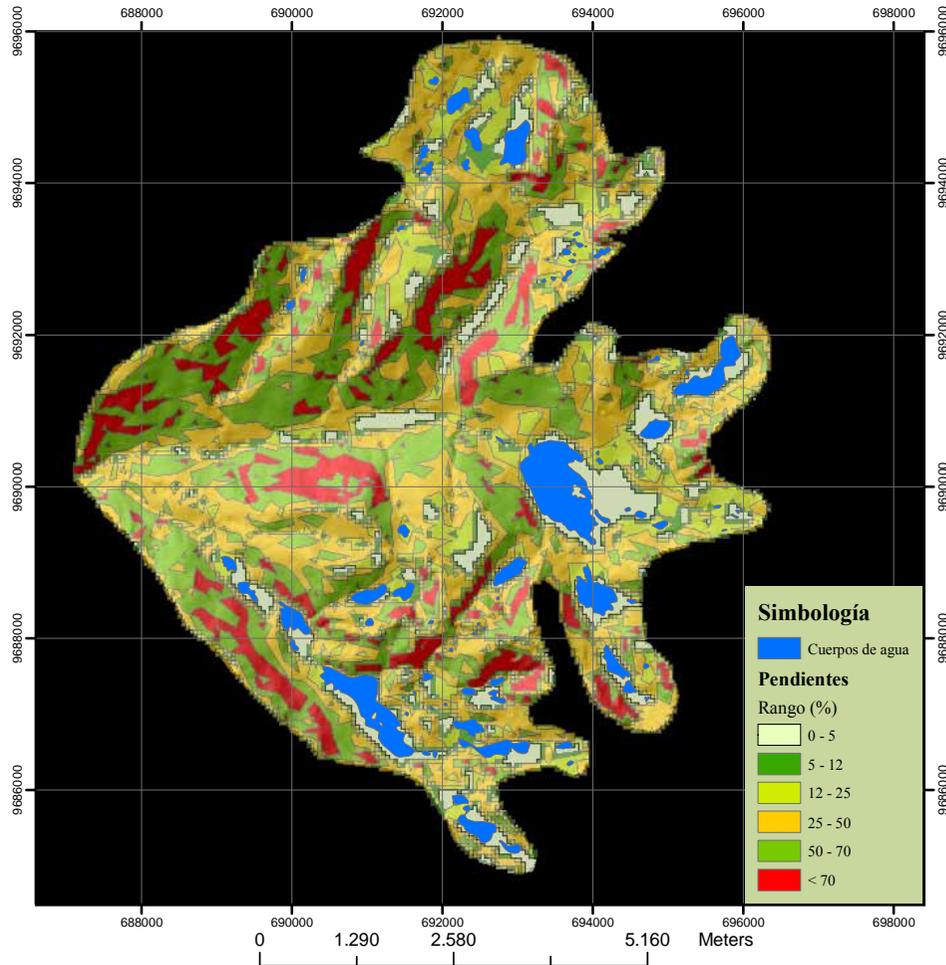
Parámetros geomorfológicos de la microcuenca del río Migüir

Perímetro	45 837,8 m
Área	5 377,1 ha
Longitud de máximo recorrido	11 052 m
Factor de forma	0,4
Índice de masividad	0,07
Índice de gravelius	1,8
Altura media	3 985 m s.n.m.

Elaborado por: Fernando Alvarez
Saul Duchitanga
2007
Fuente: UDA-IERSE
2004

Mapa 4

Mapa de pendientes de la microcuenca del río Migüir



Simbología

■ Cuerpos de agua

Pendientes

Rango (%)

■ 0 - 5

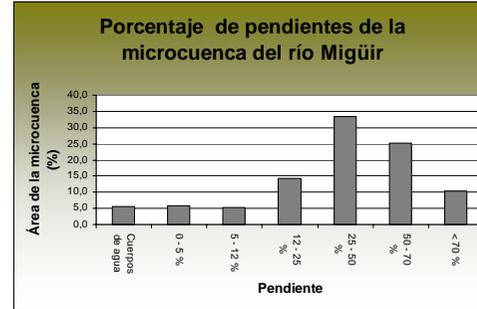
■ 5 - 12

■ 12 - 25

■ 25 - 50

■ 50 - 70

■ < 70



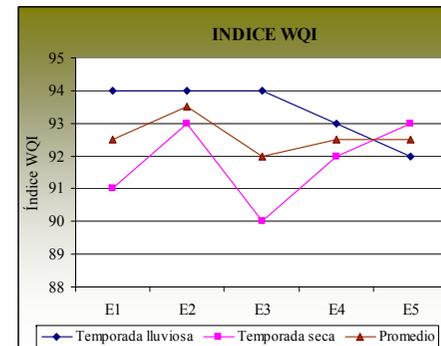
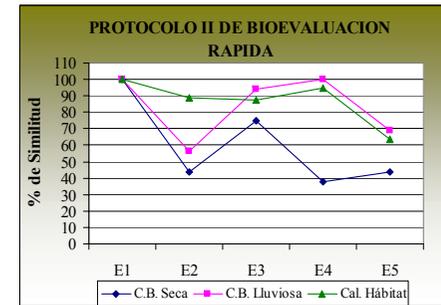
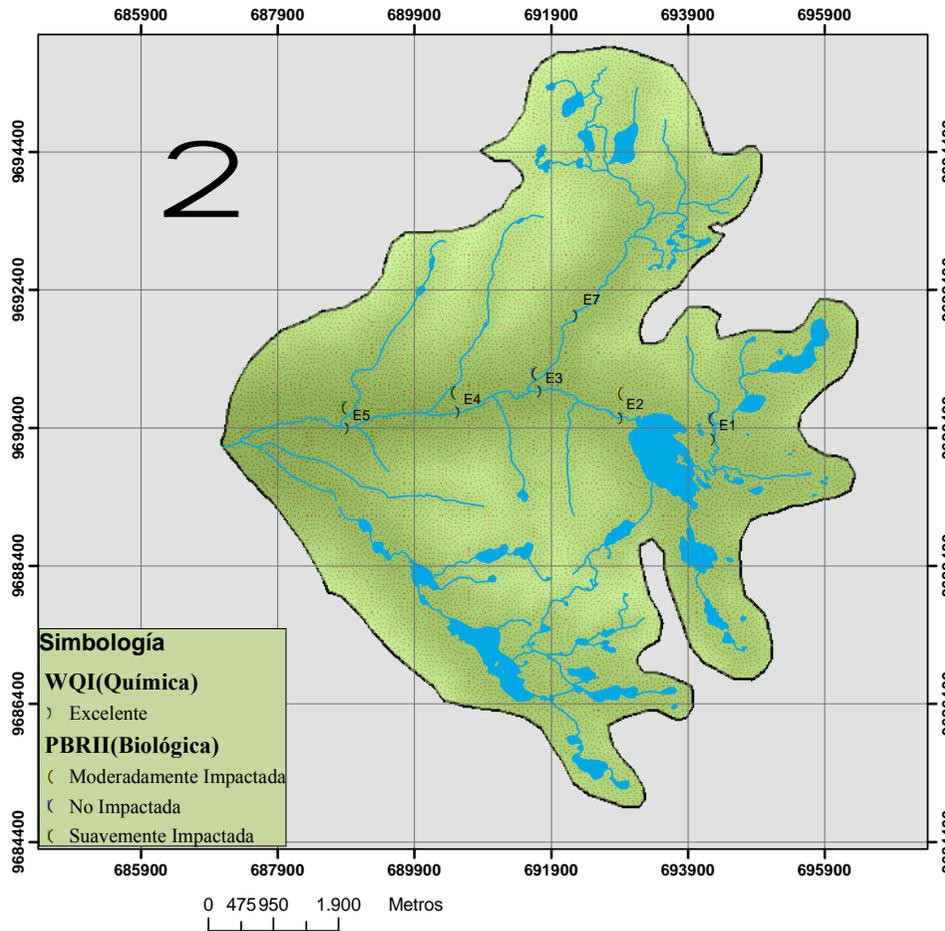
Porcentaje de pendientes

Rango de pendiente	Area	Porcentaje
Cuerpos de agua	304,2 ha	5,7
0 - 5 %	312, ha	5,8
5 - 12 %	282,7 ha	5,3
12 - 25 %	766,0 ha	14,3
25 - 50 %	1.792,3 ha	33,4
50 - 70 %	1.354,1 ha	25,2
< 70 %	558,3 ha	10,40
Total general	5369,7 ha	100

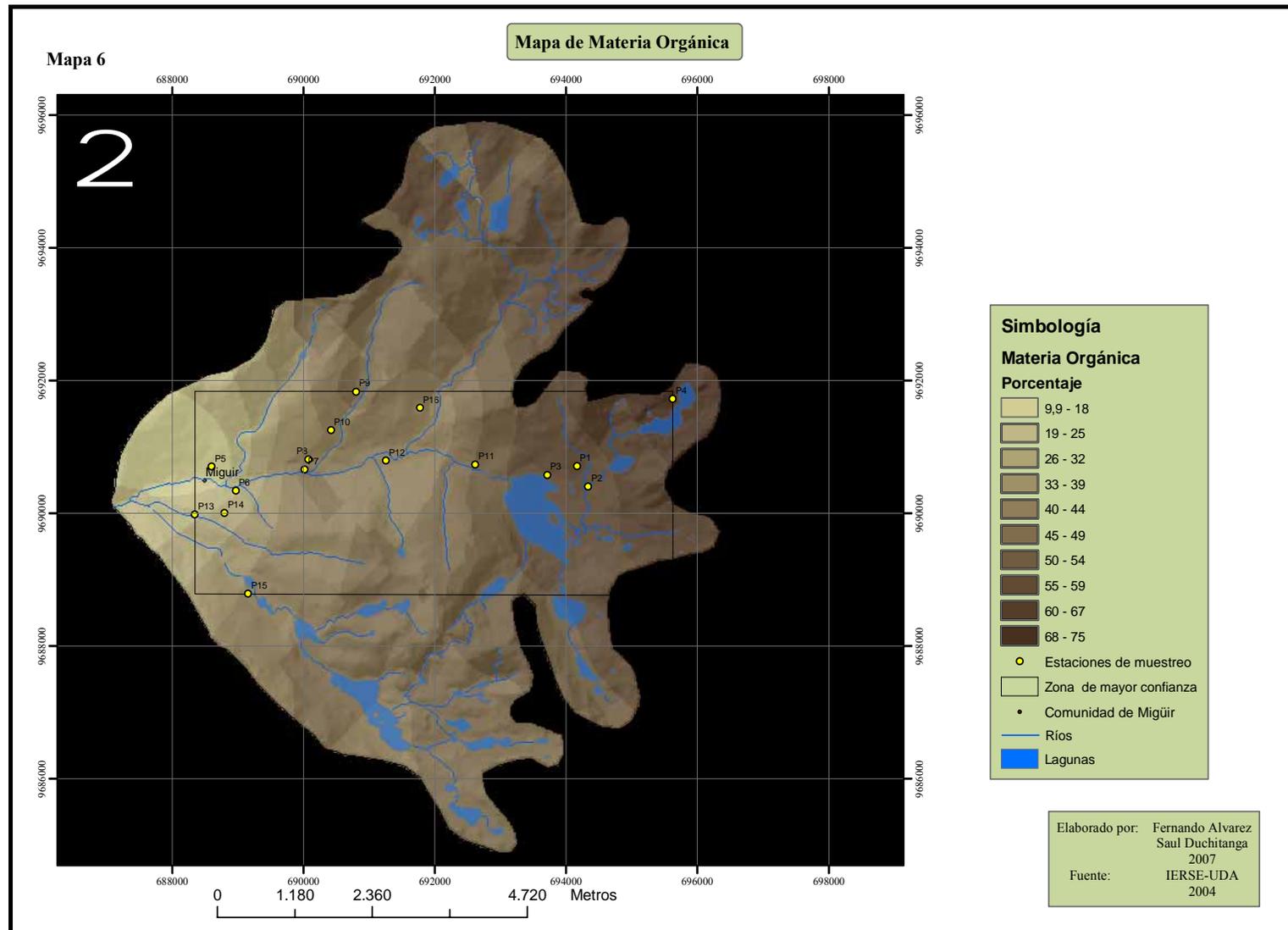
Elaborado por: Fernando Alvarez
Saul Duchitanga
2007
Fuente: UDA-IERSE
2004

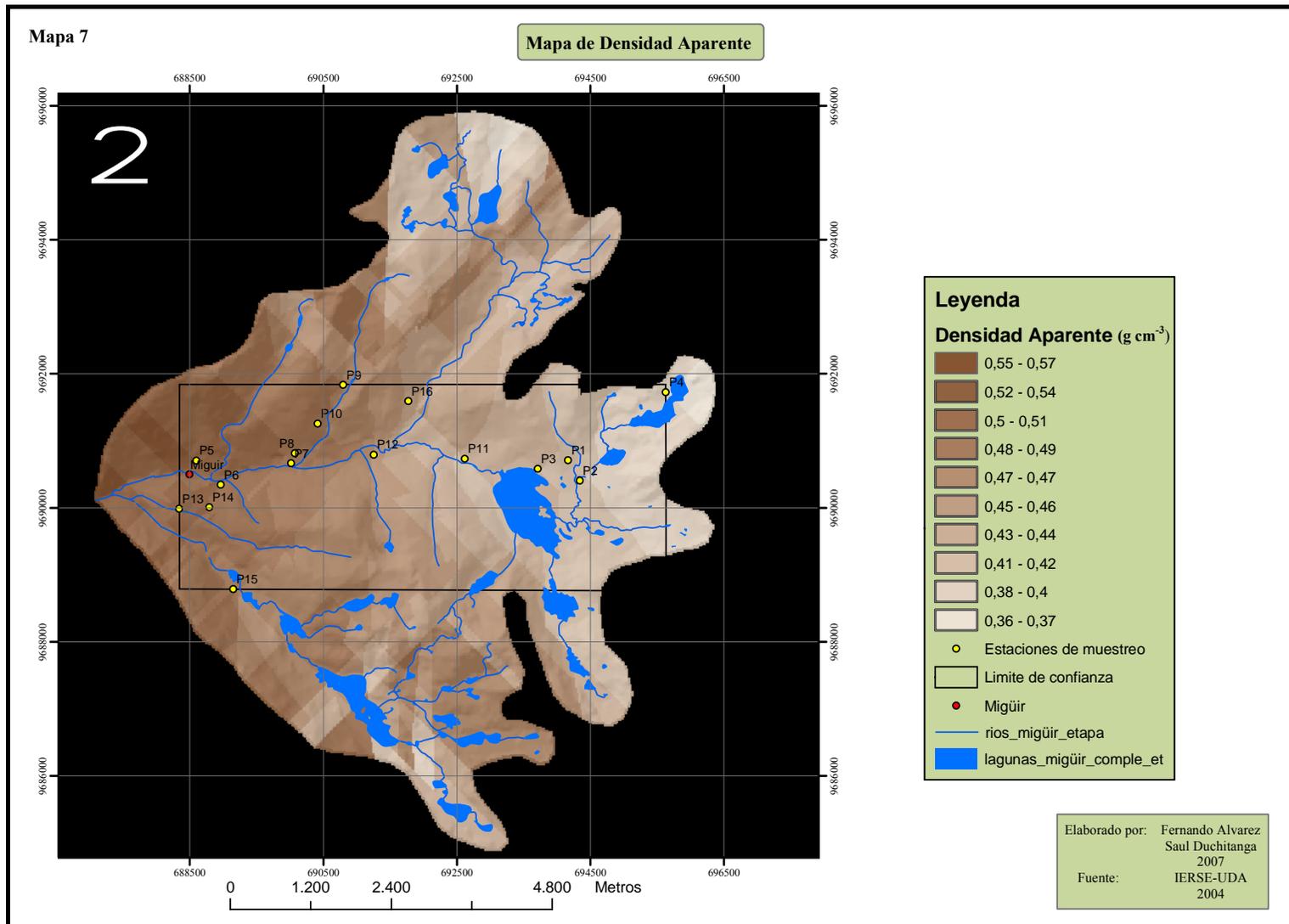
Mapa 5.

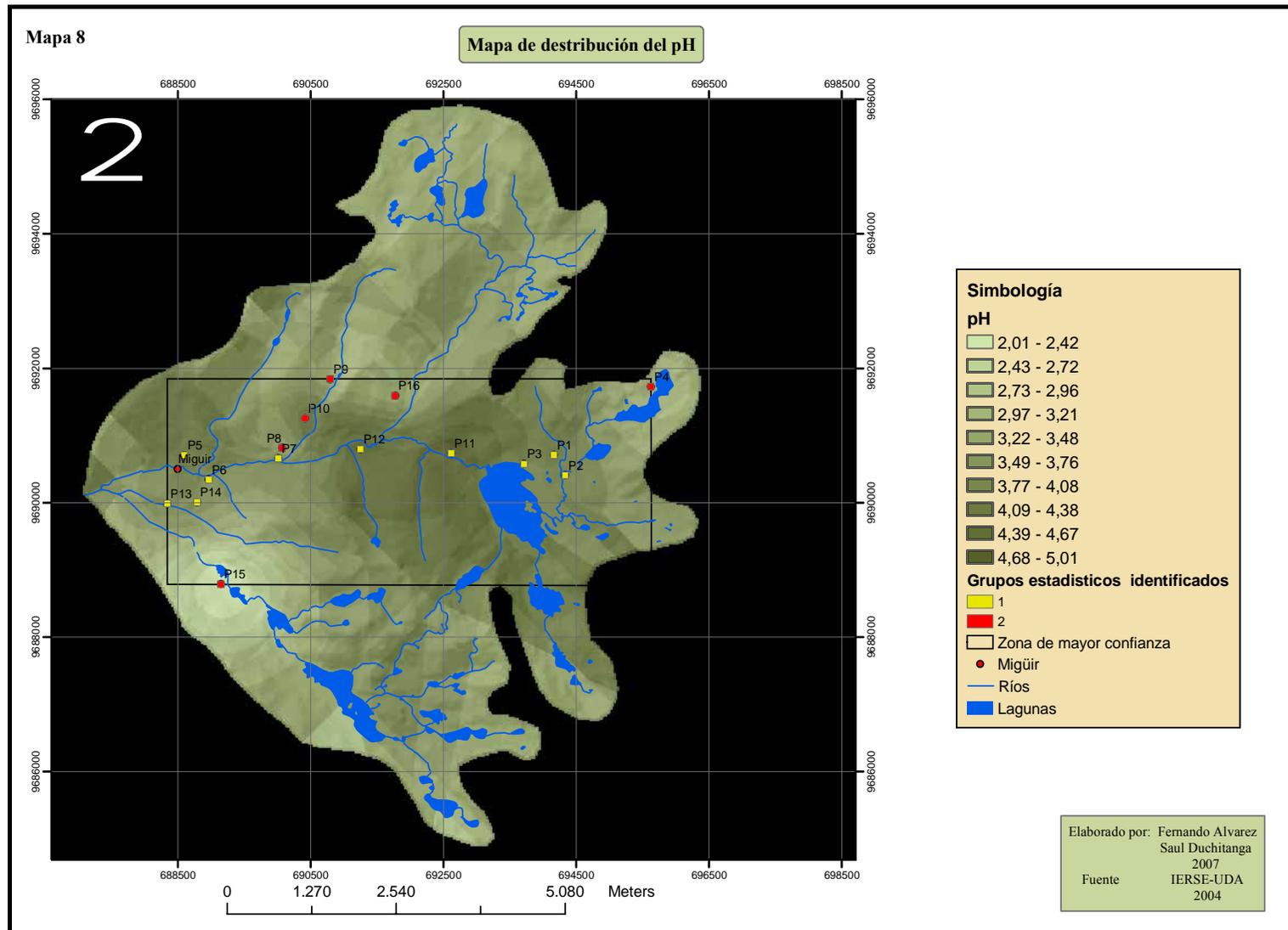
Promedio de la Calidad Biológica y Química del río Migüir



Elaborado por: Fernando Alvarez
Saúl Duchitanga
2007
Fuente: UDA-IERSE
2004

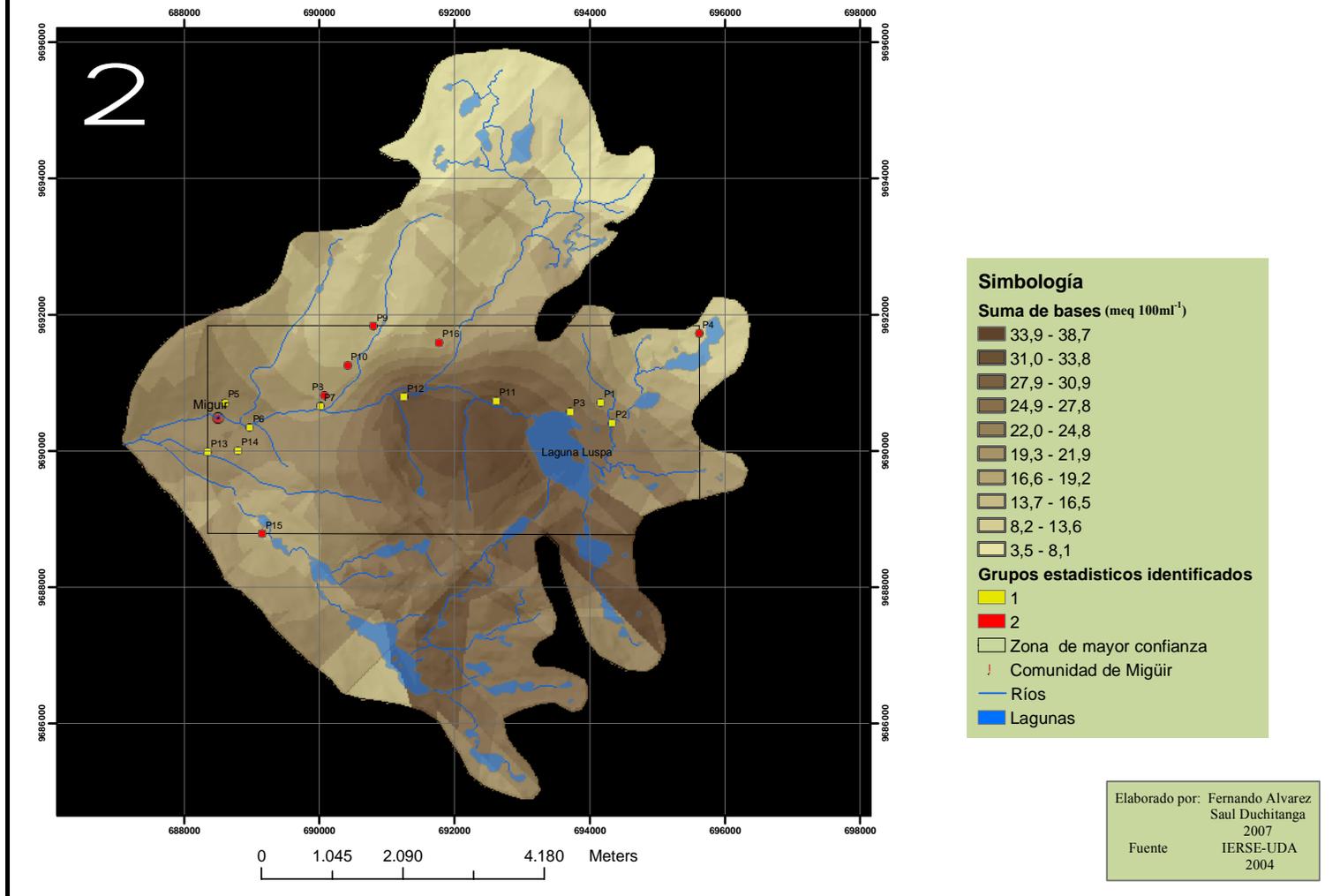






Mapa 9

Distribución de la Suma de Bases



CAPÍTULO III

DISCUSIÓN

Microcuenca del río Migüir

El relieve de la microcuenca es fuerte, tiene una pendiente promedio que llega al 40%. Este factor interviene en el potencial de degradación de una cuenca (Ortiz 2004). Las zonas empinadas, predominantes en el sector, influyen en un alto potencial de degradación y este se incrementaría si la cobertura vegetal se afecta. Considerando estas características, se debería determinar la relación de las actividades de la comunidad, el impacto del turismo y los proyectos de manejo del PNC con el estado de degradación de la microcuenca.

3.1 Recurso agua

3.1.1 Laguna Luspa

En el mes de octubre existió una diferencia de 3°C en la columna de agua, mientras que en el mes de mayo la diferencia fue de 1 °C. Este gradiente vertical de la temperatura es provocado por la termoclina (Margalef 1983). Posiblemente en octubre, cuando la diferencia era mayor, la laguna estaba estratificada; mientras que en mayo, con una diferencia de 1°C, el periodo de estratificación terminaba. Este comportamiento es similar al observado en la laguna Toreadora; los meses de mezcla son, los más fríos, de junio a julio y el periodo de estratificación está comprendido entre los meses de septiembre a mayo, que son los meses más abrigados (Carrasco y Barros 2000).

En octubre la conductividad disminuye en la zona afótica, indicando la estratificación de la laguna y coincidiendo con el estudio realizado por Carrasco y Barros (2000). En cuanto al oxígeno disuelto en mayo existe un descenso gradual, sin embargo a los 26 m el descenso es brusco. La disminución leve de oxígeno disuelto puede ser producto de la finalización de la estratificación termal; mientras que el descenso brusco, a los 26 m, es la discontinuidad producida por el fondo de la

laguna (Margalef 1983). Esta tendencia es parecida a lo que observó Barros (2002), en el mes de noviembre, en la laguna Taitachugo.

La laguna Luspa es oligótrofica. Sin embargo, es una clasificación basada en parámetros que corresponden a diferentes condiciones tróficas (Rast et al 1989), pero que no necesariamente muestran los cambios de la laguna en el tiempo. Por lo tanto se puede afirmar que la calidad del agua es óptima, pero no si las condiciones biológicas, químicas o físicas están variando debido a un proceso de eutrofización. Este estado trófico puede degradar la estabilidad biológica de una laguna, afectando todas las poblaciones biológicas y sus interacciones en el cuerpo de agua (Rast et al 1989). La eutrofización es un problema importante si se considera que muchas de las lagunas que forman parte del PNC son utilizadas como fuente de agua, y no obstante se conoce poco sobre su comportamiento, dinámica y las consecuencias de la eutrofización (Carrasco y Barros 2000). Es necesario conocer si las diferentes actividades que se realizan en la microcuenca están acelerando el proceso de eutrofización, y vincular esta realidad con el manejo del área, considerando que la selección de medidas efectivas de control depende de factores científicos, socioeconómicos y políticos (Rast et al 1989).

3.1.2 Río Migüir

El río Migüir en la temporada lluviosa presentó un caudal mayor, producto del incremento de la precipitación. En varias estaciones de muestreo el caudal de la temporada lluviosa llega a duplicar al de la temporada seca. En relación a la diferencia entre estaciones se observó una disminución en la estación 3, causada por la captación para las piscícolas. El mayor incremento en el caudal se da en la E5, debido al aporte del río Suerococha. En términos generales la comunidad de Migüir dispone de un caudal en época de verano de $0,46 \text{ m s}^{-1}$, y $0,56 \text{ m s}^{-1}$ en invierno.

Según el análisis WQI la calidad del agua del río en todas las estaciones fue excelente; al comparar la temporada seca y lluviosa se evidenció que el agua tiene mejor calidad en la temporada lluviosa (Fig. 3) sin embargo existen variaciones pequeñas, influenciadas por el oxígeno disuelto, la DBO5 y la turbiedad. Estos parámetros tienen una relación directa con factores tales como el incremento de la

materia orgánica o la presencia de sólidos (Roldán 2003), que podrían estar relacionados con actividades antrópicas.

En relación a los bioindicadores, los índices biológicos fueron más sensibles y evidenciaron varios cambios. La riqueza de taxones se relacionó con el sustrato, mostrando un mayor número de taxas en la E3. El índice EPT tuvo una tendencia similar en la E2 y E3, sin embargo se notó también un descenso en la E4 por el posible efecto de la piscícola. El Protocolo II de Bioevaluación Rápida, en la temporada seca, presentó una disminución de la calidad relacionada con la altura y por lo tanto con el uso de suelo, sin embargo la calidad del hábitat no tuvo un cambio similar a excepción de la E5 donde el cambio de uso suelos y la cercanía a la carretera son mayores.

El análisis de componentes principales evidenció la relación entre la calidad del agua y el uso de suelo que existe en el área (agricultura, ganadería, asentamientos humanos y carretera).

La temperatura del agua tiene correlación negativa con los parámetros biológicos, este fenómeno se da porque la temperatura está relacionada directamente con la altura (Lips et al 1997). A medida que la altura disminuye el uso de suelo afecta a los indicadores biológicos. Una tendencia similar presentan los coliformes fecales porque en la zona baja la presencia de ganado y los asentamientos humanos son más marcados. La altura se correlaciona positivamente con la calidad de hábitat debido a que en las zonas altas la calidad de hábitat es mejor.

La conductividad se correlaciona negativamente con la calidad de hábitat, porque a medida que se desciende a la comunidad existe un mayor ingreso de sales. Este incremento de sales, que ingresan al río, depende del arrastre de sedimentos que se da en los márgenes (Wetzel 1981).

La correlación negativa entre la conductividad y los sólidos totales con la altura y la calidad de hábitat, se debe a que a medida que disminuye la altura existe un ingreso mayor de sólidos incrementado la cantidad de sales y a su vez la conductividad. La relación de la conductividad y los sólidos totales con la calidad de hábitat se da

porque el incremento de sales depende del arrastre de sedimentos que se da en los márgenes (Wetzel 1981), y que en el caso del río Migüir el ingreso puede ser incrementado por el uso de suelo ya que a medida que la altura disminuye son más frecuentes el pastoreo, agricultura, asentamientos humanos y la cercanía a la carretera.

3.2 Recurso suelo

3.2.1 Calidad del suelo

Los parámetros materia orgánica, densidad aparente, salinidad, calcio, nitrógeno, potasio y la capacidad de intercambio catiónico presentan condiciones favorables para mantener la fertilidad de los suelos de la microcuenca. No obstante variables como pH, profundidad, pendiente, fósforo, aluminio, magnesio y sodio, presentan valores que influyen negativamente en su fertilidad. El pH ácido afecta la disponibilidad de nutrientes y la solubilidad de los minerales (Foth 1985; USDA 1998) limitando el desarrollo de una variedad de plantas. El aluminio presenta niveles tóxicos lo que también constituye un limitante para la fertilidad del suelo. La pendiente influye en el desprendimiento del suelo y la aceleración de la erosión (USDA 1993). En términos generales y únicamente considerando la fertilidad, los parámetros, pendiente, pH, profundidad, sodio y magnesio son los que presentan problemas en los suelos de la microcuenca del río Migüir y su identificación ayudará a guiar las actividades que podrían realizarse para adecuar los suelos y sobre todo muestran la incapacidad de las zonas altas para mantener la productividad.

3.2.2 Capacidad de uso de suelo CUS

Los suelos de la microcuenca presentaron limitaciones severas, clasificándose como no aptos para el cultivo. Los factores limitantes más importantes fueron la pendiente y las condiciones climáticas. Por ejemplo, el cultivo en altas pendientes provocaría la aceleración de la erosión (USDA 1983), mientras que las heladas pondrían en riesgo los cultivos que se realicen. Estas condiciones limitantes contrastan con las zonas de cultivo existentes en la microcuenca, determinando la necesidad de realizar una

evaluación parcelaria para identificar las zonas que presenten menores limitaciones y actividades de mejoramiento que sean posibles, al igual que evaluar la aplicabilidad del sistema de clasificación utilizado (CUS), en relación a las condiciones de los Andes (clima y topografía) y las presiones sociales existentes.

También se debe mencionar que el sistema de clasificación no considera factores que afectan las prácticas agrícolas o el valor de los sitios, siendo necesario sistemas que den una visión más amplia del recurso (USDA 1983). Factores como el trabajo conjunto de técnicos y pobladores pueden dar mayor representatividad a la clasificación incorporando las consideraciones técnicas y características propias del lugar. Existen presiones de desarrollo sobre el área tal como la carretera Cuenca-Molleturo-Naranjal que podría tener un impacto positivo en el desarrollo de actividades agrícolas. La microcuenca está ubicada en un Parque Nacional y su área de influencia, teniendo las siguientes implicaciones: existen políticas que restringen el uso del suelo, se ubica en la zona de influencia de un área protegida y cumple funciones que representan interés público, está dentro de la figura de protección de los recursos hídricos, cumple la función de protección de especies silvestres, es una zona que posee ecosistemas frágiles y existen políticas nacionales que buscan integrarlas en un plan de ordenamiento territorial (CEMAPRIMES 2002).

Factores como estos indican que el sistema debe orientarse hacia el manejo y no únicamente consideraciones de carácter productivo (USDA 1983). La microcuenca del río Migüir reúne características que deben considerarse en el modelo productivo que se utilice; el plan de ordenamiento territorial, la conservación de los recursos hídricos y su ecosistema pueden dar una visión más amplia para la toma de decisiones.

3.2.3 Variación espacial

Los suelos de la microcuenca presentan un alto porcentaje de materia orgánica. Este porcentaje es debido a que la alta humedad y el clima frío provocan una descomposición lenta y su acumulación (Podwojewski y Poulenard 2000 a; Lips et al 1997), adicionalmente la concentración de aluminio es otro factor que reduce su descomposición, por sus características tóxicas (Buytaert et al 2005).

Sin embargo se observó un descenso de la materia orgánica en la zona baja, posiblemente por el cambio de uso de suelo, teniendo un comportamiento similar al identificado en algunos suelos de la región (Verdugo 2004). La disminución puede ser originada por la alteración del retorno de residuos orgánicos al suelo, la aceleración del proceso de mineralización (Porta et al 1994) o la disminución del nivel de carbono por erosión y desperdicio de biomasa (Podwojewski y Poulénard 2000 b). Existen importantes funciones del suelo relacionadas con la materia orgánica, por ejemplo la fertilidad y retención hídrica son dependientes de la materia orgánica (Rasmussen y Collins 1991 en Porta et al 1994). En el sur del Ecuador se encontró que la materia orgánica está relacionada con la alta retención hídrica del suelo (Buytaert et al 2004), debido a la estructura abierta y porosa que le da (Buytaert et al 2005).

Existe un incremento de la densidad aparente en las áreas cercanas a la comunidad (Mapa 7); este aumento puede ser provocado por que la agricultura y la ganadería son más frecuentes y la densidad se altera con estas actividades (Arskead 1996 en USDA 1998). La relación uso de suelo-densidad permite visualizar un posible proceso de compactación, el cual puede reducir la infiltración del agua y la penetración de las raíces (Fitz 1984; USDA 1998).

Según el análisis geoestadístico hay una relación entre la densidad aparente, materia orgánica y el uso de suelo. En las zonas en las cuales se localizan las zonas de uso agropecuario la materia orgánica disminuye y la densidad aparente se incrementa. Esta relación muestra un proceso de degradación del páramo, producida por actividades humanas y que según Podwojewski y Poulénard (2000 b) genera cambios drásticos en las propiedades físicas y químicas del suelo de los páramos.

Los suelos de la microcuenca son ácidos. El bajo pH en los páramos es originado por los ácidos orgánicos, dependientes de la cantidad y calidad de la materia orgánica, la falta de bases o por un lavado excesivo (Lips et al 1997). Según el mapa de pH (Mapa 8), las zonas con valores más bajos se localizan en los lugares más altos, posiblemente porque existe una mayor acumulación de materia orgánica por las bajas temperaturas (Josse 2000; Lips et al 1997). Existe una relación entre la distribución

espacial del pH y la altura, los suelos menos ácidos se localizan en las zonas bajas de la microcuenca. Este factor es importante debido a que las características ácidas de los suelos incide en su fertilidad, ya que influyen directamente en la movilidad de los elementos, afectando la disponibilidad de los nutrientes vegetales (Porta et al 1994; USDA 1998).

Los suelos con una mayor C.I.C. se ubicaron en las zonas de menor altura y con pH menos ácido. Esto es ocasionado porque la C.I.C varía con el pH (Duchaufour, 1987) y usualmente se incrementa debido a las cargas dependientes del pH (Ansaloni, 1993). Es decir la capacidad de intercambio catiónico es función del pH del suelo (Podwojewski y Poulénard 2000 a), en este caso los suelos con un mayor capacidad de intercambio catiónico se ubican en las zonas con un pH más alto.

El contenido de aluminio en toda la microcuenca llega a niveles altos. Esto se explica por que en suelos ácidos aumenta el Al cambiante, lo que conlleva un efecto de estabilización de los complejos órgano-minerales (Fassbender y Bornemisza, 1994). La toxicidad del aluminio es el factor más perjudicial para el desarrollo de las plantas en suelos fuertemente ácidos (Fassbender y Bornemisza 1994) y limita también la degradación microbiana de la materia orgánica (Alexander 1980 en Fassbender y Bornemisza 1994). No obstante en los suelos de la microcuenca se desarrolla la vegetación posiblemente por que el pH en el cual los niveles tóxicos del aluminio alcanzan valores perjudiciales depende de factores tales como el contenido de materia orgánica o la salinidad del suelo (Fassbender y Bornemisza 1994).

3.2.4 Análisis de los parámetros

Según el análisis de componentes principales existe una correlación directa entre las siguientes variables: pH-calcio-C.I.C, y densidad aparente-materia orgánica-nitrógeno.

La correlación de la C.I.C. con el calcio se da porque el calcio es el que aporta mayoritariamente a la C.I.C, siendo el catión más importante del suelo (Fassbender y Bornemisza 1994). La correlación pH-C.I.C. se explica porque los andosoles tienen cargas variables que dependen del pH (Podwojewski y Poulénard 2000 a).

Existe una correlación positiva entre la materia orgánica y el nitrógeno, originada posiblemente porque las cantidades de nitrógeno están controladas por condiciones climáticas y la vegetación (Fassbender y Bornemisza 1994). Al existir una alta precipitación existe un mayor desarrollo de la vegetación y el depósito de restos es mayor, elevando el contenido de nitrógeno (Fassbender y Bornemisza 1994). La correlación negativa de estos factores con la densidad aparente se debe a que la densidad es una propiedad dinámica dependiente de las partículas del suelo (arena, limo, arcilla y materia orgánica) que varía con las actividades humanas (USDA 1998).

Los grupos identificados en el análisis estadístico parecen responder al tipo de suelo presente. Se ubican en las zonas de menor pendiente que por lo general están cerca de los cuerpos de agua y favorecería al proceso de formación de un Histosol. Es decir acumulación de materia orgánica en un medio saturado de agua promueve la formación de Histosoles (Fassbender y Bornemisza 1994).

3.3 Recurso vegetación

Una diferencia clara entre los dos parches de *Polylepis* es la abundancia. En el bosque de la Luspa, mientras más adentro, la densidad aumenta, lo contrario sucede en el ubicado en la comunidad (Fig. 11). La abundancia en el parche de la comunidad es menor, probablemente por la utilización de los recursos del bosque y por la creación de caminos.

El efecto borde determinó marcadas diferencias cuantitativas. La regeneración en el bosque de la Luspa es muy baja, se encontró 34 individuos en todo el bloque experimental (Fig. 12), y en el bosque de la comunidad solo se registró 12 individuos, esto da una clara señal de que los dos bosques se encuentran en un proceso de esterilización.

Comparando estos resultados con estudios en el norte del Ecuador, se determinó que en los parches de la microcuenca del río Migüir, existe una menor regeneración. Esto se debe a que la germinación de *P. incana* es muy limitado aun en condiciones

naturales (CESA 1991) y la intervención antrópica, en los parches de la microcuenca, es un factor que también podría limitar la regeneración.

La biomasa registrada en el bosque de la Luspa ($4,26 \text{ t ha}^{-1}$) es mayor al de la comunidad ($2,53 \text{ t ha}^{-1}$) (Fig. 14), debido a la alta intervención humana por la extracción de madera. Al comparar los datos de la microcuenca con el estudio realizado por Fehse (1999), en un bosque no intervenido en la provincia del Pichincha, los resultados son significativamente menores, mostrando el impacto de la acción antrópica.

Si bien los bosques *Polylepis* están siendo impactados siguen siendo muy importantes para la vida silvestre animal. Existen 28 especies de aves y 7 son endémicas; el 6,18% de mamíferos del PNC se encuentra en Migüir, siendo la zona con el mayor porcentaje de todo el PNC (CEMAPRIMES 2002). Esto muestra la urgencia de conservar los bosques de la zona, para cumplir los objetivos del PNC.

3.4 Participación

3.4.1 Enfoque participativo

La participación en el desarrollo de la investigación atravesó diferentes niveles, se inició desde la consulta en el ingreso a la comunidad y terminó con un análisis conjunto de los resultados. Se trató de llegar a una participación interactiva, en la cual los pobladores participen conjuntamente en el análisis y generar un acercamiento a un proceso de aprendizaje conjunto (Pretty 1995 en Drinkwater 1999). Para lograr este acercamiento fue necesario cambiar el rol del investigador y mantener un diálogo con la comunidad antes, durante y después de todas las actividades del proyecto. La incorporación de la comunidad en el proceso permitió comprender mejor cómo visualizan los problemas, sus causas y soluciones. Generar y manejar esta información es indispensable para desarrollar junto con los pobladores soluciones adecuadas a la situación (Müller-Glodde 1996). Al relacionar la percepción de la comunidad y los datos obtenidos de los análisis se buscó aportar al conocimiento necesario para mejorar el manejo de los recursos naturales, sabiendo que pueden desembocar en procesos de planificación y ejecución.

El alcance del trabajo siempre estuvo limitado por la desconfianza de la comunidad hacia las instituciones. En varias ocasiones los pobladores interrumpieron o no permitieron que se realicen los muestreos, sobre todo cuando vincularon la presencia de los investigadores con el personal del PNC. No obstante existieron factores que facilitaron la investigación, la figura de la Universidad, como organización imparcial, posibilitó el ingreso a la comunidad y sobre todo el realizar la difusión de los resultados con un enfoque de inter-aprendizaje originó mayor confianza. Si bien es cierto que en el desarrollo de algunas actividades existieron problemas, en las reuniones trimestrales siempre existió apertura por parte de la comunidad.

3.4.2 Establecimiento de compromisos

Como consecuencia del ingreso a la comunidad se estableció un compromiso, según el cual se permitiría la realización de la investigación si se entregaban todos los resultados a la comunidad. La necesidad del acuerdo reflejó la desconfianza existente por parte de la comunidad hacia los investigadores e instituciones; según varios pobladores muy poca de la información levantada anteriormente en la comunidad les fue entregada o en su defecto les perjudicaba. Gracias a este compromiso se permitió realizar los muestreos y sobre todo requirió de un mayor esfuerzo para asumir la difusión de los resultados.

3.4.3 Contraste de la información

El análisis conjunto permitió complementar la información del diagnóstico, dando una visión más completa de la problemática ambiental y sobre todo llenar los diversos vacíos que los análisis no lograron. A continuación se describe el producto del análisis.

La Laguna Luspa es oligótrofica, sin embargo los pobladores identificaron como los principales problemas un incremento en la cantidad de algas y la presencia de procesos erosivos en su borde. Las pendientes fuertes de la microcuenca y las actividades que se realizan en ella (turismo, pastoreo) pueden acelerar la erosión del suelo e incrementar el ingreso de sólidos y materia orgánica a la laguna. El incremento de materia orgánica en una laguna puede acelerar el proceso de

eutrofización (Rast et al 1989). Las características de la microcuenca y las actividades que se realizan en ella posiblemente están acelerando la eutrofización de la laguna.

Los análisis químicos mostraron un leve descenso en la calidad del agua mientras que los biológicos mostraron un descenso importante. Estos cambios se atribuyeron a características del hábitat o el uso de suelo. Esta tendencia se relacionó con los problemas identificados por la comunidad. No obstante, si bien los pobladores identificaron como problema una disminución en la calidad del agua, las causas, incluyeron el impacto de la carretera Cuenca-Molleturo y la basura de los turistas y pescadores.

En lo concerniente a los suelos, los problemas identificados por la comunidad coincidieron con los identificados en el diagnóstico. La compactación de los suelos coincidió con el incremento de la densidad aparente visualizada en el análisis espacial. La baja fertilidad del suelo se relacionó con el pH ácido, escasez o insolubilidad de nutrientes y la pérdida de materia orgánica. La erosión de los suelos se relacionó con las fuerte pendientes del área y las actividades agrícolas.

En cuanto a la vegetación los habitantes identificaron como problema el impacto ocasionado por el turismo en el parche de la laguna Luspa. Esta problemática fue respaldada por la baja regeneración de plántulas encontrada en el diagnóstico. Aparte de los problemas identificados en el diagnóstico, en el taller se observó que la tala de bosques en la microcuenca es también considerada un problema, con lo que se complemento la problemática visualizada en el diagnóstico.

El análisis de los resultados con la comunidad permitió conocer cómo los pobladores visualizan los problemas de los recursos naturales y cómo identifican sus posibles causas y soluciones. Sin embargo cuando se buscó identificar las causas fueron limitadas las veces que se incluyó al ganado como una posible causa. La resistencia por considerar al ganado como causa posiblemente se debe al conflicto de uso que existe con el PNC y porque el ganado es parte de su modelo productivo y no es visto como un problema.

3.5 Factores influyentes para la construcción de escenarios de manejo

3.5.1 Conflictos

La microcuenca del río Migüir comparte su territorio entre un área protegida y terrenos comunales, favoreciendo la existencia de conflictos por el uso de los recursos naturales. Los dos principales actores coinciden en un mismo espacio con diferentes percepciones dependientes de sus intereses. Este tipo de problemas originados por desacuerdos sobre el acceso, control y utilización de recursos, son comunes, debido en muchas ocasiones a que las demandas sobre los recursos naturales no siempre son compatibles (FAO, 2001); cada grupo tiene su propia interpretación de la naturaleza que resulta de la experiencia social está conformada por normas y valores para actuar en su realidad (Milton 1997 y Durand 2003 en Durand 2003). En este caso el PNC busca la conservación de los recursos naturales, y el mantenimiento de sus condiciones en estado natural (CEMAPRIMES 2000), mientras que la comunidad de Migüir está en defensa de su subsistencia y el acceso, comunal o individual, a los recursos naturales. Son dos percepciones legítimas, que buscan satisfacer necesidades básicas, sin embargo son vistos desde dos realidades, urbana y rural.

La estructura y alcance del manejo de la microcuenca será influenciado por el estado del conflicto. La forma en la que los actores visualicen el problema determinará si existe un escenario en el que el manejo del área se realiza en conjunto o por separado. En este contexto el conflicto puede ser visto como un catalizador para un cambio o negociación de nuevos acuerdos viables (Schwedersky et al 1997), o los conflictos no resueltos pueden crecer en términos de alcance, magnitud e intensidad, afectando la subsistencia de la comunidad y la degradación de los recursos (FAO 2001). Actualmente, lograr la conciliación entre los múltiples intereses y las visiones que existen en relación al uso de los recursos naturales es una de las más grandes tareas de la conservación (Durand 2003).

En el supuesto de que se asuma resolver los conflictos sería necesario evaluar si la política actual del PNC está ayudando a solucionar o empeorar los conflictos por el manejo de recursos naturales; si el PNC está considerando la solución de conflictos

como un proceso que necesita mucho tiempo y que entidad tiene la suficiente confianza de la comunidad y el PNC para funcionar como mediador. Si la comunidad y el PNC resuelven manejar por separado el área es importante establecer los medios de comunicación y cooperación puntual que adoptaría cada actor.

3.5.2 Participación

El interés por incorporar la participación en el manejo de un área protegida es una tendencia que viene desde el Congreso Mundial de Parques Nacionales en 1982, y que buscó incluir a las personas locales en la planificación y manejo de las áreas protegidas (Wells y Brandon 1992). En el plan de manejo del PNC, la tendencia por la participación, comenzó definiéndola como un proceso a ser utilizado en las fases de planificación, ejecución, seguimiento, evaluación y control de un proyecto; en la estrategia de desarrollo social se incluyeron elementos tales como incentivar la participación local, la conformación de comités de gestión o la incorporación de las comunidades en el control y vigilancia del PNC (CEMAPRIMES 2002). Sin embargo, la participación es un proceso y, como tal, es necesario saber en qué nivel de participación se encuentra la comunidad y de qué forma se llegará al concepto de participación utilizado en el Plan de Manejo. Es importante que los proyectos que se desarrollen en la microcuenca traten de llegar a una participación local genuina ya que si bien es una tendencia muy utilizada son pocos los proyectos que llegan a esta participación efectiva (Wells y Brandon 1992).

No obstante es un concepto que no debe vincularse únicamente con la comunidad y el PNC. La investigación juega un papel importante en el manejo del área y se requiere un enfoque participativo para ubicar a los usuarios de los recursos naturales en el centro de la investigación, como participantes tanto en la enseñanza como en el aprendizaje (Tyler 2006). Un enfoque de investigación que incluye a los afectados permitiría obtener información que es necesaria para desarrollar, junto con los usuarios, soluciones adecuadas a la situación (Müller-Glodde 1996). Las investigaciones deben tener como principio un aprendizaje compartido entre investigadores y usuarios, en el que cada actor pueda recibir los beneficios de la experiencia del otro. Posiblemente la manera más eficaz de introducir el comanejo

de recursos naturales es lograr que los usuarios y otros interesados compartan el aprendizaje y la innovación en beneficio de su medio de vida (Tyler 2006).

El factor participación tiene una relación directa con los conflictos existentes y el modelo de desarrollo que se aplique en la zona. Es indispensable que tanto el PNC y la comunidad asuman la participación como un proceso que requiere de cambios en la forma de pensar.

3.5.3 Conservación-Desarrollo

Actualmente el manejo de las áreas protegidas no busca únicamente la conservación de la biodiversidad. Existe una nueva tendencia que trata de vincular los espacios protegidos con el desarrollo y el alivio de la pobreza bajo el modelo del desarrollo sustentable (UICN 2005). Este cambio de paradigma incrementó el apoyo a las comunidades alrededor de zonas protegidas a través de la educación, participación en la toma de decisiones, esquemas apropiados de desarrollo cerca de áreas protegidas, y dependiendo de la compatibilidad de las actividades (con los objetivos del área protegida) el acceso a sus recursos naturales (Wells y Brandon 1992). El modelo de desarrollo que se utilice en la microcuenca del río Migüir estará influenciado por la forma en que el PNC y la comunidad busquen equilibrar la conservación y el desarrollo.

El modelo conservación-desarrollo tiene una relación directa con la participación. Los proyectos por lo general pueden tomar dos formas, proyectos que mejoran las condiciones de vida de los pobladores pero sin una participación directa y los que interpretan las iniciativas de conservación-desarrollo como una vía para impulsar en las personas procesos de búsqueda de oportunidades de desarrollo, que les permita utilizar sus capacidades y transformarse en actores sociales, capaces de manejar recursos, tomar decisiones (Cernea 1982 en Wells y Brandon 1992). Por lo general el segundo enfoque es el que mejores resultados ha dado ya que tiene más posibilidades de generar un discurso compartido que favorezca las iniciativas de conservación (Cernea 1982 en Wells y Brandon 1992).

El modelo del desarrollo sustentable en el manejo del PNC incluye varios puntos que deberán considerarse y la forma en que se haga influirá en el escenario de manejo. La situación económica de las comunidades aledañas es deficiente, siendo importante definir cuál sería el papel del PNC para beneficiar a las comunidades. La figura de áreas protegidas y zonas de amortiguamiento establecen restricciones de uso de los recursos naturales estableciendo la necesidad de las figuras de incentivos y compensaciones. La microcuenca comparte el área con un área protegida y su zona de amortiguamiento, lo que influiría en el objetivo que predomine en cada área; la zona de amortiguamiento podría centrarse en el desarrollo humano mientras que en el áreas protegida el objetivo principal sería la conservación de los recursos naturales, este supuesto exige un compromiso compartido.

CAPÍTULO IV

ESCENARIOS DE MANEJO

Se elaboró un escenario tendencial y un escenario de co-manejo proyectado a 10 años. Se basaron en la información levantada del recurso suelo, agua y vegetación, el mapa de uso de potencial (Mapa 10), el conflicto de uso y los objetivos del PNC.

4.1 Escenario Tendencial

El PNC desarrolla proyectos puntuales, orientados a la conservación de los recursos naturales y promover el desarrollo sustentable en las comunidades de la zona de influencia. La comunidad de Migüir participa parcialmente en dichos proyectos, debido a que una fracción de los pobladores mira la gestión del PNC como un limitante a su desarrollo, sin embargo su gestión brinda oportunidades. Existen conflictos latentes o permanentes entre algunos pobladores y el PNC, por el ingreso del ganado al área protegida y los problemas de límites.

4.1.1 Recursos naturales

La laguna Luspa es oligótrofica, sin embargo tiene un ingreso continuo de sólidos por el proceso erosivo de su línea de costa, lo que acelera el proceso natural de eutrofización.

La calidad del agua del río Migüir presenta una degradación progresiva, los indicadores químicos muestran un aumento de la DBO5, fósforo, nitrógeno y una disminución del oxígeno disuelto. Los indicadores biológicos muestran un aumento de las algas al igual que los coliformes fecales; existe también una degradación continua de los márgenes del río. Las causas de la degradación son las actividades turísticas sin control, el uso del suelo (pastizales, ganadería y cultivos) y la influencia de la carretera.

Los suelos, ubicados en el PNC, presentan un aumento de la compactación y procesos erosivos en varias zonas. La degradación es provocada por actividades como el pastoreo y el uso turístico.

Las zonas de cultivo presentan una pérdida gradual del material constituyente del suelo. Este fenómeno ocasiona la disminución progresiva del espesor del perfil del suelo dejando en la superficie materiales menos favorables para el crecimiento de las raíces y el suministro de agua y nutrientes; este problema es similar a la tendencia descrita por Porta et al (1994). Esto provoca una disminución de los rendimientos y la pérdida de varias zonas de cultivo por improductividad provocando la expansión de la frontera agrícola en la microcuenca.

Las zonas utilizadas como pastizales no tienen una capacidad de carga definida, originando un sobrepastoreo en varias zonas. Esta acción antrópica provoca un deterioro de las propiedades físicas que afectan directamente al crecimiento de los pastos (Porta et al 1994). Existe un incremento de la densidad aparente, lo que indica un aumento de la compactación del suelo. Este fenómeno reduce la infiltración y la penetración de las raíces (Fitz 1984).

Los pajonales son utilizados como pastizales, debido a la baja productividad y a las temporadas de sequía. Este cambio afectó las condiciones físicas del suelo, similar a la tendencia observada por Ojeda (2004); las densidades más altas se presentan en las zonas de pastizales.

Los suelos ubicados en las zonas boscosas sufren un proceso de erosión, vinculado a acciones antrópicas y características propias del suelo, como su alta pedregosidad y pendientes pronunciadas.

En general los suelos de la microcuenca presentan una degradación progresiva. Existe un aumento gradual de la densidad aparente mostrando un proceso de compactación producido por actividades antrópicas. El contenido de materia orgánica disminuye por el cambio de uso de suelo y los procesos erosivos en la microcuenca son frecuentes, tanto en el PNC como en la comunidad. Similar a la tendencia descrita por Podwojewski y Poulénard (2000 b) los suelos de las zonas con

sobrepastoreo están generando fuertes condiciones hidrofóbicas, y los usados para cultivo presentan un secamiento irreversible. Este tipo de acciones antrópicas afecta la capacidad del suelo para retener agua en periodos húmedos y restituirla en periodos secos (Podwojewski y Poulenard 2000 b).

4.2 Escenario de comanejo

El PNC y la comunidad asumen la resolución del conflicto como elemento principal para llegar a un mejor manejo de la zona. Existe un proceso de acompañamiento basado en cuatro elementos estratégicos: participación, orientación hacia los procesos, manejo de conflictos y desarrollo de organizaciones (Müller-Glodde 1996). Se establece un proceso de inter-aprendizaje, entre el PNC, la comunidad y las universidades, entorno al manejo de los recursos naturales, buscando modificar comportamientos y percepciones. Las instituciones asumen que el éxito del proyecto no es la aplicación de una determinada tecnología, sino la forma de aplicarla, de acuerdo al entorno socioeconómico (Schwedersky et al 1997). Existe un plan de desarrollo local en el que se conjugan los objetivos del PNC y de la comunidad de Migüir.

4.2.1 Recursos naturales

La laguna Luspa se mantiene oligótrofica, el ingreso de sólidos al cuerpo de agua se redujo por actividades de control del turismo y delimitación de zonas de conservación.

Las actividades de protección y restauración de la rivera del río Migüir mantienen su calidad fisicoquímica y biológica. Existe un programa de monitoreo comunitario y educación ambiental, realizado por la comunidad y apoyado por el PNC y universidades.

Se disminuye el proceso de degradación de suelos mediante los siguientes programas:

- a) El programa de educación y manejo del turismo, controla el ingreso de personas y el respeto de los sendero, disminuyendo el impacto sobre zonas frágiles y por lo tanto la erosión y la compactación.
- b) El PNC en conjunto con la comunidad determinó la capacidad de carga con respecto al ganado. Con esto se reduce y se distribuye la presión sobre los suelos de la microcuenca.
- c) Se establece un sistema de pago por servicios ambientales como un método para que la comunidad adopte prácticas que aseguren la conservación y restauración de los ecosistemas (Wunder 2006).
- d) Se mejora los pastos en zonas que presentan condiciones favorables, para disminuir la presión en el pajonal.
- e) Se realiza una evaluación parcelaria de los territorios de los pobladores, para ubicar zonas de cultivo según las limitaciones del suelo. En cada parcela se realizan los procesos correctivos y de mejoramiento del suelo.
- f) Se implementa un sistema de riego al igual que programa de conservación de suelos.
- g) Se delimita zonas de conservación y se ejecuta programas de forestación y reforestación con especies nativas.

Se establece zonas de conservación en los dos principales bosques de *Polylepis*, esto provoca una mayor regeneración. Los programas de reforestación incrementan la extensión del área de los parches.

4.3 Factores influyentes

Los conflictos de uso, el enfoque participativo y la forma de vincular la conservación y el desarrollo son los factores que influirían en la forma que tome el manejo de la microcuenca.

4.4 Criterios e indicadores ambientales

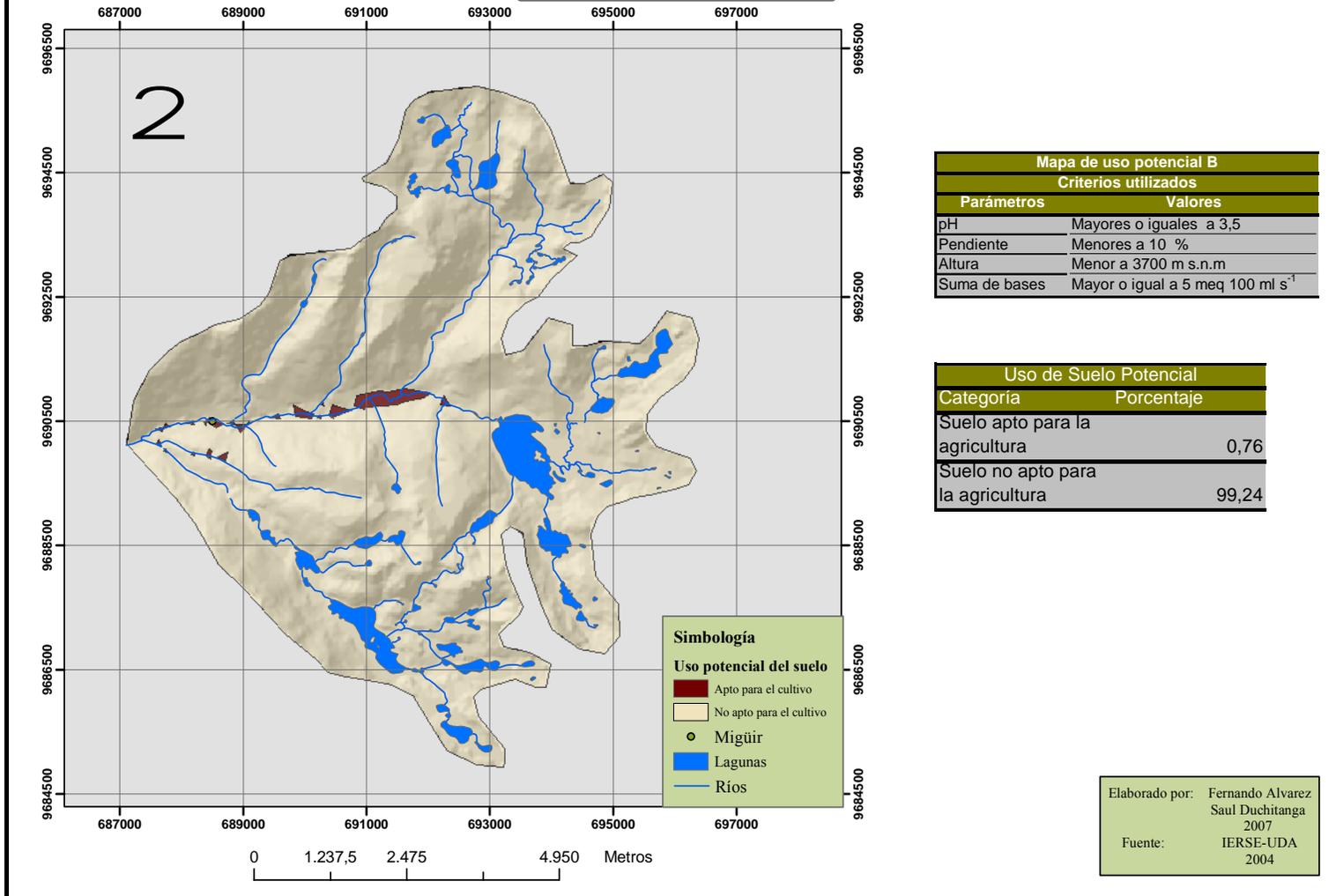
Los criterios permiten realizar un juicio sobre el nivel del cumplimiento de los objetivos en una situación determinada, mientras que los indicadores permiten verificar objetivamente si la situación enfocada por un criterio esta siendo alcanzada (Poschen 2000). Para elaborar los criterios se consideró la conservación de los recursos naturales y, para seleccionar los indicadores, se tomó las siguientes consideraciones (Müller 1996): la factibilidad de ser medidos y su eficiencia desde el punto de vista de costos, la posibilidad de realizar repeticiones a lo largo del tiempo, la capacidad de dar una explicación la sostenibilidad del sistema observado, la adaptabilidad al problema específico que se quiere analizar y la sensibilidad a cambios. Los indicadores se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Indicadores del escenario de manejo.

Criterio	Indicador	Fuente de verificación
Conservación del estado trófico de la Laguna Luspa	Las concentraciones de fósforo, nitrógeno y clorofila "a" no presentan un aumento progresivo	Memoria técnica del plan de monitoreo
	La densidad de algas no se incrementan	
Conservación de la calidad fisicoquímica y biológica del río Miguir	La concentración de DBO5, fósforo, nitrógeno y sólidos totales no presentan un incremento progresivo	Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
	La densidad de algas y coliformes fecales no se incrementan	
	La calidad del agua, según el índice BMWP, es buena	
	La calidad del hábitat, según el índice de calidad de hábitat, es buena	
Conservación de las características físicas del suelo del PNC	El porcentaje de materia orgánica no presenta una degradación progresiva	Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
	La densidad aparente no presenta un incremento progresivo	
	Los procesos erosivos se detienen	
Manejo de las zonas de pastizal	La pérdida progresiva de materia orgánica disminuye	Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
	El incremento de la densidad aparente disminuye	Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
	La capacidad de carga es respetada	Entrevista con los pobladores
	Los pastos mejoraron de calidad	Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
		Entrevista con los pobladores
Manejo y conservación de los Pajonales	La zonificación delimitó zonas de conservación y manejo	Entrevista con los pobladores
		Registro fotográfico
		Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
	El número de quemas disminuyeron	Visitas a la zona
		Registro de quemas
		Entrevista con los pobladores
Manejo de las zonas de cultivo	Los cultivos se ubican en las zonas de menor pendiente	Entrevista con los pobladores
		Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
	El sistema de riego funciona	Entrevista con los pobladores
		Visitas a la zona
	La pérdida de materia orgánica disminuye	Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
	El incremento de la densidad aparente disminuye	Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
Los procesos erosivos disminuyen	Entrevista con los pobladores	
Manejo y conservación del suelo en zonas	El área de los bosques no disminuye	Memoria técnica del plan de monitoreo comunitario
	La pérdida de materia orgánica disminuye	
	El incremento de la densidad aparente disminuye	
Conservación del parche de Polylepis de la laguna Luspa	La regeneración del bosque se incrementa	Informe técnico de la Universidad del Azuay
	El área del bosque se mantiene	
	La composición florística se mantiene	
Manejo del bosque de Polylepis de Miguir	El área del bosque se mantiene	Informe técnico de la Universidad del Azuay
	La regeneración del bosque se incrementa	
	La composición florística se mantiene	
Procesos de participación y solución de conflictos basado en un plan de desarrollo local	El plan de desarrollo local contienen objetivos comunes (PNC y Comunidad) y estrategias	Memoria técnica del plan de desarrollo local
		Entrevistas con los pobladores
		Entrevistas con los pobladores
	Todos los pobladores tienen acceso a la información relevante	Archivos de foro de participación
	Se realizan esfuerzos por resolver los conflictos	Entrevistas con los pobladores Archivos de foro de participación

Mapa 10

Mapas de uso potencial del suelo



CONCLUSIONES

El diagnóstico biofísico evidenció una estrecha relación entre las actividades antrópicas y el estado del suelo, agua y vegetación. Esta degradación de los recursos, vinculada al uso del suelo, sustenta la coherencia de la figura de microcuenca como un ecosistema en el que se interactúan y correlacionan las variables biofísicas y sociales. Por lo tanto se demuestra que tanto las acciones que realice el PNC o la comunidad de Migüir serán determinantes en el estado de conservación del área, sobre todo tratándose del páramo, que por su fragilidad requiere un manejo especial.

Debido a que los suelos de la microcuenca no son aptos para la agricultura, se define como posible opción una evaluación parcelaria. No obstante un plan de manejo de la microcuenca debe analizar e incorporar más variables con relación al suelo. Las políticas que restringen su uso y las funciones de interés público que cumple son solo algunos de los factores que deben ser tomados en cuenta para tener una visión más amplia del manejo que requiere el área.

El enfoque participativo incorporó a la comunidad en la generación y análisis de la información, y permitió crear mayor confianza en la comunidad y un conocimiento más real de la problemática y sus posibles soluciones. Sin embargo, es necesario un cambio en el rol del investigador, buscando una aproximación a un aprendizaje conjunto, en el cual no se asuma únicamente la difusión de la información sino un intercambio y validación del conocimiento de los investigadores y los pobladores.

Como herramienta de análisis, los escenarios de manejo permitieron describir dos situaciones futuras en las que es posible continuar o disminuir la degradación de los recursos suelo, agua o vegetación; además ayudaron a identificar los conflictos, la participación y la forma de vincular la conservación-desarrollo como los factores que influyen en las tendencias de manejo.

El estado del conflicto influirá en la estructura y el alcance del manejo que se de en la microcuenca. El optar por un escenario, en el que se asume un comanejo de la microcuenca o un manejo con proyectos puntuales y conflictos latentes, es

dependiente de cómo se decida abordar la resolución. Es importante visualizar la resolución de conflictos como un catalizador de cambio y un proceso a largo plazo. En el área coinciden percepciones e intereses que no son compatibles, sin embargo son legítimos, lo que abre un espacio de discusión más amplio que no debe ser reemplazado por una imposición de cualquiera de las partes. El lograr la conciliación entre los múltiples intereses y las visiones que existen en relación al uso de los recursos naturales es una de las más grandes tareas de la conservación (Durand 2003), y por lo tanto un ámbito en el que se debe trabajar.

La participación es una tendencia generalizada y de la que se habla mucho, sin embargo son pocos los proyectos que llegan a una participación efectiva (Wells y Brandon 1992). La verdadera incorporación de la comunidad en las fases de ejecución, seguimiento, evaluación y control de los proyectos de desarrollo es un factor que debe ser validado por la Universidad y el PNC.

La forma en la que el PNC y la comunidad traten de vincular la conservación y el desarrollo influirá en los objetivos del plan de manejo. Los principios de equidad, participación, sustentabilidad y responsabilidad, que en diferente grado asumen las áreas protegidas y responde a la asimetría socioeconómica que existe, deben llegar a ser tangibles en los objetivos de manejo. En esta búsqueda de equilibrio las compensaciones e incentivos son figuras que pueden responder a las restricciones de uso que conlleva el desarrollo sustentable. En esta línea, un plan de desarrollo local podría ayudar a definir objetivos comunes entre el PNC y la comunidad, convirtiéndose en un espacio de análisis para los actores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMEND S, GIRALDO A, OLTREMARI J, SÁNCHEZ R, VALAREZO V, YERENA E. 2002. Planes de Manejo Conceptos y Propuestas. En Conceptos y Propuestas. En: Parques Nacionales y Conservación Ambiental. GTZ, Panamá, 110pp.
- ANSALONI R. 1993. Guía para la Interpretación de Análisis de Suelo. Cooperazione Internazionale Milano- Italia y Universidad del Azuay. Cuenca Ecuador. 47pp.
- Barbour, M.T. Gerritsen, J. Zinder, B.D & Stribling J.B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, enthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Whashington, D.C.
- BARROS, S. 2002. Estudio limnológico en la laguna Taitachugo (Mamamag). Informe Técnico. ETAPA, Cuenca, Ecuador.
- BUYTAERT W, DECKERS J, DERCON G, DE BIÈVRE B, POESEN J, GOVERS G. 2004. The properties of soils of the south Ecuadorian páramo and the impact of land use changes on their hydrology, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- BUYTAERT W, DECKERS J, WYSEURE G. 2005. Description and clasification of nonallophanic Andosols in south Ecuadorian alpine grasslands. Katholieke Universiteit Leuven, Belgium. <[http: páramo.be/pubs/geomor.pdf](http://páramo.be/pubs/geomor.pdf) />. Consulta: 4 de abril de 2007.
- CANTER L, 1998, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, Mc Graw-Hill/Interamericana, S.A.U., Madrid-España. 841pp.
- CARRASCO, M. BARROS, S. 2000. Estudio Limnológico en la Laguna Toreadora. Informe Técnico. ETAPA, Cuenca, Ecuador.
- CARRASCO, M. BARROS, S. 2001. Estudio Limnológico en la Laguna Surocucho. Informe Técnico. ETAPA, Cuenca. Ecuador.
- CARRERA, C. FIERRO, K. 2001. Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua. Ecociencia. Quito, Ecuador. 64pp.

- CEMAPRIMES. 2002. Parque Nacional Cajas Plan de Manejo. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. ETAPA. CAMAPRIMES CIA LTDA. Cuenca, Ecuador.
- CESA (Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas). 1991. Investigación con Especies Forestales Nativas del Ecuador. Quito: Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. 132 pp.
- CHINNERY, M. 1988. Guía de campo de los insectos de España y Europa. Omega. Barcelona, España.
- CISNEROS, R., Y ESPINOSA, C. 2001. Evaluación de la calidad del agua en los ríos Zamora Huayco, Malacatos y Zamora Loja-Ecuador: Un modelo de biomonitoreo. Universidad del Azuay. Escuela de Biología del Medio Ambiente. Cuenca-Ecuador. Tesis de grado. 48pp.
- CRISSMAN, C. 2003. La agricultura en los páramos: estrategias para el uso del espacio. Contribuciones para el Desarrollo Sostenible de los Andes. CONDESAN. Lima, Perú. 63pp.
- DUCHAUFOR, P. 1987. Manual de Edafología. Versión traducida de Carballas M y Carballas M, Editorial Masson, Barcelona, España. 214 pp.
- DURAND, L. 2003. ¿Para que sirven las áreas protegidas? La comprensión local del ambientalismo en la Reserva de la Biosfera Sierra Santa Marta. Ecología Política. 25:103-110.
- DRINKWATER, M. 1999. La participación y el ciclo del proyecto: un proceso interactivo. En: CARE Shah M, Kambou S y Monahan B (Eds.). Adaptando la participación para el desarrollo. Atlanta, Estados Unidos. <<http://infoforhealth.org>>. Consulta: 16 de enero de 2007.
- ESRI, 2001. Using ArcGis Geostatistical Analist. New Cork, New York, USA. 300pp.
- FAO. 2001. Conflicto y manejo de recursos naturales. Roma- Italia. 22pp.
- FASSBENDER Y BORNEMISZA. 1994. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. IICA. San José, Costa Rica. 420pp.
- FEHSE, J. 1999. Estudio de Carbono Orgánico en cuatro bosques de la Sierra Ecuatoriana. PROFAFOR. Proyecto EcoPar. Quito-Ecuador. 41 pp.
- FITZ, P.1984. Suelos. Su formación, clasificación y distribución. CECSA. México.

- FOTH, H. 1985. Fundamentos de la ciencia del suelo. Compañía editorial Continental. México.
- HENDERSHOT, WH. LALANDE, H. DUQUETTE, M. 1993. Soil reaction and exchangeable acidity. En MR Carter (ed). Soil sampling and methods of analysis. Lewis Publisher. EEUU. 141-145 pp.
- JARAMILLO, D. 2002. Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Colombia facultad de Ciencias, <<http://unalmed.edu.co/documentos/>>. Consulta: 4 de octubre de 2006.
- JOSSE, C. 2000. Introducción. En: C Josse, P Mana y G Medina (eds). La biodiversidad de los páramos. Serie Páramo 7. GTP / Abya Yala. Quito, Ecuador. 95pp.
- LIPS, J. HOFSTEDE, R. JONGSMA, W. 1997. Ambiente y plantaciones forestales en la Sierra Andina Ecuatoriana, Programa FACE de forestación (PROFAFOR) del Ecuador S.A. Quito, Ecuador. 214 pp.
- MAG (PRONAREG) Y ORSTOM. 1983, 1984. Mapas de suelos del Ecuador: hojas Chaucha, Chiquintad y San Felipe de Molleturo. 1: 200.000. Instituto Geográfico Militar. Quito, Ecuador.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega, Barcelona, España. 1010pp.
- MENA, P. HOFSTEDE, R. 2006. Los páramos ecuatorianos. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- MINGA, D. 1998. Análisis de vegetación y efectos de borde en el bosque nativo de Llaviuco. Cuenca: Tesis previa a la obtención del título de Biólogo. Universidad del Azuay. 53 pp.
- MÜLLER-GLODDE, U. 1996. Acompañamiento de procesos. Una ayuda para asesoras y asesores en proyectos de manejo de recursos naturales. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Bonn. Republica Federal de Alemania. 97pp.
- MÜLLER, S. 1996. ¿Cómo medir la sostenibilidad?: una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica.

- MC CAFFERTY, PATRICK, W. 1981. Aquatic Entomology. The Fisherman's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives. Science Books Internacional. Boston, Estados Unidos.
- OECD. 1982. Eutrophication of Waters – Monitoring, Assessment and control. OECD Publication, Paris.
- OJEDA, O. 2004. Evolución de las propiedades químicas de suelos degradados en tres zonas del austro ecuatoriano. Tesis de Magíster de ciencias en manejo y conservación desagua y del suelo. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 46 pp.
- ORTIZ, D. 2003. “Ecuador”. En “Los Páramos del mundo”, Hofstede R, Segarra P, Mena P. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative / NC-IUCN / Ecociencia. Quito, Ecuador.
- ORTIZ, O. 2004. Evaluación Hidrológica. Hidrored, 2-7. Programa de energía, infraestructura y servicios básicos de ITDG-Perú. <<http://itdg.org.pe>>. Consulta: 16 de enero de 2007.
- PAUTA, G. 1998, Manual de Teoría y Prácticas de análisis de aguas, Universidad de Cuenca-Facultad de Ingeniería. Cuenca, Ecuador.
- PÉREZ, C. 1999. Participación para el desarrollo: Evolución de una filosofía. En: CARE Shah M, Kambou S y Monahan B (Eds.). Adaptando la participación para el desarrollo. Atlanta, Estados Unidos. <<http://infoforhealth.org>>. Consulta: 16 de enero de 2007.
- PODWOJEWSKI, P. POULENARD, J. 2000. a. Los suelos de los páramos del Ecuador. En: PA MENA, C Josse y G Medina (Eds.). Los suelos del Páramo. Serie Páramo 5. GTP/Abya Yala. Quito, Ecuador.
- PODWOJEWSKI, P. POULENARD, J. 2000. b. La degradación de los suelos en los páramos. En: PA MENA, C Josse y G Medina (Eds.). Los suelos del Páramo. Serie Páramo 5. GTP/Abya Yala. Quito, Ecuador.
- PORTA, J. LÓPEZ-ACEVEDO, M. ROQUERO, C. 1994. Edafología Para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Editorial. Madrid, España. 807 pp.
- POSCHEN, P. 2000. Criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible. Una guía para los textos de la OIT. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschbom, Alemania. 96pp
<<http://gtz.de/de/dokumente/sp-sl-desarrollo-economico-local-larga.pdf>>. Consulta:

- PRIMO, E. CARRASCO, JM. 1973. Química agrícola. Tomo 1. Editorial Alhambra. Madrid, España. 472pp.
- RAMIS, G GARCÍA, C. 2001. Quimiometría. Editorial Síntesis. Madrid, España. 238 pp.
- RAST, W. HOLLAND, M. RYDING, S. 1989. Eutrophication management framework for the policy-maker. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris, Francia. 75 pp.
- ROLDÁN, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas. Universidad de Antioquia. Antioquia, Colombia. 217 pp.
- ROLDÁN, G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. 170 pp.
- SCHWEDERSKY, T. KARKOSCHKA, O FISCHER, W. 1997. Fomento de la participación y la autoayuda en el manejo de los recursos naturales Una guía para los colaboradores y colaboradoras en los proyectos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Bonn. Republica Federal de Alemania. 154 pp. <http://gtz.de/biodiv/pdf/tour_sp.pdf>. Consulta: 16 de Enero 2006.
- SEGARRA P. 2002. Mapeo Participativo involucrando a la comunidad en el manejo del páramo. <<http://iapad.org/publications/ppgis/pool.segara.pdf>>. Consulta: 7 de enero de 2007.
- SHAH, M. 1999 Aprendizaje participativo y acción. En: CARE. Shah M, Kambou S y Monahan B (Eds.). Adaptando la participación para el desarrollo. Atlanta, Estados Unidos. <<http://infoforhealth.org>>. Consulta: 16 de enero de 2007.
- TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA DEL ECUADOR. Quito, Ecuador.
- SECRETARIA TÉCNICA DEL MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL. 2007. SIISE, versión 4.5 (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador). Quito, Ecuador. 1CD.
- TYLER, S. 2006. Comanejo de recursos naturales. Aprendizaje local para la reducción de la pobreza. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRS). Ottawa, Canadá. <<http://idrc.ca/libros>>. Consulta: 16 de enero de 2007.

- UDA-IERSE (Universidad del Azuay-Instituto de Estudio de Régimen Seccional del Ecuador). 2004. Aplicaciones de la información temática digital de la Cuenca del Río Paute. Cuenca, Ecuador.
- UICN. 2005. Beneficios más allá de las fronteras. Actas del V Congreso mundial de Parques de la UICN. UICN, Gland, Suiza, y Cambridge, Reino Unido. 326 pp.
- USDA. 1983. Guía para la evaluación de suelos y valoración de sitios. Traducción al español de la guía Land Evaluation and Site Assessment. Washington, D.C. 261 pp.
- USDA. 1993. National Soil Survey Handbook. Washington, DC.
- USDA. 1998. Soil Quality Test Kit Guide. Washington, D.C. 88pp.
- VERDUGO, V. 2004. Efecto del cambio de uso del suelo sobre sus propiedades físicas en tres zonas de la cuenca del río Paute. Tesis de Magister de ciencias en manejo y conservación desagua y del suelo. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 60 pp.
- VIMOS, D. 2004. Bio-evaluación rápida de las principales fuentes de agua de 14 parroquias del cantón Cuenca, en la Cuenca alta del río Paute. Universidad del Azuay. Escuela de Biología del Medio Ambiente. Cuenca-Ecuador. Tesis de Grado.
- WETZEL, R. 1981. Limnología. Ediciones Omega, Barcelona. 666 pp.
- WELLS, M. BRANDON, K. 1992. Los principios y prácticas de las zonas de amortiguamiento y la participación local en la conservación de la biodiversidad.
- WUNDER, S. 2006. Pagos por servicios ambientales: principios básicos esenciales. Centro Internacional de Investigación Forestal. Jakarta, Indonesia.
- ZORRO, C. 2007. Planificación para gobiernos seccionales, Universidad de los Andes, Centro Interdisciplinario de Estudios Regionales (CIDER). Bogota – Colombia.
- ZURY W. 2004. Manual de Planificación y Gestión participativa de cuencas y microcuencas. Loja. Ecuador. 384 pp.

ANEXOS

Anexo 1

Métodos de análisis fisicoquímicos del agua

Métodos de análisis físico-químico del agua	
Parámetro	Método
Conductividad	SM 2510 B
Clorofila a	SM 10200 H
DBO5	PEE/LDGA/FQ/01
Fósforo total	Univ. de Québec
Nitratos	Univ. de Québec
NKT	SM 4500 Norg B
Sólidos totales	SM 2540 B
Turbiedad	SM 2130 B
Coliformes totales	SM 9221 E
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E

Laboratorio de la Dirección de Gestión Ambiental (ETAPA). Informe N°: 198/06

Anexo 2

Ubicación de las estaciones de muestreo de limnología

Ubicación de las estaciones de muestreo de Limnología			
Estaciones	Altura m s.n.m.	Coordenadas eje UTM	
		Coordenadas eje X	Coordenadas eje Y
E1 Afluente	3794	17694257	9690255
E2 Efluente	3756	17692930	9690568
E3 Zona Ganadera	3625	17691742	9690946
E4 Zona Piscícola	3612	17690550	9690639
E5 Comunidad	3444	17688929	9690405

Anexo 3

Distribución de las estaciones de muestreo

Estaciones de muestreo del río Migüir	
Temporada seca	Temporada lluviosa
ES1	EL1
ES2	EL2
ES3	EL3
ES4	EL4
ES5	EL5

Anexo 4

Ubicación estaciones de muestreo suelo

Ubicación de las estaciones de muestreo									
Código	Unidad de paisaje	Altura m s.n.m	Coordenadas UTM		Código	Unidad de paisaje	Altura m s.n.m	Coordenadas UTM	
			Coordenada s eje X	Coordenada s eje Y				Coordenada s eje X	Coordenada s eje Y
P1	Pajonal intervenido	3911	17694162	9690710	P9	Pajonal zona alta	4020	17690792	9691862
P2	Bosque de <i>Polylepis</i> zona alta	3807	17694332	9690407	P10	Pajonal zona media	3854	17690424	9691277
P3	Pastizal intervenido	3793	17693712	9690574	P11	Pastizal zona alto	3722	17692648	9690686
P4	Pajonal semi- intervenido	3960	17695618	9691724	P12	Bosque de <i>Polylepis</i> zona media	3630	17691260	9690819
P5	Cultivo zona baja	3466	17688664	9690600	P13	Chaparro	3605	17688338	9689981
P6	Pastizal zona baja	3476	17688946	9690378	P14	Cultivo zona alta	3640	17688774	9689995
P7	Pastizal zona media	3550	17690060	9690640	P15	Pajonal terrenos comunales	3780	17689188	9688807
P8	Cultivo zona media	3585	17690052	9690770	P16	Pastizal quemado	3868	17691788	9691599

Anexo 5

Macroinvertebrados bentónicos registrados en el río Migüir

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Temporada seca					Temporada lluviosa					TOTAL
			E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5	
Insecta	Diptera	<i>Chironomidae</i>	9	4	183	13	165	82	60	14	56	51	637
		<i>Simulidae</i>	23	1	8	3	8	110	1	2	1		157
		<i>Empididae</i>					1						1
		<i>Tipulidae</i>	7			2	2						11
		<i>Lymnaeidae</i>							1	1			2
	Plecoptera	<i>Perlidae</i>			1		39		1	1	2	8	52
	Tricoptera	<i>hydropsychidae</i>	1	5			1			1			8
		<i>Odontoceridae</i>			2								2
		<i>hydrobiosidae</i>	8		19	16		16			14	8	81
		<i>Leptoceridae</i>	3		9			20	4	10		1	47
	Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae</i>	72					29		1	1	4	107
		<i>Baetidae</i>		13						3	54		70
	Coleoptera	<i>Elmidae</i>	6	26	12	35	15	1	7	8	21	16	147
Gastropoda	Gasteropoda	<i>Ancylidae</i>	1										1
		<i>Lymnaeidae</i>					3						3
		<i>Physidae</i>									3		3
		<i>Ampullaeriidae</i>								1			1
		<i>Hidrobiidae</i>	17		6								23
Turbelaria	<i>Tricladia</i>	<i>Planaridae</i>	2		1		1					4	
crustacea	<i>Amphipoda</i>	<i>Gammaridae</i>	24	90	8	3		39	40	4	1	209	
Hirudinea	<i>Glossiphoniiforme</i>	<i>Glossiphoniidae</i>		3	4		39		8		1	55	
Oligoqueta	Haplotaxida	<i>Tubificidae</i>	105		19	131	56	25	3	100	11	33	483
Arachnida	Arachnoidea	<i>Lymnessiidae</i>	1	1	7	27			9	4	1	1	51
		Subtotal =	279	143	279	230	330	322	134	150	165	123	2155
		TOTAL=	1261					894					

Anexo 6

Resultados del Protocolo II de Bioevaluación

Resultados del Protocolo II de Bioevaluación Rápida				
	Verano	Invierno	Promedio	Categoría promedio
E1 Afluente	100	100	100	NI
E2 Efluente	44	56	50	MI
E3 Zona Ganadera	75	94	84	NI
E4 Zona Piscícola	38	100	69	SI
E5 Comunidad	44	69	56	SI

Anexo 7

Análisis físico-químico del Río Migüir

Resultados del análisis físico-químico del río Migüir											
Estación	Altura	Conductividad uS cm ⁻¹	DBO5 mg l ⁻¹	Fósforo ug l ⁻¹	Nitratos ug l ⁻¹	NKT mg l ⁻¹	Sólidos totales mg l ⁻¹	Coliformes Totales NMP 100 ml ⁻¹	Coliformes Termotolerantes NMP 100 ml ⁻¹	Oxígeno Disuelto mg l ⁻¹	Temperatura °C
ES1	3794	70	0,5	8,23	7,26	0,11	44	50	4	6,17	8,3
ES2	3756	86	0,2	2,55	3,35	0,11	44	4	0	6,39	11,4
ES3	3625	94	0,2	5,15	5,52	0,34	56	30	4	5,48	11
ES4	3612	121	0,2	7,79	2,91	0,67	75	240	23	5,96	11
ES5	3444	129	0,15	9,4	3,35	0,22	72	2400	13	5,97	11,9
EL1	3794	61	0,3	6,7	52,8	0,38	59	70	0	6,17	9,6
EL2	3756	83	0,3	2,2	39,16	0,24	53	0	0	6,5	10
EL3	3625	87	0,9	4,7	8,22	0,5	65	33	0	6,6	10
EL4	3612	103	0,6	7,3	0,72	0,33	65	70	13	6,2	9,7
EL5	3444	111	0,6	9,78	12,91	0,43	77	140	33	5,18	9,6

Anexo 8. Resultados de materia orgánica, densidad aparente, nitrógeno, conductividad, calcio, potasio y suma de bases.

Resultado de materia orgánica, densidad aparente, nitrógeno, conductividad, calcio, potasio y Suma de bases														
código	M.O. %	Interpretación *	D.A. g cm ⁻³	Interpretación **	N %	Interpretación ***	Cond. ms cm ⁻¹	Interpretación **	Ca meq 100 ml ⁻¹	Interpretación ****	K meq 100 ml ⁻¹	Interpretación ****	Σ bases meq 100 ml ⁻¹	Interpretación ****
P1	52,8	Alto	0,44	Ideal	0,22	Alto	0,527	No salino	6,3	Alto	1,3	Alto	10	Alto
P2	54,6	Alto	0,28	Ideal	0,44	Alto	0,218	No salino	34,6	Alto	0,4	Medio	36,2	Alto
P3	62,0	Alto	0,69	Ideal	0,51	Alto	0,392	No salino	32,6	Alto	1	Alto	36,8	Alto
P4	77,2	Alto	0,26	Ideal	0,45	Alto	0,155	No salino	0,6	Bajo	1,2	Alto	3,2	Alto
P5	6,4	Alto	0,52	Ideal	0,23	Alto	0,104	No salino	22	Alto	0,6	Alto	23,5	Alto
P6	23,2	Alto	0,64	Ideal	0,11	Medio	0,170	No salino	27,4	Alto	1,4	Alto	29,9	Alto
P7	52,6	Alto	0,21	Ideal	0,35	Alto	0,827	No salino	19,2	Alto	1,2	Alto	24,5	Alto
P8	35,6	Alto	0,60	Ideal	0,19	Medio	0,260	No salino	8,1	Alto	0,8	Alto	9,3	Alto
P9	51,0	Alto	0,44	Ideal	0,47	Alto	0,132	No salino	8,8	Alto	0,6	Alto	10	Alto
P10	38,4	Alto	0,59	Ideal	0,34	Alto	0,075	No salino	9	Alto	0,3	Medio	9,9	Alto
P11	49,6	Alto	0,18	Ideal	0,40	Alto	0,629	No salino	38	Alto	1,2	Alto	41,7	Alto
P12	38,0	Alto	0,51	Ideal	0,39	Alto	0,296	No salino	54,2	Alto	0,8	Alto	57,5	Alto
P13	24,0	Alto	0,51	Ideal	0,22	Alto	0,185	No salino	23,7	Alto	1,5	Alto	27,6	Alto
P14	28,5	Alto	0,68	Ideal	0,22	Alto	0,253	No salino	22,1	Alto	0,6	Alto	24,3	Alto
P15	39,5	Alto	0,51	Ideal	0,25	Alto	0,218	No salino	5,3	Alto	0,8	Alto	6,8	Alto
P16	36,4	Alto	0,53	Ideal	0,27	Alto	0,217	No salino	1,1	Bajo	1,5	Alto	3,9	Alto

*Fuente: National Soil Survey Handbook (USDA 1993); ** Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo (USDA 1998); *** Guía para la interpretación de análisis de suelos (Ansaloni 1993); **** INIAP

Anexo 9

Resumen del mapeo participativo del recurso suelo

Resumen del Mapeo Participativo			
Uso de suelo	Problemas	Causas	Soluciones
Parque Nacional Cajas	El suelo está compactado El suelo está contaminado con basura	Presencia de turistas Presencia de ganado Presencia de Shamanes Sobrecarga de turistas	Controlar el ingreso al PNC Respetar los senderos Reforestación con plantas nativas Crear una zona de recuperación Tener la capacidad de carga turística Controlar la pesca
Cultivos	Existe un proceso de erosión Existen periodos de sequía Existe una baja productividad	Tala del chaparro Periodos de sequía Pendientes pronunciadas	Conservación de suelos, sistemas de riego, trabajo contrapendiente, rotación de cultivos Reforestación con plantas nativas
Pastizales	Existe una baja productividad	Periodos de sequía Escasez de nutrientes	Manejo de suelos Utilización de cercas vivas Reforestación con plantas nativas Sistemas de riego
Pajonal	Los suelos son secos La zona no tiene vegetación Existe un proceso de erosión	La quema Tala de Bosques	Eliminar las quemas Reforestación con plantas nativa Manejo especial de la zona Conservación de zonas
Bosque y chaparro	Existe un proceso de erosión Existe una alta pedregosidad	Pendientes pronunciadas	Conservación de bosques y el chaparro Manejo de los cultivos

Resumen del mapeo participativo del recurso agua

Resumen del Mapeo Participativo			
Recurso Agua	Problemas	Causas	Soluciones
Piedra Luspa Atasco	Existe contaminación del agua Existe un mayor crecimiento de algas	Erosión por la lluvia Turismo descontrolado Erosión por el viento Pisoteo de la gente	No se identificó solución
Casa blanca	Existe contaminación del agua Existe un mayor crecimiento de algas	Procesos erosivos Arrastre de sedimentos Contaminación con basura	No se identificó solución
Capillapamba	Existe contaminación del agua Existe un mayor crecimiento de algas	Procesos erosivos Arrastre de sedimentos Contaminación con basura	Educación a la población y a los choferes
Comunidad	El color y sabor del agua cambiaron	Presencia de la via Basura de la via Erosión de la zona	No se identificó solución

Anexo 10

Comparación de transparencia con las otras lagunas

Disco Secchi	
Laguna	Transparencia
Luspa	10 m
Surocucho	5,4 m
Taitachugo	6,5 m
Toreadora	5,2 m