

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA  
DE RIEGO PRESURIZADO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RÍO ATAPO.

**Autores:** Alex Javier Jiménez Vargas

Marco Andrés Romero Aguilera

**Tutor:** Ing. Benito Mendoza PhD

**Riobamba - Ecuador**

**Año 2018**



## REVISION DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RÍO ATAPO., **presentado por: Jiménez Vargas Alex Javier y Romero Aguilera Marco Andrés**

Dirigido por: PhD. Benito Mendoza

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Dra. Julia Calahorrano Gonzáles MsC

Presidenta del Tribunal

Ing. Benito Mendoza PhD

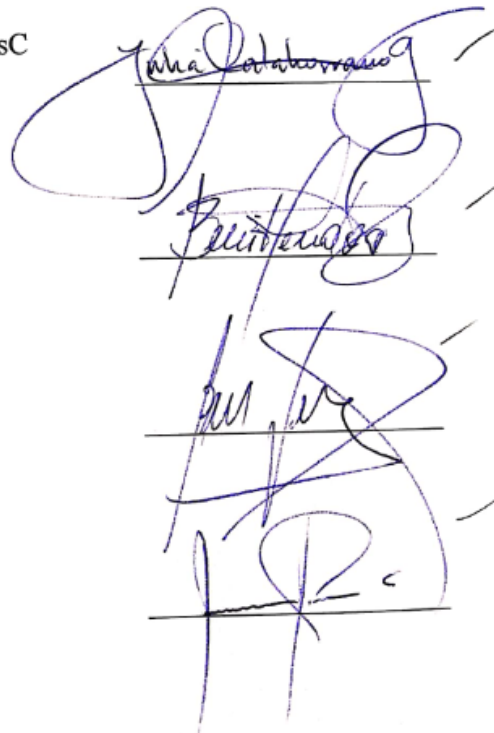
Director del proyecto

Ing. Mauro Jiménez MsC

Miembro del tribunal

Ing. Iván Ríos PhD

Miembro del tribunal



## DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de INGENIERO AMBIENTAL, con el tema: **“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RÍO ATAPO”**, ha sido elaborado por: JIMÉNEZ VARGAS ALEX JAVIER y ROMERO AGUILERA MARCO ANDRÉS, el mismo que ha sido revisado y analizado en un cien por ciento con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que se encuentra apta para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.



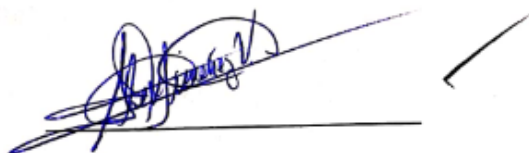
---

Ing. Benito Mendoza PhD

Director del proyecto

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **JIMÉNEZ VARGAS ALEX JAVIER**, con cédula de identidad No. 060406017-8 y **ROMERO AGUILERA MARCO ANDRÉS**, con cédula de identidad No. 172490588-8, somos responsables de las ideas, doctrinas, resultados y propuesta realizada en la presente investigación y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Alex Jiménez

C.I. 060406017-8



Marco Romero

C.I. 172490588-8

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra Alma Máter, la Universidad Nacional de Chimborazo, por la excelencia académica y humanista que nos ha brindado, a la Facultad de Ingeniería y a la Carrera de Ingeniería Ambiental donde nos hemos formado como profesionales capaces de afrontar retos con ética y responsabilidad.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Ambiental, por haber nos transmitido sus conocimientos y experiencias personales durante estos 5 años de estudios; por la amistad que hemos formado durante nuestra vida universitaria.

A nuestros amigos del proyecto SOCE: Ing. Franklin Cargua, e Ing. Marco Rodríguez, por su apoyo y conocimientos los cuales nos ayudaron en el desarrollo de nuestra tesis, al ingeniero Benito Mendoza, quien nos guio, brindo su tiempo y las facilidades en el desarrollo de esta investigación.

A la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA), por su apoyo y apertura en el desarrollo del estudio.

A todos ellos gracias

*Alex Javier Jiménez Vargas*

*Marco Andrés Romero Aguilera*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedico con todo cariño y gratitud, a Dios y fundamentalmente a mis padres Milton y Norma por ser el pilar fundamental de mi vida, quienes han sabido guiarme, con sus consejos y su ejemplo de superación, ya que han sabido salir adelante en las buenas y malas los amo mucho; a mis hermanas Patricia y Vanessa por ser mi apoyo incondicional; a mi cuñado Mauro quien ha sabido darme consejos y guiarme como un segundo padre. “Muchas Gracias”.

*Alex Javier Jiménez Vargas*

Con todo el cariño del mundo dedico es trabajo a mi papá Marco Romero, a mi abuelita Inés Uriarte, y a mi mamá Yadira Aguilera por apoyarme en todo momento. A mi primo y hermano, Anthony Loor por estar siempre conmigo.

*Marco Andrés Romero Aguilera*

## Índice

REVISION DEL TRIBUNAL .....	i
DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA .....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
DEDICATORIA .....	v
Resumen .....	ix
<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	1
<b>1.2. Justificación</b> .....	2
<b>2. Objetivos</b> .....	3
<b>2.1. Objetivo general</b> .....	3
<b>2.2. Objetivos específicos</b> .....	3
<b>3. Estado del arte relacionado al marco teórico</b> .....	4
<b>3.1. Microcuenca</b> .....	4
<b>3.2. Calidad del suelo</b> .....	4
<b>3.3. Calidad del agua</b> .....	4
<b>3.4. Cobertura vegetal</b> .....	5
<b>3.5. Cambio de uso del suelo</b> .....	5
<b>3.5.1. Análisis del cambio de uso del suelo.</b> .....	6
<b>3.6. Cartografía</b> .....	6
<b>3.6.1. Sistemas de Información Geográfica (SIG).</b> .....	6
<b>3.6.2. Clasificación de imágenes satelitales</b> .....	7
<b>3.6.2.1. Clasificación no supervisada.</b> .....	7
<b>3.6.2.2. Clasificación supervisada.</b> .....	7
<b>3.6.3. Percepción remota</b> .....	7
<b>3.7. Matriz de tabulación cruzada</b> .....	8
<b>3.8. Estudios de Impacto Ambiental (EsIA)</b> .....	9
<b>3.8.1. Aplicaciones de los estudios de impacto ambiental.</b> .....	9
<b>3.8.2. Legislación ecuatoriana relacionada a los estudios de impacto ambiental.</b> .....	10
<b>3.8.3. Métodos de identificación y evaluación cuantitativa de impactos ambientales.</b> ....	10
<b>3.8.3.1. Identificación de impactos ambientales.</b> .....	11
<b>3.8.3.2. Desagregación del medio ambiente.</b> .....	11
<b>3.8.3.3. Evaluación cuantitativa de los impactos ambientales.</b> .....	11
<b>3.8.3.4. Parámetros de evaluación según la metodología propuesta por Arboleda.</b> .....	12
<b>3.8.3.5. Descripción del impacto.</b> .....	13
<b>3.9. Plan de manejo ambiental</b> .....	13



<b>4. Metodología</b> .....	13
<b>4.1. Área de estudio</b> .....	13
<b>4.2. Tratamiento de las imágenes satelitales</b> .....	14
<b>4.3. Clasificación supervisada</b> .....	14
<b>4.4. Validación de la clasificación</b> .....	15
<b>4.5. Análisis de cambio de uso de suelo</b> .....	15
<b>4.6. Análisis de suelo</b> .....	17
<b>4.7. Análisis calidad de agua</b> .....	17
<b>4.8. Análisis socioeconómico</b> .....	18
<b>4.9. Identificación de impactos</b> .....	18
<b>4.10. Evaluación cuantitativa de los impactos</b> .....	18
<b>4.11. Plan de manejo ambiental</b> .....	19
<b>5. Resultados y discusión</b> .....	19
<b>5.1. Área de influencia directa e indirecta</b> .....	19
<b>5.2. Descripción del sistema de riego Atapo Palmira</b> .....	19
<b>5.3. Descripción del medio ambiente</b> .....	20
<b>5.3.1. Línea base</b> .....	21
<b>5.3.1.1. Uso del suelo de la microcuenca del río Atapo</b> .....	21
<b>5.3.1.2. Análisis de suelos</b> .....	24
<b>5.3.1.3. Análisis de agua</b> .....	25
<b>5.3.1.4. Análisis socioeconómico</b> .....	27
<b>5.4. Identificación de los impactos</b> .....	28
<b>5.5. Valoración de los impactos</b> .....	29
<b>5.6. Plan de manejo ambiental</b> .....	31
<b>6. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	31
<b>6.1. Conclusiones</b> .....	32
<b>6.2. Recomendaciones</b> .....	33
<b>7. Bibliografía</b> .....	34
<b>8. Anexo</b> .....	39
<b>Anexo 1</b> Tabla de desagregación del ambiente en sus 3 niveles de complejidad y posibles alteraciones de sus elementos.....	39
<b>Anexo 2</b> Tabla de rangos y valoración de los criterios utilizados para cada impacto ambiental. ...	42
<b>Anexo 3</b> Modelo de ficha para la descripción de impactos ambientales.....	42
<b>Anexo 4</b> Mapa de la unidades geológicas de la microcuenca Atapo-Pumachaca.....	43
<b>Anexo 5</b> Formato de la encuesta socioeconómica .....	44
<b>Anexo 6</b> Formato de presentación del cálculo de la calificación ambiental para cada impacto .....	45
<b>Anexo 7</b> Cuadro de tabulación de los impactos de acuerdo a su importancia .....	45
<b>Anexo 8</b> Modelo y descripción de la ficha para el plan de manejo ambiental .....	46

<b>Anexo 9</b>	Resultados de la validación .....	47
<b>Anexo 10</b>	Matriz de transición de tabulación cruzada del área de influencia indirecta .....	48
<b>Anexo 11</b>	Matriz de transición de tabulación cruzada del área de influencia directa .....	56
<b>Anexo 12</b>	Resultados del análisis de los suelos de la microcuenca del río Atapo-Pumachaca.....	64
<b>Anexo 13</b>	Resultados del análisis de suelos en las comunidades de Atapo-Quichalan, Atapo Santa Cruz, San Francisco 4 Esquinas, Palmira Centro y Palmira Dávalos.....	65
<b>Anexo 14</b>	Resultados del análisis de calidad del agua de los ríos de la microcuenca mediante el índice ICA .....	66
<b>Anexo 15</b>	Matriz de identificación de impactos.....	67
<b>Anexo 16</b>	Matriz de identificación de impactos.....	69
<b>Anexo 17</b>	Fotografías .....	71
<b>Anexo 18</b>	Plan de Manejo Ambiental .....	73

### Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Matriz de tabulación cruzada para comparar 2 mapas en un intervalo de tiempo.....	8
<b>Tabla 2</b>	Rangos de importancia ambiental .....	12
<b>Tabla 3</b>	Dinámica del cambio de las cobertura de uso de suelo en 1999, 2007 y 2017 en la microcuenca del río Atapo-Pumachaca (área de influencia indirecta) .....	22
<b>Tabla 4</b>	Dinámica del cambio de las cobertura de uso de suelo en 1999, 2007 y 2017 en el área de influencia directa. ....	22
<b>Tabla 5</b>	Geología del área de influencia indirecta .....	25
<b>Tabla 6</b>	Resultados del análisis de calidad del agua en las vertientes y ríos finales de la microcuenca Atapo-Pumachaca.....	26
<b>Tabla 7</b>	Análisis de calidad de agua para riego de la vertiente Pampalán y Patococha 1 y 2.....	26
<b>Tabla 8</b>	Impactos ambientales más relevantes identificados .....	28
<b>Tabla 9</b>	Tabulación de los impactos ambientales .....	30

### Índice figuras

<b>Figura 1</b>	Mapa de ubicación de la microcuenca del río Atapo .....	14
<b>Figura 2</b>	Desagregación del Proyecto de riego Atapo Palmira en sus componentes y actividades.....	20
<b>Figura 3</b>	Sistemas, componentes y elementos de la jerarquía del medio ambiente.....	21

### Índice ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b>	Esquema de conformación de un Consejo de Microcuenca <b>Fuente:</b> Proyecto Tacana UICN .....	74
<b>Ilustración 2.</b>	Cercado del margen del río Tomebamba-Cuenca.....	74

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue medir los impactos generados a nivel social y ambiental por el funcionamiento del proyecto sistema de riego Atapo – Palmira en la microcuenca del río Atapo. La metodología empleada en este estudio se divide en 2 partes: en el levantamiento de la información; y en la identificación y valoración de los impactos. En la primera parte se recogió estudios e información del sistema de riego; se realizó un análisis multitemporal de la cobertura del suelo en 2 intervalos de tiempo 1999-2007 y 2007-2017 a través de los sistemas de información geográfica; se realizó análisis de laboratorio de suelos de la microcuenca y de las zonas de riego; análisis de calidad del agua de las vertientes y ríos finales; y se aplicaron encuestas y entrevistas para conocer la percepción de las comunidades con respecto del proyecto. En la segunda parte se realizó la identificación y valoración de los impactos utilizando el método propuesto por Arboleda 1986, que evalúa el impacto a través de 5 parámetros: clase, presencia, duración, evolución y magnitud; se identificaron 28 impactos ambientales relevantes, determinables y excluyentes que fueron valorados de forma independiente. Los resultados de la investigación estimaron que el proyecto produce un impacto neto positivo y significativo a nivel ambiental y social por la recuperación de suelos degradados; el incremento de la agricultura con prácticas agroecológicas; la reducción de la susceptibilidad de los suelos desnudos y la vegetación seca a ganar en relación a otras categorías de cobertura más beneficiosas; el mejoramiento de la calidad de las plantaciones forestales; por el incremento de los ingresos económicos y la reducción de la carga laboral; y el fortalecimiento de las organizaciones comunitarias. Finalmente el aporte de esta investigación es la elaboración de un plan de manejo con las medidas de mitigación y compensación para los impactos negativos evaluados.

## Abstract

The objective of this research was to measure the impacts generated at a social and environmental level by the operation of the Atapo - Palmira irrigation system project in the Atapo river microbasin. The methodology used in this study is divided into 2 parts: in the gathering information; and identification and assessment of impacts. In the first part, studies and information of the irrigation system were collected. A multitemporal analysis of the land cover was carried out in 2 time intervals 1999-2007 and 2007-2017 through geographic information systems. Laboratory analysis of soil in the micro-basin and irrigation areas was carried out; water quality analysis of the final springs and rivers; and surveys and interviews were applied to know the perception of the communities related to the project. In the second part, the identification and assessment of the impacts was carried out using the method proposed by Arboleda 1986, which evaluates the impact through 5 parameters: class, presence, duration, evolution and magnitude; Twenty-eight relevant, determinable and excluding environmental impacts were identified that were valued independently. The results of the investigation estimated that the project produces a positive and significant net environmental; and social impact due to the recovery of degraded soils; the increase of agriculture with agro-ecological practices; the decrease of the susceptibility of bare soils and dry vegetation to gain in relation to other more beneficial cover categories. The improvement gives the quality of forest plantations; by the increase of the economic income and the reduction of the work load; and the strengthening of community organizations. Finally, the contribution of this research is the development of a management plan with the mitigation and compensation measures for the negative impacts evaluated.



Reviewed by: Solís, Lorena

LANGUAGE CENTER TEACHER



## **1. Introducción**

### **1.1. Planteamiento del problema**

En el contexto nacional la actividad agrícola provoca cambios en la configuración de la cobertura vegetal por la demanda de alimentos y la necesidad de la población a mejorar su nivel de vida; de igual forma las decisiones del gobierno a través de las políticas públicas han incidido en el manejo de los recursos naturales; la reforma agraria, la Ley de desarrollo agrícola y la Ley de colonización de la región amazónica, con el objetivo de mejorar el bienestar de la población a través del acceso a la tierra concluyeron en el uso de suelo de forma indiscriminada y anti técnica (Flasco & PNUMA, 2008).

Los efectos de las políticas en el territorio, incrementaron la superficie de suelo cultivada, siendo para 2008 el 45.7% del territorio; además el avance rápido de la frontera agrícola y las plantaciones forestales, generaron la fragmentación de los ecosistemas. Ecuador paso tener 1293 parches de bosques con una extensión de 192.1km<sup>2</sup> a tener en 2001 3502 parches con una extensión de 39.6 km<sup>2</sup>. Es decir una fragmentación de 2.7 veces y una reducción de 4.8 veces de los ecosistemas (Flasco & PNUMA, 2008).

En la provincia de Chimbo razo los resultados de la reforma agraria de 1973 precarizaron las formas de vida de las comunidades kwichuas, al recibir pequeños minifundios sin aptitud agrícola y en zonas de alto riesgo facilitando la erosión. El porcentaje de suelos degradados en Chimborazo es de 9,15%; además debido a la minería, la agricultura, las practicas agroforestales, la ganadería y los asentamientos humanos la provincia ha experimentado una reducción del 7,5% de los ecosistemas de paramo y arbustales (GAD de Chimborazo, 2012).

Guamote es el cantón más afectado por la erosión en la provincia de Chimborazo, la degradación llega a las 25110,86 has es decir el 3,86% de la provincia. La erosión se debe en parte al tipo de suelo arenoso que predomina, esta condición natural ha afectado a las comunidades rurales de la parroquia Palmira quienes no pueden desarrollar sus actividades agropecuarias (GAD de Chimborazo, 2012).

La implementación del sistema de riego presurizado Atapo-Palmira ha permitido cumplir con los desafíos del proyecto de desarrollo integral de las comunidades rurales de Alausí y Guamote; el plan agroforestal con visión rural de GAD de Palmira; y el manejo de cuencas hidrográficas de la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA). Este proyecto beneficia a 532 familias que se dedican a la agricultura y la ganadería, sin embargo, en esta zona, antes

del proyecto, la labor agrícola siempre se ha visto afectada por la escasez de agua. Desde 2015 con el funcionamiento del proyecto, la actividad económica y productiva de la zona ha tenido impactos positivos, traduciéndose en un incremento del bienestar social, por una mayor oferta al mercado local. La implementación también ha provocado efectos sobre el ambiente, aunado a las decisiones y planes locales para el desarrollo, que han incidido en el cambio del uso y cobertura del suelo; presión sobre los recursos hídricos y deterioro de ecosistemas frágiles (CESA, 2011).

## **1.2. Justificación**

El estudio de impacto ambiental es un instrumento importante en la gestión ambiental que tiene identidad propia por lo que no es parte únicamente de un ejercicio burocrático (Fernández Vítora, 2010); este instrumento permitirá conocer cuáles son los problemas ambientales y sociales causados por el funcionamiento del sistema de riego Atapo-Palmira; el estudio identificará, valorará y evaluará los impactos ambientales más significativos a través: del análisis multitemporal de uso de suelo, análisis de laboratorio de suelos y calidad del agua; salidas de campo, encuestas y entrevistas con los usuarios directos del proyecto; con el fin de generar un plan de manejo ambiental que prevenga, reduzca y mitigue los impactos ambientales. Este estudio también permitirá contar con información valiosa para desarrollar políticas en el uso y manejo de los recursos naturales; permitirá identificar el estado actual de los recursos, y pondrá a disposición de la población de Palmira y Tixán, herramientas para que sus autoridades planifiquen su desarrollo en base a la disponibilidad de los mismos, desde la unidad lógica de planificación que es la microcuenca.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Realizar un estudio de Impacto Ambiental en el área de influencia del sistema de riego Atapo-Palmira, para evaluar los cambios producidos en la microcuenca del río Atapo.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Levantar una línea base de los factores ambientales en el área de influencia del sistema de riego Atapo-Palmira en la microcuenca del río Atapo.
- Realizar el estudio multitemporal del área de influencia del sistema de riego Atapo-Palmira en la microcuenca del río Atapo, en base a 3 periodos de tiempo; 1999, 2007 y 2017
- Identificar, valorar y evaluar los impactos ambientales causados por la implementación del sistema de riego Atapo-Palmira en la microcuenca del río Atapo.
- Desarrollar el Plan de Manejo Ambiental en base a los impactos ambientales negativos identificados en el Estudio de Impacto Ambiental.

### **3. Estado del arte relacionado al marco teórico**

#### **3.1. Microcuenca**

Conceptualmente la microcuenca es el territorio definido y delimitado por una divisoria de aguas o parte aguas, que colecta la precipitación y la escurre hacia un cauce o río principal el cual desemboca en un río de mayor orden, en una laguna o el mar mismo (Ordóñez, 2011); por la extensión son unidades pequeñas menores a 5.000 hectáreas por donde fluyen quebradas y riachuelos que drenan a los ríos secundarios de las subcuenca (Sánchez, Garcia, & Palma, 2003). La microcuenca también se caracteriza desde un nivel ecosistémico, por ser el espacio donde interactúan e interrelacionan las actividades humanas con los recursos naturales (Ordóñez, 2011) .

La microcuenca también puede ser descrita como un ‘sistema’ conformado por la interdependencia de subsistemas económicos, biofísicos, y sociales. Al ser un sistema integrado por los elementos de la cuenca, donde el agua cumple un papel integrador de todos los elementos, se pueden identificar los impactos del hombre sobre la calidad y abundancia de la misma (López Báez, 2013).

La microcuenca es la unidad territorial donde se generan una serie de dinámicas naturales entre las especies de flora y fauna de los ecosistemas, su dependencia del biotopo de la microcuenca y la energía solar. Las diferentes dinámicas han establecido las funciones ambientales, que permiten al ambiente autorregularse de forma natural y mantener el equilibrio de los ecosistemas (Ramsar, 2010).

#### **3.2. Calidad del suelo**

Se puede entender también como la salud del suelo, existen algunas definiciones de calidad del suelo, algunas de ellas tienen que ver con la utilidad del suelo para un propósito específico, el estado de las propiedades y características del suelo y actualmente se ha desarrollado un concepto relacionado al ecosistema donde interactúa. La calidad del suelo entonces, es la capacidad que tiene este para funcionar, sostener y mantener armoniosamente la productividad del ecosistema (Bautista, Etchevers, Castillo, & Gutiérrez, 2004).

#### **3.3. Calidad del agua**

Es una variable descriptiva que identifica la aptitud del agua para destinarla algún uso en base a los límites permisibles establecidos en la legislación. Esta se puede medir a través de



indicadores como el WQI NSF (ICA). El índice de calidad de agua indica el grado de contaminación que ha sufrido el agua a través de 9 parámetros: Coliformes fecales, pH, DBO5, nitratos, fosfatos, temperatura, turbidez, sólidos totales y oxígeno disuelto (Aguilar Ibarra, 2010).

### **3.4. Cobertura vegetal**

Es la cubierta biológica o el conjunto de cualidades biofísicas que cubre el suelo y mantiene un permanente intercambio de materia y energía con los diferentes factores ambientales del medio (The National Academies Press, 2014). Está cubierta puede ser natural o el resultado de la intervención del hombre a través de los cultivos. Al estar condicionados por la geología, clima, pendiente, topografía etc. establecen indicadores ambientales de sus funciones ecosistémicas, donde sus cambios pueden identificar su modificación y alteración (Ayala-Izurieta et al., 2017).

### **3.5. Cambio de uso del suelo**

Es importante tener en cuenta que el territorio es el espacio donde interactúan las diferentes actividades humanas con el ambiente, por tanto es la unidad de estudio que debe ser considerada en el cambio de uso del suelo; este espacio geográfico comprende una constitución social de la relación hombre-naturaleza, ya que sus modificaciones han sido resultado de la capacidad tecnológica y productiva de acuerdo a su visión cultural (Arancibia, 2008).

Los procesos naturales, así también las actividades agrícolas, la producción energética, y la construcción generan constantemente cambios en el uso y la cobertura del suelo; estas producen efectos biofísicos, económicos, culturales y políticos (Aldwaik & Pontius, 2012). Los cambios de uso de suelo responde a las diferentes políticas y normativas que forman parte de la gestión del suelo y que han generado diversos patrones de cambio o la configuración espacial del uso de suelo; es importante señalar que los procesos de cambio actúan de forma dinámica y en diferentes niveles (Braumoh, 2006). La intensidad de estos patrones pone en riesgo los servicios ecosistémicos generados por los sistemas naturales (Quétier, Lavorel, Daigney, & de Chazal, 2009).

La deforestación y los cambios en el uso del suelo han despertado el interés de la comunidad científica por ser una de las causas del calentamiento global; como se explicó anteriormente, la cobertura vegetal está condicionada por factores externos, entre ellos el clima, que además afecta la distribución de los diferentes ecosistemas (Rodríguez, Pabón, Bernal, & Martínez,

2010). La alteración de la cobertura incide en la pérdida de la capacidad del ambiente para fijar carbono al suelo, afectando gravemente los ciclo biogeoquímicos (Alo & Pontius, 2008). De igual forma al perderse los ecosistemas terrestres por el cambio de las condiciones ambientales provocan la desaparición de especies de flora y fauna, afectando a la diversidad biológica (Quétier et al., 2009).

### **3.5.1. Análisis del cambio de uso del suelo.**

Son las interpretaciones realizadas a través de información cualitativa y cuantitativa de los procesos de cambio de uso de suelo; Los análisis se obtienen a través de la caracterización de las transformaciones del suelo con su posterior monitoreo para predecir nuevos cambios y consecuencias (Aldwaik & Pontius, 2012); existen diferentes modelos para el análisis del usos y cobertura del suelo que se basan en los sistemas humano naturales, aplicados desde parcelas en áreas urbanas hasta grandes extensiones (The National Academies Press, 2014).

Los modelos distinguen 3 metas: 1 descubrir cuáles son las causas que provocan el cambio, 2 es evaluar los impactos del cambio y 3 pronosticar la configuración del uso del suelo bajo escenarios (Aldwaik & Pontius, 2012).

El análisis del uso de suelo tiene importancia en los estudios de impacto ambiental, debido a que evalúan los cambios dados y generan escenarios futuros; por tanto, permiten diseñar políticas para el manejo de los recursos naturales (The National Academies Press, 2014). El monitoreo del uso de suelo permite diseñar sistemas de alerta temprana para prevenir potenciales e irreversibles impactos (Ayala-Izurieta et al., 2017).

## **3.6. Cartografía**

La representación de la superficie terrestre y los diferentes fenómenos mediante la cartografía, han experimentado un avance en el desarrollo de nuevos software, el uso de la teledetección y los sensores remotos, haciendo fácil el estudio de las dinámicas del cambio en el uso y la cobertura del suelo (Arancibia, 2008).

### **3.6.1. Sistemas de Información Geográfica (SIG).**

Son herramientas informáticas que permiten la representación de la realidad a través de diferentes capas que recogen información de la realidad; para ello hacen uso de software, datos digitales, hardware, usuario. Permiten la visualización, almacenamiento y procesamiento de los datos (Arancibia, 2008) a través del monitoreo espacial y temporal permiten el estudio de los

patrones de cambio de cobertura vegetal identificando su distribución y evolución (Alo & Pontius, 2008).

### **3.6.2. Clasificación de imágenes satelitales.**

Es una herramienta que permite la clasificación de los píxeles de una imagen, en base a la información espectral de los objetos, y estos son representados con números digitales. La clasificación da categorías a los píxeles, incluyéndolos en las diferentes coberturas del suelo, para generar mapas temáticos (Moreno, 2017).

La clasificación permite que las imágenes sean analizadas a través de la información espectral que contiene cada píxel, permitiendo clasificarlas en niveles digitales similares, dentro de clases, en función de sus firmas espectrales (United Nations, 2013).

#### ***3.6.2.1. Clasificación no supervisada.***

Este método no requiere la visita del campo, ya que es el propio algoritmo quien define las clases de acuerdo a los datos. Para el método es necesario que se indique el número de clases, los tamaños máximos y mínimos. La información es clasificada en subconjuntos llamados conglomerados y retornan el resultado agrupado (Moreno, 2017).

#### ***3.6.2.2. Clasificación supervisada.***

La clasificación supervisada se basa en el conocimiento del terreno con el fin de establecer áreas de entrenamiento o pilotos; estas permiten determinar un algoritmo de clasificación que se encarga de calcular los parámetros estadísticos de las bandas para cada área; luego se evalúa cada ND de la imagen, comparándolo y asignado una clase (United Nations, 2013).

El clasificador de máxima verosimilitud (MVS) es el algoritmo paramétrico más empleado en percepción remota por ser acertado y eficiente cuando existen datos con distribución normal (Moreno, 2017).

### **3.6.3. Percepción remota.**

Es una técnica de los SIG que se basa en la reflectancia de la radiación que emiten los diferentes objetos que se encuentran en la superficie terrestre y que son captados a través de sensores remotos instalados en plataforma áreas que absorben las diversas longitudes de onda emitidas (Falcón García, 2014); el análisis también comprende el tratamiento de las imágenes e involucra el estudio de las firmas espectrales, las cuales son características distintivas de un

determinado objeto, en función de su capacidad para reflejar la radiación de acuerdo a una longitud de onda (Corrales Andino & Ochoa López, 2014).

La percepción remota permite el estudio multitemporal de la cobertura del suelo a través de imágenes satelitales, ya que estas proporcionan detalles con precisión de la relación entre la reflectancia y las características de la cobertura; con lo cual se pueden establecer esquemas de clasificación y un método de categorización (Ayala-Izurieta et al., 2017).

### 3.7. Matriz de tabulación cruzada

Es una forma práctica de evaluar el cambio de la cobertura vegetal, basándose en la superposición de 2 mapas de un mismo sitio con las mismas categorías de uso de suelo, en diferentes intervalos de tiempo; en la matriz las filas representan las categorías en el tiempo inicial y las columnas las categorías en el tiempo final. Las matrices permiten identificar los patrones fundamentales de cambio y los procesos que generan las transiciones (Pontius, Shusas, & McEachern, 2004) (Aldwaik & Pontius, 2012).

La metodología planteada por Pontius permite distinguir 2 tipos de transiciones que ocurren en el cambio de categoría (Pontius et al., 2004) las transiciones aleatorias son aquellas que ganan en función de la disponibilidad de las demás categorías a perder; y las transiciones sistemáticas son cualquier desviación importante en las proporciones de las categorías (Braumoh, 2006). El estudio se realiza en 3 niveles de análisis intervalo, categoría y transición; para evaluar el tamaño e intensidad del cambio (Aldwaik & Pontius, 2012).

**Tabla 1** Matriz de tabulación cruzada para comparar 2 mapas en un intervalo de tiempo

	Tiempo 2				Tiempo total 1	Pérdida
	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4		
<b>Tiempo 1</b>						
Categoría 1	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{14}$	$P_{1+}$	$P_{1+} - P_{11}$
Categoría 2	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$	$P_{24}$	$P_{2+}$	$P_{2+} - P_{22}$
Categoría 3	$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$	$P_{34}$	$P_{3+}$	$P_{3+} - P_{33}$
Categoría 4	$P_{41}$	$P_{42}$	$P_{43}$	$P_{44}$	$P_{4+}$	$P_{4+} - P_{44}$
<b>Tiempo total 2</b>	$P_{+1}$	$P_{+2}$	$P_{+3}$	$P_{+4}$	$1$	
<b>Ganancia</b>	$P_{+1} - P_{11}$	$P_{+2} - P_{22}$	$P_{+3} - P_{33}$	$P_{+4} - P_{44}$		

Fuente: (Pontius et al., 2004)(Alo & Pontius, 2008)

Elaborado por: Autores

En la tabla 1 se observan los diferentes índices de cambio para el análisis de las ganancias, pérdidas y persistencias; donde,  $P_{i+}$  es la suma de todos los valores de la fila y representa la

proporción de la categoría  $i$  en el tiempo 1;  $P_{+i}$  es la suma de todos los valores de la columna  $j$  que representa la proporción de categoría  $j$  en el tiempo 2; las entradas de cada columna, fuera de la diagonal, dados por  $P_{ij}$  representan la transición de la categoría  $i$  a la categoría  $j$ ; los valores dentro de la diagonal  $P_{jj}$  representa la proporción de suelo que persiste en la categoría  $j$ ; las ganancias se encuentran en la última fila ( $G_j = P_{+j} - P_{jj}$ ) y las pérdidas se encuentran en la columna ( $L_i = P_{i+} - P_{ii}$ ).

La persistencia es importante en el análisis de las ganancias y las pérdidas, sin embargo estas no permiten identificar el tipo de transición ocurrida, debido a que no examinan las entradas fuera de la diagonal, para ello se utilizan matrices de transición, que consideran el valor numérico y el signo de 4 parámetros para cada combinación de categoría (Pontius et al., 2004).

### **3.8. Estudios de Impacto Ambiental (EsIA)**

Las EsIA permiten identificar los impactos previamente antes de tomar una decisión en la gestión de los suelos (Chen, Yang, Chen, & Li, 2015). Son instrumentos de carácter administrativo y técnico de la gestión ambiental que aparecieron con la Ley Política Ambiental Nacional de los Estados Unidos en el año de 1969; actualmente, todos los países las han aceptado a través de los diferentes acuerdos internacionales (Dendena & Corsi, 2015), incluyéndolas dentro de su marco jurídico, pasando a ser parte de regulaciones específicas que contienen el alcance de la participación pública y consulta (Aguilar-Stoen & Hirsch, 2015).

Estas herramientas tienen especial interés en la prevención y mitigación de los impactos ambientales que generan las actividades humanas, en especial aquellas que utilizan recursos naturales y provocan efectos negativos. Existe un consenso sobre el carácter evaluativo y de monitoreo de las EsIA en las diferentes etapas de la actividad, que inicia con el estudio de pre-factibilidad hasta la etapa de abandono del proyecto, incluyendo las etapas intermedias (Elvan, 2018).

#### **3.8.1. Aplicaciones de los estudios de impacto ambiental.**

Los proyectos de desarrollo rural, como la implementación de sistemas de riego, tienen incidencia en el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y la soberanía alimentaria, sin embargo, afectan al medio ambiente a través del uso extensivo del suelo y agua, provocando su deterioro; esto ocurre cuando los proyectos no disponen de estudios de impacto ambiental que eviten que el ambiente se convierta en receptor de residuos (Abellán & García, 2006). La demanda creciente de alimentos está relacionada con la gestión del suelo, esto ha generado que

se den procesos de planificación, que determinan patrones de cambio y distribución del suelo inadecuado, favoreciendo su degradación (Chen et al., 2015).

### **3.8.2. Legislación ecuatoriana relacionada a los estudios de impacto ambiental.**

El Acuerdo Ministerial 061, establece que los estudios ambientales están encaminadas a identificar y evaluar de forma previa o presente los impactos ambientales generados por una actividad o proyecto, con el fin de establecer medidas correctoras, mitigadoras y preventivas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015); es decir, su propósito es preventivo, antes de que se ejecute la actividad o diagnóstico con el proyecto en funcionamiento; cuando el estudio se realiza durante el funcionamiento de la actividad, recibe el nombre de estudio ex post y se caracteriza porque incluye, además de los planes de manejo ambiental descritos en el artículo 32 del Acuerdo 061, el plan de acción que permite corregir las No conformidades (NC) encontradas durante el proceso.

La normativa con el fin de regularizar todas las actividades que afecten al ambiente en menor o mayor grado ha establecido 2 tipos de certificación ambiental: los registros ambientales que involucran actividades de menor impacto y las licencias ambientales que corresponde a proyectos cuya magnitud pueden generar riesgos ambientales. La autoridad establece mediante un catálogo a cual categoría pertenece un determinado tipo de proyecto o actividad (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015)(Congreso Nacional del Ecuador, 2004); si bien los estudios ambientales son documentos que dan respaldo técnico para el otorgamiento de una certificación ambiental, estos documentos al igual que los planes de manejo ambiental, también pueden presentarse con identidad propia, como herramientas de gestión ambiental, que no precisan únicamente cumplir con un requisito burocrático (León & Correa, 2001).

### **3.8.3. Métodos de identificación y evaluación cuantitativa de impactos ambientales.**

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales no existen metodologías únicas, hay un amplio espectro de posibilidades, las cuales se han de seleccionar en función del tipo de proyecto, el alcance que se quiera lograr, la información que tengamos disponible, los recursos económicos etc. (Fernández Vítora, 2010). Sin embargo los métodos matriciales ofrecen ventajas operativas en la identificación y valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos, sobre otras metodologías como las redes; aunque las matrices cuantitativas también presentan subjetividades al momento de explicar las bases del cálculo para la puntuación de la magnitud e importancia (Leon Pelaez & Lopera Arango, 1999).

### **3.8.3.1. Identificación de impactos ambientales.**

Para la identificación se utiliza una matriz de doble entrada donde sus columnas contienen los elementos del medio ambiente y sus filas las diferentes actividades del proyecto (León & Correa, 2001). Para la construcción de la matriz se debe tener información representativa del área afectada, es decir, contar con diagnósticos preliminares, para conocer el estado actual en el que se encuentra área de influencia, así mismo es necesario conocer las áreas con gran valor ecosistémico y biológico; la información se obtiene a través de estudios documentados anteriormente realizados en la zona (Leon Pelaez & Lopera Arango, 1999). También se debe conocer la características del proyecto y sus actividades, con el objetivo de una buena interpretación de los efectos sobre el ambiente (Leon Pelaez & Lopera Arango, 1999)(Arboleda, 2008).

### **3.8.3.2. Desagregación del medio ambiente.**

En la fase de identificación es necesario que se desagregue la organización del ambiente a través de sus 3 niveles de complejidad, comenzando por los sistemas, que son el conjunto de componentes ambientales, y posteriormente por estos últimos, que contienen a los elementos ambientales y son estos los que entran en contacto directo con las actividades del proyecto. (Ver Anexo 1)

### **3.8.3.3. Evaluación cuantitativa de los impactos ambientales.**

La valoración cuantitativa de los impactos según la metodología propuesta por Arboleda, fue desarrollada en 1986 por la unidad de planeación de recursos naturales de la Empresa Pública de Medellín (EPM); inicialmente se empleaba para proyectos hidráulicos, al día de hoy se la aplica en varios tipos de proyectos y está reconocida por algunas agencias internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial (BM) (Arboleda, 2008)

La metodología evalúa cada impacto ambiental a través de 5 parámetros que se utilizan para conocer la calificación ambiental siendo un índice que representa la gravedad o importancia que está causando sobre el ambiente (Arboleda, 2008); se obtiene mediante la siguiente expresión matemática.

$$Ca = C (P[aE x M + bD]) \quad (1)$$

Dónde: **Ca**= calificación ambiental; **C**= Clase; **P**= Presencia; **E**=Evolución; **M**= Magnitud

**D**= Duración; **a y b** = Constantes de ponderación (a = 7.0 y b = 3.0)

El resultado de la calificación ambiental que resulta de la ecuación permite determinar en qué rango de importancia se encuentra dicho impacto ambiental como se muestra en la tabla 1.

*Tabla 2* Rangos de importancia ambiental

<b>Calificación ambiental (puntos)</b>	<b>Importancia del impacto ambiental</b>
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante
>2.5 y ≤ 5.0	Moderadamente significativo o moderado
> 5.0 y ≤ 7.5	Significativo o relevante
> 7.5	Muy significativo o grave

Fuente : (Leon Pelaez & Lopera Arango, 1999)(Arboleda, 2008)

Elaborado por: Autores

#### **3.8.3.4. Parámetros de evaluación según la metodología propuesta por Arboleda.**

Los impactos ambientales se evalúan de acuerdo a los siguientes parámetros (Arboleda, 2008). (Ver anexo 2) en el siguiente anexo se presenta en forma de resumen los diferentes criterios de impacto ambiental utilizados por arboleda y su valoración

**Clase (C):** este criterio permite describir si el cambio ambiental provocado es positivo (+) o negativo (-)

**Presencia (P):** los impactos ambientales pueden presentarse inmediatamente luego de la actividad o tener cierto grado de incertidumbre. El criterio evalúa la presencia de un determinado impacto ambiental a través del porcentaje de probabilidad que ocurriera

**Evolución (E):** evalúa la rapidez con la que un impacto aparece plenamente desde el momento que inician las afecciones. Se expresa en términos de tiempo transcurrido (rápido, lento, etc.)

**Duración (D):** este criterio evalúa el tiempo de vida del impacto desde el inicio de sus primeras consecuencias hasta que duran los efectos sobre el ambiente, se expresa en términos de permanencia o tiempos de vida (larga, media, corta etc.)

**Magnitud (M):** mide el tamaño o dimensión del cambio ocurrido en el ambiente por una actividad, se expresa en términos de porcentaje de afectación siendo una medida relativa. Este criterio se obtiene de 2 maneras:

1. Se obtiene mediante la medición de la calidad ambiental del elemento en cuestión sin proyecto con la situación del mismo factor ambiental al futuro con proyecto. También se



puede obtener mediante la comparación del factor ambiental afectado con el valor de dicho factor en otra zona del área de influencia

2. Utilizando funciones de calidad ambiental que dan valor de la calidad ambiental y su nivel de afectación

#### **3.8.3.5. Descripción del impacto.**

Dentro de la metodología se propone el uso de fichas que permitan dar claridad y descripción de los impactos, permitiendo que se conozca el modo y la forma como se comportan a través de los criterios o parámetros de evaluación (León & Correa, 2001) (Ver Anexo 3).

### **3.9. Plan de manejo ambiental**

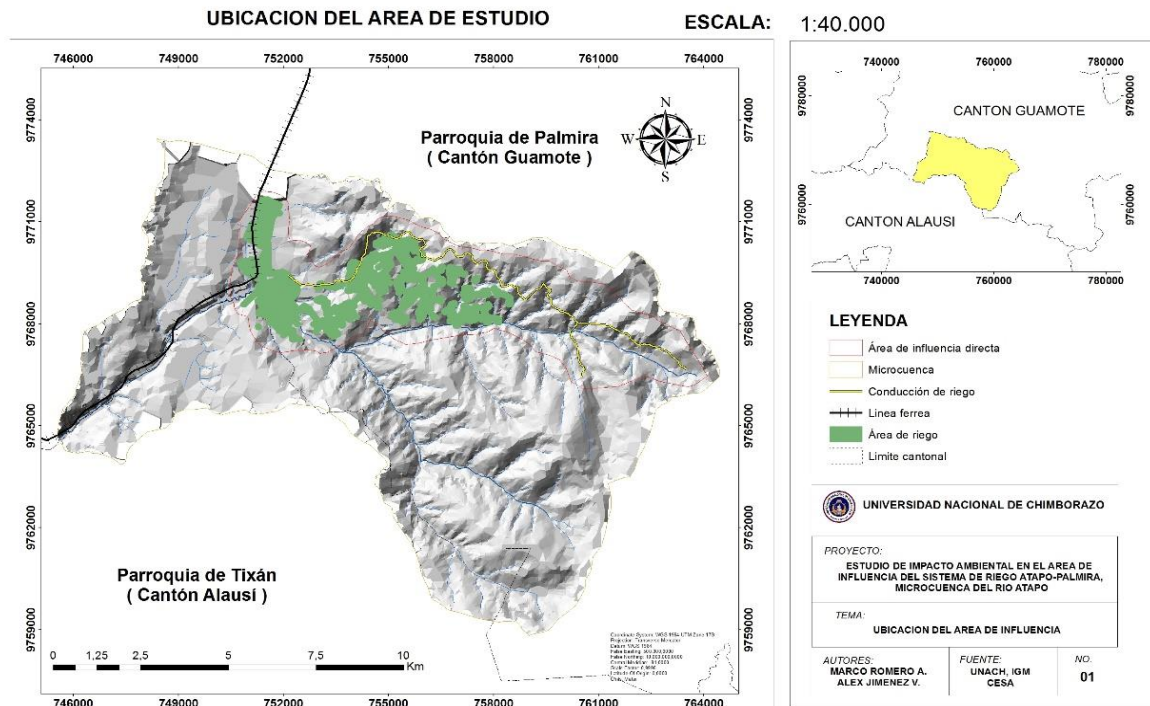
Son los instrumentos técnicos y operativos que están encaminados a reducir, mitigar y compensar los impactos ambientales que fueron identificados y evaluados dentro del estudio de impacto ambiental; están sujetas al control y seguimiento y son utilizadas como indicadores de evaluación por parte de la autoridad ambiental; deben responder al cómo, cuándo y dónde se establecerán o implementaran las medidas (León & Correa, 2001).

De los diferentes planes de manejo: plan de prevención y mitigación de impactos, plan de contingencias, plan de capacitación, plan de seguridad y salud ocupacional, plan de manejo de desechos, plan de relaciones comunitarias, plan de rehabilitación de áreas afectadas, plan de abandono y entrega del área, plan de monitoreo y seguimiento. Se realizarán los planes de acuerdo a los impactos ambientales identificados y los que sean pertinentes en este estudio

## **4. Metodología**

### **4.1. Área de estudio**

La microcuenca se ubica en las coordenadas UTM 17 S 754999.58 m E y 9766147.61 m S; tiene una superficie de 13843,70 hectáreas, pertenece a la subcuenca del río Yaguachi de la Demarcación Hídrica del río Guayas, vertiente del Pacífico. El 78.19% de la microcuenca se encuentra en la parroquia de Palmira del cantón Guamote y el 21.81% se encuentran en la parroquia Tixán del cantón Alausí (Coba, Vinueza, Barba, & Rivera, 2011). EL rango altitudinal oscila entre 2800 a 3800 msnm; presenta 2 estaciones marcadas durante el año, inviernos fríos y lluviosos, así también veranos secos, cálidos y ventosos. Esta zona se caracteriza por ser desértica con una precipitación promedio de 100 a 150 mm/año con una temperatura promedio anual de 13,7°C (Silva, Mafla, & Silva, 2011). Dentro de la microcuenca se encuentra sistema de riego Atapo-Palmira (CESA, 2011).



**Figura 1** Mapa de ubicación de la microcuenca del río Atapo

Elaborado por: los autores

## 4.2. Tratamiento de las imágenes satelitales

Para el estudio de la cobertura y cambio de uso del suelo se usaron imágenes satelitales Landsat 7 de los años: 1999 y 2007; y para 2017 se usó una imagen del Landsat 8 con una resolución de 30 metros; las imágenes se obtuvieron de la Plataforma de Servicios Geológicos de Estados Unidos (USGS). Antes de iniciar el análisis multitemporal, es necesario que las imágenes satelitales sean corregidas: atmosféricamente los efectos de los aerosoles, partículas suspendidas y nubosidad de las imágenes; geométricamente para realizar su comparabilidad con otras imágenes; y radiométricamente con el fin de reducir los efectos de las alteraciones atmosféricas y expresar el valor numérico de los píxeles en unidades de reflectividad. Las correcciones se realizan utilizando el software ENVI (Chuvienco, 1998)(García Mora & Mas, 2008).

## 4.3. Clasificación supervisada

Permite la clasificación basándose en métodos estadísticos que utilizan la información espectral (Speranza F. y R. Zerda, 2015). El proceso se realiza en 2 fases: en la primera se identifican las áreas de entrenamiento, estableciendo 7 clases de cobertura y uso de suelo que van hacer clasificadas: bosques (Bs), páramo (P), cultivos y pastizales (Cp); suelos desnudos

(Sd), Construcción (C), humedal (Hm) y vegetación seca (Vs); se crean 100 campos de entrenamiento para cada clase distribuidas homogéneamente en la microcuenca del río Atapo. Posteriormente para cada imagen se identifican píxeles representativos de las áreas de entrenamiento y se le asigna una firma espectral (Zanotta, Zortea, & Ferreira, 2018). La segunda fase consiste en la aplicación del método de máxima verosimilitud, para la clasificación de las imágenes; es un método logarítmico que se basa en la evaluación pixel a pixel de la información espectral, ofrece ventajas operativas y se lo emplea ampliamente cuando los datos presentan una distribución normal (García Mora & Mas, 2008).

#### 4.4. Validación de la clasificación

Se emplea el método de matrices de confusión propuesto por Card (1982); las filas contienen las categorías obtenidas en el mapa, las columnas las clases reales obtenidas en el terreno y la diagonal contiene los lugares donde existe concordancia de la clasificación (García Mora & Mas, 2008)(Ruiz, Savé, & Herrera, 2013). Este método genera 3 tipos de precisión: overall accuracy (OA) la probabilidad de que todos los píxeles se clasificaron adecuadamente; producer accuracy (PA) probabilidad de que un pixel sea reconocido; y user accuracy (UA) determina la probabilidad que un pixel que pertenece a una categoría sea clasificado en la misma categoría correctamente (Zanotta et al., 2018). El factor Kappa mide la confiabilidad de la clasificación a través de la confrontación de los datos obtenidos en el terreno y los resultados de la clasificación (2)(Churches, Wampler, Sun, & Smith, 2014).

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \quad (2)$$

Dónde:  $P_o$  = es la proporción de concordancia observada;  $P_e$ = es la proporción de concordancia esperada por azar;  $1 - P_e$ = representa el acuerdo o concordancia máxima posible que no se debe al azar.

#### 4.5. Análisis de cambio de uso de suelo

Se realiza mediante la metodología propuesta por Pontius (2004) el cual permite identificar 2 tipos de cambios, aleatorios y sistemáticos, a través de 3 niveles de análisis: intervalo, transición y categoría; para evaluar el tamaño e intensidad del cambio (Aldwaik & Pontius, 2012)(Pontius et al., 2004). En la primera etapa se realiza la matriz de tabulación cruzada donde se evalúan los siguientes indicadores de cambio:

$$\text{Ganancias: } G_{ij} = P_{+j} - P_{jj} \quad (3)$$

$$\text{Perdidas: } L_{ij} = P_{j+} - P_{jj} \quad (4)$$

$$\text{Cambio neto: } D_j = |L_{ij} - G_{ij}| \quad (5)$$

$$S_j = 2x\text{MIN}(P_{j+} - P_{jj}, P_{+j} - P_{jj}) \quad (6)$$

$$\text{Cambio total: } D_{Tj} = G_{ij} + L_{ij} \quad (7)$$

La segunda etapa se determina las vulnerabilidades de las transiciones a través de los índices de Braimoh (2006); se evalúan mediante la ganancia, pérdida y cambios netos divididos para la persistencia de las categorías establecidas en la diagonal (Braimoh, 2006).

$$g_p = \frac{\text{ganancia}}{\text{persistencia}} \quad (8)$$

$$l_p = \frac{\text{pérdida}}{\text{persistencia}} \quad (9)$$

$$n_p = g_p - l_p \quad (10)$$

La última etapa corresponde al establecimiento de las matrices de transición y al análisis de las intensidades de cambio mediante intervalo y categoría. Las transiciones se determinan a través del valor numérico y signo de 4 indicadores en términos de ganancias y pérdidas de la combinación del tiempo 1 y 2

**Ganancias**

**Perdidas**

$$P_{ij} \quad (11)$$

$$G_{ij} = (P_{+j} - P_{jj}) \left( \frac{P_{i+}}{\sum_{i=1, i \neq j}^J P_{i+}} \right) \quad (12)$$

$$L_{ij} = (P_{i+} - P_{ii}) \left( \frac{P_{+j}}{\sum_{i=1, i \neq j}^J P_{+j}} \right) \quad (12)$$

$$(P_{ij} - G_{ij}) \quad (13)$$

$$(P_{ij} - L_{ij}) \quad (13)$$

$$\frac{(P_{ij} - G_{ij})}{G_{ij}} \quad (14)$$

$$\frac{(P_{ij} - L_{ij})}{L_{ij}} \quad (14)$$

El análisis de tiempo permite determinar si el cambio global interanual es lento o acelerado mediante la comparación de la tasa de cambio por unidad de tiempo determinada por la ecuación (15) y el umbral de cambio definida por la ecuación (16)

$$S_t = \frac{\left( \frac{\sum_{j=1}^J [(\sum_{j=1}^J P_{tij}) - P_{tij}]}{\sum_{j=1}^J [(\sum_{j=1}^J P_{tij})]} \right)}{(Y_{t+1} - Y_t)} \times 100\% \quad (15)$$

$$U = \frac{\left( \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \left\{ \sum_{j=1}^J [(\sum_{i=1}^J P_{tij}) - P_{tij}] \right\}}{\left[ \sum_{j=1}^J (\sum_{i=1}^J P_{tij}) \right]} \right)}{(Y_T - Y_1)} \times 100\% \quad (16)$$

Finalmente se realiza el análisis a nivel de categoría para identificar si las transiciones en las categorías se mantienen latentes o activas mediante las ecuaciones (17) y (18) que dan la intensidad anual de una categoría en términos de ganancia y pérdida (Moreno, 2017).

$$G_{tj} = \frac{\left( \frac{\text{Ganancia global de la categoría } j \text{ durante el intervalo } (Y_{t+1} - Y_t)}{\text{Duración en años del intervalo } (Y_{t+1} - Y_t)} \right)}{\text{Area de la categoría } j \text{ en el tiempo } Y_{t+1}} \times 100\% \quad (17)$$

$$L_{tj} = \frac{\left( \frac{\text{Pèrdida global de la categoría } i \text{ durante el intervalo } (Y_{t+1} - Y_t)}{\text{Duración en años del intervalo } (Y_{t+1} - Y_t)} \right)}{\text{Area de la categoría } i \text{ en el tiempo } Y_t} \times 100\% \quad (18)$$

#### 4.6. Análisis de suelo

Para la determinación de las unidades de muestreo se debe realizar la estratificación de la microcuenca del río Atapo considerando su geología y taxonomía (ver anexo 4); el tamaño de la muestra, para el análisis de suelo, se identifica mediante la ecuación de poblaciones finitas (19), la cual se basa en la extensión de la microcuenca. La recolección de las muestras se realiza mediante la barrenación del suelo a una profundidad de 0 a 30 cm; los parámetros a ser evaluados en laboratorio son textura, estructura, color, pH, conductividad eléctrica, densidad aparente, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica

$$N = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2} \quad (19)$$

**Dónde:** N= tamaño de la población; q= error máximo permisible (probabilidad de fracaso 0.5); z= nivel de confianza que puede ser al 95% o 99% de confianza; e= techo del error muestral; toma valores de 1% al 9%

#### 4.7. Análisis calidad de agua

El análisis se realiza para determina la calidad del agua de las vertientes y ríos finales de la microcuenca del río Atapo mediante 9 parámetros (DBO, coliformes fecales, Ph, temperatura, turbidez, solidos disueltos totales, oxígeno disuelto, nitratos y fosfatos) propuestos en la

metodología ICA<sub>NFS</sub>; las muestras se toman durante 5 días en las vertientes donde se capta el agua para el sistema de riego Atapo-Palmira, y en los ríos Pumachaca y Atapo.

#### **4.8. Análisis socioeconómico**

Permite conocer cuáles son los impactos sociales sobre las 5 comunidades beneficiarias del proyecto; el análisis se realiza a través de encuestas (ver Anexo 5) encaminadas a identificar los beneficios y dificultades que tienen las 532 familias; para determinar el tamaño muestral se aplicó la ecuación (19); la aplicación de las encuestas se hizo mediante un muestreo estratificado-aleatorio, considerando las 5 comunidades como estratos. Se multiplica el número de encuestas por el porcentaje de familias de cada comunidad para conocer el total de encuestas que debe realizarse sobre cada comunidad.

#### **4.9. Identificación de impactos**

Luego de ubicar todas las actividades del proyecto y los elementos del ambiente, se procede a identificar los impactos ambientales en cada punto de cruce, mediante el signo (+) cuando es beneficioso y signo (-) cuando el impacto es perjudicial; es necesario indicar que un impacto ambiental puede ser positivo y negativo para una misma actividad (León & Correa, 2001). La identificación puede resultar simple, por ello es necesario indicar mediante una descripción breve la tipología del impacto con palabras como: (disminución, incremento, pérdida, mejoramiento etc.)(León Pelaez & Lopera Arango, 1999). Se deben contabilizar el número de interacciones positivas y negativas, para conocer a priori cuales son los impactos más importantes y donde afectan; dentro de este análisis existen interacciones que tienen efectos similares y son producidos de igual forma por diferentes actividades, siendo necesario agruparlas por impactos, para evitar dobles o múltiples conteos; la metodología considera adecuado que el número de impactos a evaluar este dentro de 20 a 60 (Leon Pelaez & Lopera Arango, 1999).

#### **4.10. Evaluación cuantitativa de los impactos**

Antes de evaluar cuantitativamente los impactos es necesario identificar el área de influencia de las actividades del proyecto, sin embargo, esta es una tarea difícil, ya que las áreas afectadas pueden variar entre los diferentes componentes y elementos (Fernández Vítora, 2010); sin embargo la metodología propuesta por Arboleda (1994), explica que se pueden establecer diferentes áreas de influencia para cada componente o elemento tomando en cuenta las características de las actividades y el diagnóstico de la zona; esto en lugar de proponer un área de influencia por el proyecto (Arboleda, 2008).

Con la lista de impactos obtenida luego de la agrupación de interacciones que tienen igual efecto sobre el ambiente, la cual fue resultado de la identificación; se procede a la evaluación individual de los impactos, mediante 5 criterios establecidos en el índice de calidad ambiental propuesto por Arboleda mediante la ecuación (1) (Arboleda, 2008). Con el objetivo de tener catalogado los impactos y descritos de forma clara se los describe a través del uso de fichas técnicas, las cuales posteriormente permitirán la identificación de las medidas de prevención y actividades de mitigación de los impactos ambientales en el plan de manejo (Ver Anexo 6).

#### **4.11. Plan de manejo ambiental**

La metodología de Arboleda (1994) propone un método de diseño de plan de manejo, a través de fichas de manejo, las cuales proporcionan menor subjetividad y son prácticas en los estudios de impactos ambientales; las fichas se elaboran para todos los impactos con signo negativo, que se encuentran descritos previamente en las fichas de descripción de impactos (ver anexo 6), y articulados mediante un No. de ficha de manejo en la tabulación de los impactos de acuerdo a su importancia (ver anexo 7). Esto permite crear un orden para el plan de manejo en base a su importancia ambiental y su sentido; cada ficha se estructura en función de los siguientes puntos: Impacto; Medidas correctoras (de prevención, mitigación, corrección y compensación); Contraparte positiva; Responsabilidad; Objetivo operativo; (ver anexo 8)

### **5. Resultados y discusión**

#### **5.1. Área de influencia directa e indirecta**

Área de influencia directa es el área conformada por 3.737,79 has que incluyen la zona de riego, las 5 comunidades y todo el sistema de riego hasta las bocatomas ubicadas a 3.900 msnm; en esta área se reciben los impactos ambientales de forma directa. El área de influencia indirecta es el espacio donde se presentan los efectos con diferente magnitud y escala de tiempo, que se derivaron de las actividades que ocurren en el área directa; la microcuenca del río Atapo-Pumachaca es el área de influencia indirecta, y tiene una superficie de 13.843,70 has.

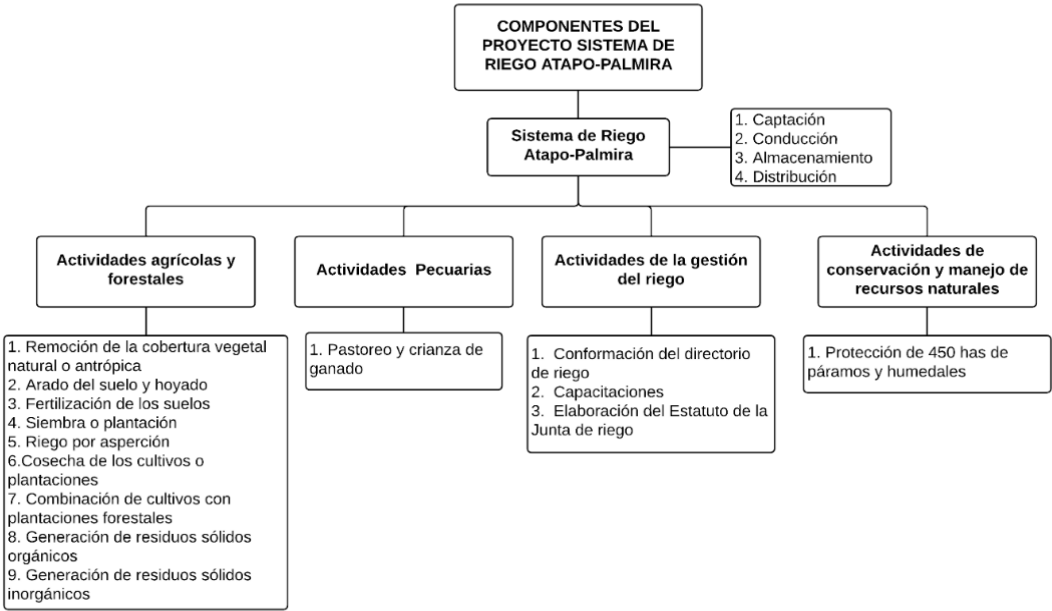
#### **5.2. Descripción del sistema de riego Atapo Palmira**

La identificación de las actividades que se generan alrededor del funcionamiento del sistema de riego permite determinar las afectaciones que estas producen sobre el ambiente. Esta etapa es crucial en la evaluación del impacto ambiental y de ella depende su éxito (Leon Pelaez & Lopera Arango, 1999). El sistema de riego entro en funcionamiento en 2015 y constituye una obra social, ambiental y técnica, integrada al programa macro 'Contribuir al desarrollo local

territorial promoviendo la transformación de la matriz productiva en la sierra central ecuatoriana' con el apoyo técnico y financiero de Manos Unidas. El proyecto tiene una visión holista con 3 ejes principales: la economía solidaria, fortalecimiento de las capacidades locales, y el manejo de los recursos naturales desde una perspectiva territorial (Isch & Silva, 2018)(Silva et al., 2011).

El proyecto sistema de riego se desagrega en 5 componentes. El primer componente es el sistema de riego como tal, es decir, la infraestructura de ingeniería conformada por 4 bocatomas que captan 110 L/s del río Atapo y de 3 vertientes; por 2 ramales de tubería enterrada, Llillachimbana y Patococha, que transporta el agua hasta los reservorios de almacenamiento ubicados en las 5 comunidades y finalmente los tanques de distribución. Las actividades que comprenden este componente son: captación, conducción, almacenamiento y distribución.

Las demás actividades del proyecto forman parte de los componentes que se desarrollan alrededor del sistema de riego, como parte de la gestión integrada con enfoque territorial para el desarrollo de las comunidades rurales. Estos componentes incluyen las actividades agrícolas y forestales; las actividades pecuarias; las actividades de conservación y manejo de los recursos naturales; y las de administración del riego. En la figura 2 se muestra el resultado de la desagregación de los componentes del proyecto en sus diferentes actividades.



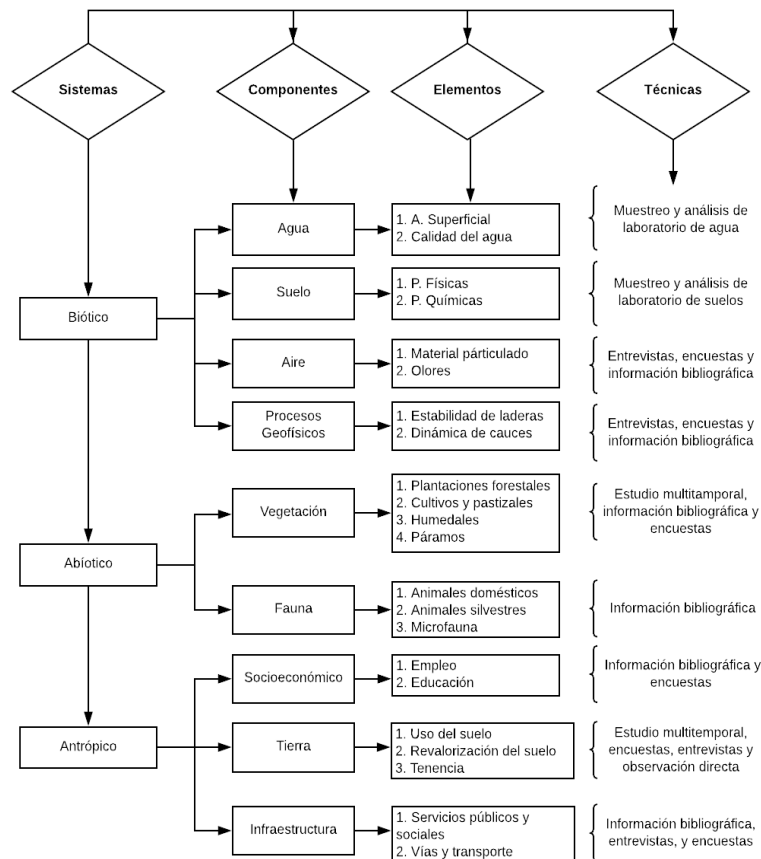
**Figura 2** Desagregación del Proyecto de riego Atapo Palmira en sus componentes y actividades

Elaborado por: los autores

**5.3. Descripción del medio ambiente**



La descripción del ambiente comprende la línea base o diagnóstico; este proceso permite conocer la jerarquía del ambiente y se realizarse de forma objetiva considerando aquellos elementos del ambiente que puedan ser relevantes para la evaluación, sin que conlleve alguna sobreestimación o subvaloración (León & Correa, 2001). El proyecto se ubica en la parroquia Palmira; como unidad de estudio se tomó a la microcuenca del río Atapo, donde se identifican los 3 sistemas generales: el biótico, abiótico y antrópico. En la figura 3 se describen los elementos que integran cada sistema, y las técnicas utilizadas para su diagnóstico.



**Figura 3** Sistemas, componentes y elementos de la jerarquía del medio ambiente  
Elaborado por: los autores

### 5.3.1. Línea base

#### 5.3.1.1. *Uso del suelo de la microcuenca del río Atapo.*

El estudio multitemporal permitió generar 2 mapas de cambio de uso de suelo en los intervalos de 1999-2007 y 2007-2017. La construcción de los mapas inicia con la identificación de áreas de entrenamiento y de validación, que se obtienen de la cobertura de uso de suelo; en la tabla 3 se describen las categorías de suelo consideradas. Posteriormente, a través de los sistemas de información geográficas se realiza la validación de la clasificación y se determina el nivel de bondad de la clasificación (ver Anexo 9). Las categorías que se describen en la tabla

3 y 4 corresponden a las coberturas de uso de suelo afectadas y modificadas por el proyecto. La cobertura de bosques son plantaciones forestales de pino y eucalipto realizadas desde 1995 a través de proyectos ejecutados por el ex INEFAN y PROFAFOR (Pilco, Vesconez, & Jara, 2015); los bosques naturales no son significativos y ocupan pequeñas áreas como remanentes en quebradas y laderas. La cobertura de vegetación seca es la más extensa para todos los años y corresponde a los suelos erosionados con vegetación rala y pobre, incluyen también 10 has de arenales. Los suelos desnudos recaen en la categoría integrada por las parcelas utilizadas en la agricultura; estos suelos son húmedos y fértiles.

**Tabla 3** Dinámica del cambio de las cobertura de uso de suelo en 1999, 2007 y 2017 en la microcuenca del río Atapo-Pumachaca (área de influencia indirecta)

Descripción	Símbolo	1999		2007		2017	
		Has	%	Has	%	Has	%
Bosque	Bs	1654.35	11.95	1034.83	7.48	651.99	4.71
Construcción	C	135.84	0.98	147.50	1.07	365.02	2.64
Cultivos y pastizales	Cp	2179.45	15.74	1434.83	10.36	2168.15	15.66
Humedal	Hm	2709.15	19.57	2394.02	17.29	2625.85	18.97
Paramo	P	1933.11	13.96	2398.97	17.33	1625.01	11.74
Suelos desnudos	Sd	1522.99	11.00	2887.14	20.86	2976.09	21.50
Vegetación seca	Vs	3708.82	26.79	3546.42	25.62	3431.60	24.79
<b>Total</b>		13843.71	100.00	13843.71	100.00	13843.71	100.00

**Tabla 4** Dinámica del cambio de las cobertura de uso de suelo en 1999, 2007 y 2017 en el área de influencia directa.

Descripción	Símbolo	1999		2007		2017	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Bosque	Bs	443.30	11.86	384.03	10.27	253.00	6.77
Construcción	C	85.92	2.30	45.02	1.20	96.88	2.59
Cultivos y pastizales	Cp	820.06	21.94	484.12	12.95	734.77	19.66
Humedal	Hm	786.33	21.04	524.53	14.03	590.34	15.79
Paramo	P	285.27	7.63	533.89	14.28	459.18	12.28
Suelos desnudos	Sd	461.39	12.34	736.65	19.71	741.90	19.85
Vegetación seca	Vs	855.51	22.89	1029.55	27.54	861.72	23.05
Total		3737.80	100.00	3737.80	100.00	3737.80	100.00

Elaborado por: Autores

La tabla 3 y 4 muestran el tamaño la configuración del uso del suelo en la microcuenca y del área de influencia directa durante 1999, 2007 y 2017.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio multitemporal (Ver Anexo 10) la microcuenca del río Atapo Pumachaca durante el intervalo 2007-2017 presenta una transformación del suelo de 2543.09 has, que representan un cambio neto de 18.37% de la superficie de la microcuenca. En comparación con el intervalo 1999-2017 se estima que hubo una reducción del cambio neto; el análisis de intensidad de cambio estima una desaceleración del cambio para el periodo 2007-2017. La reducción y desaceleración se debe a que durante

2007-2017 se implementan programas y proyectos para el desarrollo sostenible y el manejo de recursos naturales: el plan de manejo y cogestión de la microcuenca del río Atapo, el plan forestal de la parroquia de Palmira.

A nivel de categorías los cambios que se evalúan más importantes son los bosques que para 1999-2007 estos pierden y son remplazados por los suelos desnudos y la vegetación seca. Este cambio es producto de la deforestación y cosecha de las plantaciones de pino y eucalipto; la intensidad de pérdida es mayor al 3.33% del umbral con una tasa de 10.41%. Durante el periodo 2007-2017 esta tendencia de pérdida de bosques se mantiene por la cosecha de las plantaciones forestales que se firmaron en 1998 entre PROFAFOR y 3 comunidades en Palmira, sin embargo, la intensidad de cambio en términos reales es mayor a 1999-2007 por lo tanto pierde más rápido.

Los cultivos y pastizales durante el periodo 1999-2007 tienden a remplazar a los bosques con una intensidad alta y a los suelos desnudos; sin embargo, en este periodo de tiempo los cultivos y pastizales tienen mayor susceptibilidad a perder; es decir, son remplazados por otras categorías, esto se debe a la migración de campesinos a trabajar en la ciudad con lo cual se abandona el campo. Durante 2007-2017 la tendencia de pérdidas es ligera, esto es por la recuperación de la agricultura y su mejoramiento, sin embargo, la recuperación no es significativa.

Los suelos desnudos para 1999-2007 tienen una tendencia a remplazar cultivos y pastizales por la carencia de agua que dificulta las labores agrícolas en la zona. Esta categoría tiene una intensidad de cambio en términos de ganancia acelerado. Para 2007-201 el mejoramiento de la agricultura desacelera el incremento de suelos desnudos, y el proceso se revierte ligeramente con una susceptibilidad de los suelos desnudos a perder.

En cuanto a las categorías naturales durante 1999-2007 los páramos tienen una mayor intensidad a remplazar, mientras que los humedales son más susceptibles a perder. En este intervalo los humedales son remplazados por bosques y páramos. Para el periodo 2007-2017 los páramos son susceptibles a perder y ser remplazados por suelos desnudos; esto se debe al mejoramiento de la agricultura en el sector y los diferentes planes y proyectos para fortalecer la economía local.

El área de influencia directa presenta los mismos patrones de cambio que toda la microcuenca (Ver anexo11), sin embargo, existen diferencias en cuanto a las transiciones. A nivel de cambio los resultados muestran que durante el segundo intervalo el área neta de cambio

es de 1337.45 has disminuyendo en 58.37 has con respecto al primer intervalo. En contrapartida durante el segundo intervalo existe un mayor intercambio debido a que durante 2015 inicia el funcionamiento del proyecto sistema de riego, que incrementa el ritmo de cosecha, pero se desacelera la intervención de nuevas áreas. Hay que tener presente que el área de influencia al concentrar todas las actividades que se desarrollan alrededor del sistema de riego constituye una zona significativamente intervenida

A nivel de categorías los cambios y transiciones más importantes que se producen como consecuencia del funcionamiento del sistema de riego es el de los cultivos y pastizales que durante 2007-2017 remplazan los suelos desnudos. La susceptibilidad de los cultivos y pastizales a ganar es muy alta, lo que permite mantener un paisaje verde en las 5 comunidades. En el intervalo de 1999-2007 la tendencia era al contrario los suelos desnudos incrementaban y los cultivos y pastizales se perdían porque estos tenían una intensidad de cambio en términos de pérdidas mayor. Este cambio también se debe a programas como: el plan de fomento productivo del sistema de riego Atapo-Palmira y la intervención de fundación MAQUITA (Isch & Silva, 2018).

En el periodo 2007-2017 los bosques de pino y eucalipto tienen una susceptibilidad alta de perder debido a que entre 2010 y 2015 las comunidades explotaron las plantaciones que tenían con PROFAFOR que ingreso a la parroquia en el año de 1995. En el periodo 1999-2007 si bien los bosques también eran susceptibles a perder, durante este año se realizaron numerosos proyectos de plantaciones forestales con el fin de reducir la erosión eólica en el suelo, convenios que inicio el ex INEFAN con la colaboración de PRONAF, EDEFOR, ENCOFOR y la primera cooperativa forestal de Palmira (Parlamento Indígena, 1999) (Pilco et al., 2015).

Los suelos desnudos en intervalo 2007-2017 muestran un comportamiento estable de cambio, es decir no presentan tasas elevadas de pérdidas ni de ganancias, esto se debe la ocupación de la agricultura en esta categoría.

Durante 2007-2017 no existen transiciones de bosques, cultivos y pastizales que remplacen al páramo y los humedales. Esto se debe a las constantes capacitaciones que reciben los sujetos de derecho por parte de CESA para la protección de las zonas de recarga, además con el proyecto de riego se declararon 450 ha como zonas protegidas.

### **5.3.1.2. *Análisis de suelos.***

La microcuenca presenta 6 formaciones geológicas (Ver anexo 4) que constituyen el material parental de los suelos y que le dan sus propiedades físico-químicas; en el área de influencia directa se describen 3 formaciones (tabla 5), que además son las más significativas y que caracterizan a la microcuenca. Los suelos en su mayoría están formados por arenas negras en forma de barjanes.

**Tabla 5** Geología del área de influencia indirecta

<b>Formación</b>	<b>Característica</b>	<b>Ubicación</b>
Formación Palmira	Están conformadas por diatomitas y areniscas tobáceas (rocas sedimentarias)	Palmira Dávalos y Palmira Centro
Serie Paute	Está constituida por rocas metamórficas intercaladas entre cuarzo y feldspatos; la mayoría de la formación presenta también cangagua	Atapo-Quichalan Atapo Santa Cruz
Formación Alausí	Constituido por rocas de lavas volcánicas intermedias, son de color gris claro y oscuro	Palmira Dávalos Palmira Centro San Francisco 4 Esquinas

Fuente:

Elaborado por: Autores

Los análisis de suelo realizados en la microcuenca (Ver anexo 12) estiman en promedio una fertilidad media; sin embargo, existen zonas altamente erosionadas en la parte baja, las cuales tienen niveles bajos de materia orgánica inferiores al 1%, y de micronutrientes que hacen difícil la agricultura; estos suelos se encuentran cubiertos por plantaciones forestales y vegetación seca, y además son altamente intervenidos. Los suelos de las plantaciones forestales de pino, muestran un pH alcalino esto se debe a que están sobre suelos derivados de material sedimentario con altos contenidos de calcio y magnesio.

En el rango altitudinal de los 3.200 a 3.800 msnm los suelos son arcillosos y limo arcillosos de color negro; además son fértiles debido a la materia orgánica superior al 5% (ver anexo 12) y la alta humedad; estos suelos contienen una cobertura natural, y se encuentran moderadamente alterados.

Los suelos de la zona de riego, de acuerdo a los análisis realizados por CESA en 2018, (Ver anexo 13) estiman una alta fertilidad para San Francisco 4 Esquinas, Atapo-Quichalan, Atapo Santa Cruz y Palmira Dávalos, sin embargo, en esta última comunidad los niveles de NPK y materia orgánica son menores al resto, debido a que sus suelos son arenosos y más susceptibles de lavado. Los suelos no presentan valores tóxicos de micro y macronutrientes. Están cubiertos con pastizales y con cultivos de chocho, oca, papa, habas, quinua y cebada.

### **5.3.1.3. Análisis de agua.**

La tabla 6 muestra los resultados de la calidad del agua superficial analizados mediante el índice ICA para las vertientes de las bocatomas y para los ríos finales de la microcuenca.

La calidad del agua para las vertientes Llillachimbana y Patococha-1, muestran para cada uno 4 lecturas en clase 4, que estima una buena calidad del agua, y 1 lectura en clase 3 para una calidad de agua moderada. Las vertientes Patococha-2 y Pampalán estiman en las 5 lecturas una calidad de agua clase 4, es decir, buena. Para los ríos finales, la calidad del agua varía entre buena y mala; los ríos presentan una ligera variación de su calidad, esto se debe a la presencia de ganado vacuno pastando cerca de las riberas de los ríos, el uso de fertilizantes y las actividades agrícolas en los bancos de los ríos.

**Tabla 6** Resultados del análisis de calidad del agua en las vertientes y ríos finales de la microcuenca Atapo-Pumachaca

Altura (msnm)	Pto. de muestreo	WQI <sub>NSF</sub>				
		C5, MB	C4, B	C3, M	C2, Ma	C1, Mma
<b>VERTIENTES</b>						
3856	Llillachimbana	0	4	1	0	0
3887	Patococha 1	0	4	1	0	0
3897	Patococha 2	0	5	0	0	0
3922	Pampalán	0	5	0	0	0
<b>RÍOS FINAL</b>						
3538	R. Pumachaca	0	1	1	0	0
3484	R. Atapo	0	1	0	1	0

Elaborado por: Autores

La tabla 7 muestra los análisis realizados por CESA en 2017 para determinar la calidad del agua para el riego en las vertientes Pampalán y Patococha 1 y 2. Todos los parámetros analizados se encuentran por debajo de los límites establecidos por el TULSMA (ver anexo 14). De acuerdo al índice SAR, relación de absorción de sodio, los análisis estiman un valor promedio de 4.91 para la calidad del agua, que significan un nivel adecuado para el riego.

**Tabla 7** Análisis de calidad de agua para riego de la vertiente Pampalán y Patococha 1 y 2

Muestra	Ph	Conductividad	Turbiedad	Salinidad	Cloruros	Dureza	Calcio	Magnesio
		uS/cm	UNT	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Pampalán	6.39	105	12.1	0.1	7.1	44	12.8	2.9
Patococha 1	6.6	123	5.2	0.1	7.1	56	9.6	7.8
Patococha 2	6.94	105	12	0.1	5.6	48	14.4	3.9
Muestra	Sodio	Alcalinidad de bicarbonatos	Sulfatos	Nitritos	Nitratos	Sólidos totales Disueltos	DBO5	Índice SAR
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Pampalán	76.3	30	9	0.006	1.1	68.2	4	5
Patococha 1	82.1	80	9	0.004	0.7	78.7	7.2	4.94
Patococha 2	79.7	100	9	0.006	1.2	68.2	6.8	4.8

Fuente: Reporte de análisis de suelos de CESA, 2017  
Elaborado por: Autores

#### **5.3.1.4. Análisis socioeconómico.**

La encuesta se aplicó a las comunidades beneficiarias del sistema de riego Atapo-Palmira. En el análisis de la conformación de la junta de riego el 62% de los encuestados son parte del directorio de la zona alta de la microcuenca y el 38% del directorio de la zona baja; esto se debe a que en la zona alta existen más usuarios del sistema de riego. El nivel de instrucción, un 45% presentan estudios primarios, 28% con estudios secundarios y 27% sin estudios. Su principal fuente de ingresos proviene de la agricultura y ganadería con el 100% y 78% respectivamente, el 100% presenta propiedades privadas.

En el 40% de hogares viven más de 6 personas; un 25% de 5 a 6 personas; 23% de 3 a 4 personas y un 12% de 1 a 2 personas. Las hectáreas de terreno que poseen para agricultura un 53% posee de 1 a 2 has; el 22% de 5 a 6 has; un 18% de 3 a 4 has y un 7% más de 6 has; mientras que las hectáreas de terreno que poseen para la ganadería, un 63% posee de 1 a 2 has; un 25% de 3 a 4 has y un 12% de 5 a 6 has.

Hace 10 años sembraban papas, habas, chocho, hortalizas siendo las dos primeras especies las que eran más sembradas. En la utilización de fertilizantes el 82% manifiesta que, si los utiliza y el 12 % restante dice que no, los fertilizantes que utilizan el 72% urea; un 7% triple formula; un 13% utiliza otros fertilizantes como abonos orgánicos y un 8% no sabe que utiliza.

El 100% utiliza riego por aspersión y también un 12% recurre al riego por inundación, la forma de riego es más eficiente el 100% determino que es el riego por aspersión. Todos tienen su padrón de riego actualizado y pagan una cuota de 6 dólares, un 20% indica que vende su cuota de agua a otros propietarios; el 65% indica que existen conflictos en el uso y aprovechamiento del agua de riego; la calificación en base a más de la mitad de los encuestados indica que la administración del sistema de riego y la calidad del agua son buenos.

El 62% conoce la Ley orgánica de recursos hídricos; el 78% califica que la Ley es buena; el 100% conoce las actividades que realizan las organizaciones regantes sobre la administración del Agua; cabe destacar que las dificultades que se dan en la administración del agua en un 68% se debe por los deficientes estatutos y el 38% por la deficiente aplicación de los mismos; más del 90% de la población se encuentra dentro de programas de manejo de recursos naturales y han recibido capacitación sobre dichos temas.

## 5.4. Identificación de los impactos

En base a la matriz de identificación (ver anexo 15), se determinó que las actividades más susceptibles de producir impactos en los diferentes componentes, son las actividades agrícolas y forestales como: la remoción de la cobertura vegetal o antrópica; la siembra de cultivos o las plantaciones forestales; y la agroforestería a través de la combinación de cultivos con especies forestales nativas. Otras actividades como la pecuarias también generan impactos, a través de la crianza de ganado y el pastoreo; la protección de 450 hectáreas de suelos en las zonas de recarga impacta positivamente en el mantenimiento del caudal de los ríos y la disponibilidad de agua en el sistema de riego. En cuanto a las actividades de la administración, las capacitaciones han permitido crear liderazgo y fortalecer los lazos comunitarios.

Los elementos más vulnerables de ser impactados negativamente por las actividades son: las plantaciones forestales, los páramos y la macrofauna; mientras que el empleo, el cambio de uso del suelo y los servicios sociales son impactados de forma positiva

A nivel de interacciones en la matriz existen 31 cruces negativos y 47 positivos, lo que quiere decir, de forma preliminar, que los impactos generados por el proyecto se concentran en las actividades de la agricultura y en el componente socioeconómico.

Algunos impactos ambientales son generados por actividades diferentes y producen el mismo efecto sobre el ambiente, a estos se los agrupa por impactos ambientales, con el fin de no sobrevalorar la magnitud; la tabla 8 muestra la lista de impactos que se determinó del proceso de identificación.

**Tabla 8** Impactos ambientales más relevantes identificados

CRUCES					IMPACTO
1	A1	A5	A10	G1	Reducción del caudal del río
2	B7	B13	B14	B15	Reducción de la calidad del agua
3	C9				Incremento de la humedad del suelo
4	C7				Incremento del pH
5	C14				Compactación de los suelos
6	D5	D6	D10		Pérdida de carbono orgánico
7	D7	D14			Incremento de nutrientes (PK)
8	D11				Conservación del carbono orgánico en el suelo
9	E8	E11			Reducción de la erosión eólica del suelo
10	F7	F12	F14		Producción de malos olores
11	H8	H11	H16		Reducción de riesgos de deslizamiento
12	I5	I10			Reducción de pinos y eucaliptos
13	I11	J11			Mantenimiento de la diversidad forestal
14	J7	J9	J11		Mejoramiento del rendimiento de los cultivos
15	K16				Incremento de la protección de humedales



16	L5	L8	L14		Reducción de páramos
17	M8	M11			Incremento del ganado
18	N16				Mantenimiento de especies silvestres
19	O5	O6	O7	O13	Reducción de la macrofauna
20	P3	P4	P9		Reducción de la carga laboral
21	P15	P10	P14		Incremento de ingresos
22	P17	P18	P19		Incremento de plazas de trabajo
23	Q18				Mejoramiento de los conocimientos y la educación
24	R16	R11			Mantenimiento de áreas naturales
25	S3	S4	S9		Incremento del costo del suelo
26	T3	T4	T9	T20	Reducción de la tenencia del suelo
27	U1	U2	U3	U17	Mejoramiento de los servicios comunitarios
	U4	U20	U19	U9	
28	V1	V2	V3	V4	Mejoramiento de la vialidad

Elaborado por: Autores

La tabla 8 recoge los impactos más relevantes que se presentan en la zona de influencia directa; estos fueron determinados en base a los análisis de laboratorio, estudio multitemporal, encuestas, entrevistas y visitas al campo.

El cambio en la cobertura del uso de suelo es el impacto más evidente que se observa, y el de mayor transcendencia pues modifica el paisaje; es la base la economía local y constituye una fuente de recursos naturales. Las actividades que modifican y cambian la cobertura del suelo son las actividades agrícolas y forestales en mayor medida, aunque también la actividad pecuaria, y la construcción.

A nivel social el sistema de riego ha favorecido el fortalecimiento de las comunidades y su capacidad de organización. Las 5 comunidades son miembros de la junta de riego, la cual tiene 2 directorios, uno en las partes altas para las comunidades de San Francisco 4 Esquinas, Atapo Santa Cruz y Atapo Quichalan; y el otro directorio en la parte baja que atiende a las comunidades de Palmira Dávalos y Palmira Centro. A nivel legal la junta de riego tiene personería jurídica; se organiza a través de un comité y una asamblea general.

Otro impacto perceptible es el incremento de los ingresos familiares, principalmente en Palmira Dávalos, que anterior al proyecto carecía de agricultura por las características arenosas del suelo. Actualmente la agroforestería, el fertilizado de los suelos, el incremento en la humedad y el apoyo técnico por parte de CESA, han incidido en el mejoramiento del rendimiento de los cultivos, con lo cual las comunidades producen más en menor tiempo.

## 5.5. Valoración de los impactos

La valoración se realiza a partir de la lista de impactos agrupados y que se consideran relevantes. Este proceso califica 5 parámetros del impacto con respecto a la clase, presencia, duración, evolución y magnitud. En cuanto al tamaño del cambio, se realizan comparaciones de los análisis y resultados obtenidos en el área de influencia directa y los resultados que se analizaron en otras áreas sin proyecto (Ver anexo 16).

En la tabla 9 se presentan la tabulación de los impactos de acuerdo a la calificación ambiental y en función de la clase del impacto. En resumen, se estimó que el 17.86 % de los impactos son significativos, esto se debe a la duración y magnitud del cambio generado; algunos impactos como la reducción del caudal del río, son permanentes y sus efectos se manifiestan de inmediato una vez comenzadas las actividades.

El 46.42 % de los impactos son moderadamente significativos debido a que sus efectos tienen una duración media, su evolución es moderada o presentan una magnitud media. La reducción de las plantaciones, el incremento de los cultivos y pastizales; el incremento de los ingresos familiares, la reducción de la carga laboral y el incremento de los nutrientes del suelo, son los impactos que con una mayor valoración y han repercutido mayormente en la zona de influencia directa.

El 38.48 % de los impactos positivos y negativos son poco significativos, ya sea porque su duración es baja, presentan cambios pequeños o la evolución es lenta. La calidad del agua en los ríos finales presenta una evolución lenta y una magnitud del cambio baja, sin embargo, mientras exista la actividad el impacto es permanente y sinérgico. La reducción de los páramos debido al cambio de uso de suelo, es insignificante porque la magnitud del cambio es pequeña sin embargo son vulnerables debido a las actividades agrícolas y ganaderas.

Los resultados muestran que el 35.72% de los impactos son negativos y el 64.28% son positivos; hay una cantidad superior de impactos positivos, esto se produce porque el sistema de riego se evaluó en la fase de operación, además el proyecto ha generado beneficios sociales y ambientales importantes, que han permitido mejorar el estado de bienestar de la población y han contribuido a contrarrestar los efectos del deterioro ambiental. De acuerdo a la matriz de valoración el subtotal de impactos negativos es de 45.90 y de impactos positivos de 56.70, el proyecto de riego tiene un impacto neto positivo de 10.80 siendo significativo

**Tabla 9** *Tabulación de los impactos ambientales*

Importancia ambiental	Impactos negativos	Impactos positivos	Total	%
Muy significativo			0	0
Significativo	Reducción del caudal del río	Mantenimiento de la diversidad forestal	5	17.86
	Pérdida de carbono orgánico			
	Reducción de la macrofauna			
	Reducción de la tenencia del suelo			
Moderadamente significativo	Incremento del pH	Incremento de la humedad del suelo	13	46.42
	Producción de malos olores	Incremento del Fosforo y Potasio		
	Reducción de pinos y eucaliptos	Reducción de la erosión eólica del suelo		
	Incremento del ganado	Incremento de los cultivos y pastizales		
		Reducción de la carga laboral		
		Incremento de ingresos		
		Incremento de la producción lechera		
		Incremento del costo del suelo		
Poco significativo	Reducción de la calidad del agua	Incremento de las suma de bases intercambiables	10	35.72
	Reducción de páramos	Reducción de riesgos de deslizamiento		
		Incremento de la protección de humedales		
		Mejoramiento de los conocimientos técnicos		
		Mantenimiento de especies silvestres		
		Incremento de plazas de trabajo		
		Mantenimiento de áreas modificadas		
	Mejoramiento de la vialidad			
<b>Total</b>	10	18	28	
<b>%</b>	35.72	64.28		100

Elaborado por: Autores

## 5.6. Plan de manejo ambiental

El PMA (ver anexo 18) está desarrollado en función de los impactos negativos identificados en el EsIA. Proponemos medidas planteadas a corto, mediano y largo plazo, que se desarrollarán buscando el apoyo y financiamiento de instituciones privadas o por el mismo GADP-Palmira en base al manejo de sus recursos naturales.

Una medida planteada en este plan es de suma importancia, es el conformar un “Consejo de Microcuenca”, sabiendo que la microcuenca se la debe tomar como la unidad mínima de estudio, donde son aprovechados todos los recursos naturales que el ser humano aprovecha para su vivir diario. El plan se elaboró en base a los impactos negativos que se presentan en la **tabla 9**

## 6. Conclusiones y recomendaciones

## **6.1. Conclusiones**

La entrada del funcionamiento del sistema de riego Atapo-Palmira en 2015, genero un impacto neto positivo en lo socioeconómico y en lo ambiental, permitiendo mejorar las condiciones de vida de los sujetos de derecho; recuperando el uso de suelo que antes del proyecto se encontraba deteriorado; conservando áreas en las zonas de recarga hídrica y aprovechando adecuadamente los recursos deficitarios como el agua.

A nivel del uso de suelo, antes del proyecto en el intervalo 1999-2007 existían 1.395,82 hectáreas de suelo intervenidas mayormente con suelos desnudos y vegetación seca y una alta susceptibilidad de los bosques, páramos, humedales, cultivos y pastizales para perder y ser remplazados por estas; El funcionamiento del sistema de riego en 2015, redujo el área intervenida a 1.337,45 hectáreas; además permitió el cambio de suelos desnudos y vegetación seca a cultivos y pastizales favoreciendo la actividad agrícola y recuperando áreas que anteriormente eran afectada por la erosión eólica e hídrica.

La agroforestería y la agroecología son iniciativas que se impulsaron como parte del proyecto de riego, permitiendo desarrollar una cultura forestal responsable con especies nativas en combinación con los cultivos; En Palmira Dávalos y San Francisco 4 Esquinas se han intervenido 60 hectáreas y en las demás comunidades se han plantado 305 hectáreas. Sin embargo, a nivel de la microcuenca las pérdidas de plantaciones forestales se deben a la cosecha de pino y eucalipto que fueron inicialmente plantadas a través de proyectos ejecutados por PROFAFOR, el ex INEFAN y la primera cooperativa forestal del Palmira, la tala ha conllevado que se destruyan los suelos y se expongan a la erosión.

EL sistema de riego incrementó la agricultura en el área de influencia, para el año 2007 la cobertura de cultivos y pastizales era de 12.95% del área de influencia directa, y en 2017 luego de 2 años el área cambio a 19.66%. Este cambio se da con un patrón activo de ganancia de cultivos y pastizales. El incremento no solo se debe por una mayor disponibilidad de agua, sino por el mejoramiento de los niveles de fertilidad del suelo.

La ganadería muestra un crecimiento activo en la economía familiar, desde 2015 la producción lechera mejoro la situación económica del campo, y de acuerdo a las comunidades ellos prefieren dedicarse a la crianza de ganado y dejar a la agricultura como una actividad de subsistencia. Esta decisión afectaría al plan de cambio de la matriz productiva a través de la diversificación de la producción.

A nivel social la operación del riego fortaleció los lazos comunitarios y su capacidad de organización. El sistema de riego desarrolló el liderazgo de la población y permitió el empoderamiento de la mujer en la participación y toma de decisiones del sistema de riego. Además el riego tecnificado del agua y el uso de nuevos métodos para las labores agrícolas permitió reducir la carga laboral de los campesinos y mejorar la producción.

El sistema de riego también ha revalorizado los predios de las comunidades beneficiarias debido a que en la zona existe un déficit hídrico que hacen difícil las actividades agrícolas y ganaderas, por lo que el funcionamiento le da al suelo un valor económico mayor, sin embargo, esto podría ser problema en la tenencia, pues la población incrementa y el acceso al riego se reduce, presionando la frontera agrícola sobre los humedales y paramos por ser suelos ricos en materia orgánica y con alta humedad.

A nivel ambiental el proyecto impactó positivamente en la conservación de las zonas de recarga hídrica, deteniendo el avance de la frontera agrícola y pecuaria, y mejorando la disponibilidad de recurso hídrico.

Finalmente concluimos que el proyecto sistema de riego Atapo – Palmira ha permitido el desarrollo integral de las comunidades beneficiarias debido a su visión territorial con enfoque ecosistémico, y el fortalecimiento de las capacidades de la comunidad.

## **6.2. Recomendaciones**

Implementar planes y proyectos con acción a la gestión para el control y la sostenibilidad de los recursos naturales, propendiendo a los usos de suelo que se dan dentro de la microcuenca.

Capacitar a los actores directos de la microcuenca en la utilización de técnicas agropecuarias que permitan mejorar la producción y conservar los factores ambientales en función del Desarrollo Sostenible.

El PMA plantea medidas mitigadoras para paliar los impactos negativos que se han identificado en este estudio; en general son medidas sencillas que no implican un costo económico exuberante si no la atención de las entidades administrativas de la microcuenca.

## 7. Bibliografía

1. Abellán, A., & García, F. (2006). *Evaluación del impacto ambiental de proyectos y actividades agroforestales*. (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, Ed.) (Universida). Castilla-La Mancha. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=uYkQp1MGSH0C&printsec=frontcover&dq=estudio+de+impacto+ambiental&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjo7p\\_m49\\_bAhXMyVMKHYMpC8AQ6AEILTAB#v=onepage&q=estudio de impacto ambiental&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=uYkQp1MGSH0C&printsec=frontcover&dq=estudio+de+impacto+ambiental&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjo7p_m49_bAhXMyVMKHYMpC8AQ6AEILTAB#v=onepage&q=estudio+de+impacto+ambiental&f=false)
2. Aguilar-Stoen, M., & Hirsch, C. (2015). Environmental Impact Assessments, local power and self-determination: The case of mining and hydropower development in Guatemala. *Extractive Industries and Society*, 2(3), 472–479. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2015.03.001>
3. Aguilar Ibarra, A. (2010). *Calidad del agua: Un enfoque multidisciplinario*. Instituto de Investigaciones Económicas UNAM (UNAM). México. Recuperado de <http://ru.iiec.unam.mx/id/eprint/65>
4. Aldwaik, S. Z., & Pontius, R. G. (2012). Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition. *Landscape and Urban Planning*, 106(1), 103–114. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2012.02.010>
5. Alo, C. A., & Pontius, R. G. (2008). Identifying systematic land-cover transitions using remote sensing and GIS: The fate of forests inside and outside protected areas of Southwestern Ghana. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(2), 280–295. <https://doi.org/10.1068/b32091>
6. Arancibia, M. E. (2008). El uso de los sistemas de información geográfica -SIG- en la planificación estratégica de los recursos energéticos. *Polis (Santiago)*, 7(20), 227–238. <https://doi.org/10.4067/S0718-65682008000100012>
7. Arboleda, J. (2008). *Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
8. Asamblea Nacional del Ecuador. Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria, Pub. L. No. 061, 1 (2015). Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
9. Ayala-Izurieta, J., Márquez, C., García, V., Recalde-Moreno, C., Rodríguez-Llerena, M., & Damián-Carrión, D. (2017a). Land Cover Classification in an Ecuadorian Mountain

- Geosystem Using a Random Forest Classifier, Spectral Vegetation Indices, and Ancillary Geographic Data. *Geosciences*, 7(2), 34. <https://doi.org/10.3390/geosciences7020034>
10. Ayala-Izurieta, J., Márquez, C., García, V., Recalde-Moreno, C., Rodríguez-Llerena, M., & Damián-Carrión, D. (2017b). Land Cover Classification in an Ecuadorian Mountain Geosystem Using a Random Forest Classifier, Spectral Vegetation Indices, and Ancillary Geographic Data. *Geosciences*, 7(2), 34. <https://doi.org/10.3390/geosciences7020034>
  11. Bautista, A., Etchevers, J., Castillo, R., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Revista Ecosistemas*, 13(2), 1–11. Recuperado de <http://www.aet.org/ecosistemas/042/revision2.htm>
  12. Braimoh, A. K. (2006). Random and systematic land-cover transitions in northern Ghana. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113(1–4), 254–263. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.10.019>
  13. CESA. (2011). *Estudio de impacto ambiental del proyecto de riego zonal Atapo-Palmira*. Riobamba.
  14. Chen, L., Yang, X., Chen, L., & Li, L. (2015). Impact assessment of land use planning driving forces on environment. *Environmental Impact Assessment Review*, 55, 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.08.001>
  15. Churches, C. E., Wampler, P. J., Sun, W., & Smith, A. J. (2014). Evaluation of forest cover estimates for Haiti using supervised classification of Landsat data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 30(1), 203–216. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.01.020>
  16. Chuvieco, E. (1998). El factor temporal en teledetección: evolución fenomenológica y análisis de cambios. *Revista de Teledetección*, 10, 1–9. Recuperado de [http://telenet.uva.es/promotores/revista/revista\\_10/AET10\\_4.pdf](http://telenet.uva.es/promotores/revista/revista_10/AET10_4.pdf)
  17. Coba, J., Vinuesa, H., Barba, M., & Rivera, H. (2011). *Inventario y diagnóstico de los recursos hídricos de la microcuenca del río Atapo*. Riobamba.
  18. Congreso Nacional del Ecuador. Ley de Gestión Ambiental, Pub. L. No. 19, 1 (2004). Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
  19. Corrales Andino, R. E., & Ochoa López, V. L. (2014). Firmas espectrales de la cobertura de la Tierra, aplicando radiometría de campo. Fase 1: Región 03 occidente de Honduras. *Revista ciencias espaciales*, 7(1), 21.
  20. Dendena, B., & Corsi, S. (2015). The Environmental and Social Impact Assessment: A further step towards an integrated assessment process. *Journal of Cleaner Production*, 108, 965–977. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.110>

21. Elvan, O. D. (2018). Analysis of environmental impact assessment practices and legislation in turkey. *Environmental Science and Policy*, 84(February), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.02.008>
22. Falcón García, O. (2014). Dinamica de cambio en la cobertura/uso del suelo, en una region del estado de Quintana Roo, México, 111.
23. Fernández Vítora, V. C. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (Ediciones). Madrid.
24. Flacso, & PNUMA. (2008). Informe sobre el estado del medio ambiente. *GeoEcuador*, 1(1), 192. Recuperado de [http://www.pnuma.org/deat1/pdf/Ecuador pdf/06. Capitulo 4. Estado del suelo.pdf](http://www.pnuma.org/deat1/pdf/Ecuador%20pdf/06.%20Capitulo%204.%20Estado%20del%20suelo.pdf)
25. GAD de Chimborazo. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Chimborazo*. Riobamba. Recuperado de <http://gadpuertocayo.gob.ec/manabi/wp-content/uploads/2014/10/PUERTO-CAYO-FINAL.pdf>
26. García Mora, T. J., & Mas, J.-F. (2008). Comparación de metodologías para el mapeo de la cobertura y uso del suelo en el sureste de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 67(8701), 7–19.
27. Isch, E., & Silva, A. (2018). *Sistematización de la experiencia del sistema de riego prosurizado Atapo Palmira*. Palmira.
28. León, J., & Correa, J. (2001). *Evaluación del impacto ambiental de proyecto de desarrollo*. (Universidad Nacional de Colombia, Ed.), *Universidad Nacional de Colombia* (Johan Corr). Medellín. Recuperado de <http://goo.gl/jQSWtE>
29. Leon Pelaez, J. D., & Lopera Arango, G. J. (1999). Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental a partir de diferentes métodos específicos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 52(2), 565–597. <https://doi.org/10.15446/rfnam>
30. López Báez, W. (2013). Análisis del manejo de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable de recursos naturales. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, XIII(2), 39–45. <https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2012.06.017>
31. Moreno, A. (2017). *Análisis de las transiciones de los cambios de uso y cobertura del suelo mediante técnicas estadísticas y sistemas de información geográfica de los años (2001-2016) en el cantón Chambo, provincia de Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo.
32. Ordóñez, J. (2011). *¿ Qué es cuenca hidrológica ?* *Sociedad Geográfica de Lima* (Vol. 1). Lima. Recuperado de [http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm\\_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca\\_hidrologica.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf)



33. Parlamento Indígena. (1999). *Plan participativo de desarrollo del cantón Guamote*. Guamote.
34. Pilco, J., Vesconez, S., & Jara, F. (2015). *Beneficios e impactos socioeconómicos del programa de forestación de PROFAFOR en tres comunidades indígenas*. (J. Pilco, S. Vesconez, & L. Jara, Eds.) (1a ed.). Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
35. Pontius, R. G., Shusas, E., & McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101(2–3), 251–268. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008>
36. Quétier, F., Lavorel, S., Daigney, S., & de Chazal, J. (2009). Assessing ecological and social uncertainty in the evaluation of land-use impacts on ecosystem services. *Journal of Land Use Science*, 4(3), 173–199. <https://doi.org/10.1080/17474230903036667>
37. Ramsar, C. (2010). *Manejo de cuencas hidrográficas: integración de la conservación y del uso racional de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas*. *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales* (Secretaría, Vol. 9). Suiza.
38. Rodríguez, N., Pabón, J. D., Bernal, N. R., & Martínez, J. (2010). *Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos*. *Mtnforum.Org*. Recuperado de [http://www.mtnforum.org/sites/default/files/publication/files/cambio\\_climatico\\_uso\\_suelo\\_andes\\_colombianos.pdf](http://www.mtnforum.org/sites/default/files/publication/files/cambio_climatico_uso_suelo_andes_colombianos.pdf)
39. Ruiz, V., Savé, R., & Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el paisaje terrestre protegido Mirafolor Moropotente Nicaragua. *Ecosistemas: Revista científica de ecología y medio ambiente*, 22(3), 117–123.
40. Sánchez, A., Garcia, R. M., & Palma, A. (2003). *La cuenca hidrográfica*. (A. Sánchez, R. M. Garcia, & A. Palma, Eds.) (Secretaria). México DF: SEMARNAT.
41. Silva, A., Mafla, E., & Silva, M. (2011). *Sistema zonal de riego Atapo-Palmira*. Riobamba.
42. Speranza F. y R. Zerda. (2015). Clasificación digital de coberturas vegetales a partir de datos satelitales multiespectrales. *Researchgate*, 1(1), 1–6.
43. The National Academies Press. (2014a). *Advancing Land Change Modeling*. (National Research Council, Ed.) (1a ed.). Washington, D.C.: National Academy of Sciences. <https://doi.org/10.17226/18385>
44. The National Academies Press. (2014b). *Advancing Land Change Modeling*. (National Research Council, Ed.) (1a ed.). Washington, D.C.: National Academy of Sciences. <https://doi.org/10.17226/18385>
45. UICN, & FAO. (2009). *Guía para la elaboración de planes de manejo de microcuencas*. (Policolor, Ed.), *Proyecto Tacaná, UICN* (Primera Ed). Guatemala: Sincronía.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

46. United Nations, O. for O. S. A. (2013). *Práctica de imágenes multiespectrales de sensores remotos*. Santo Domingo-República Dominicana. Recuperado de [http://www.un-spider.org/sites/default/files/Practica\\_ImagenesMultiespectralesDeSensoresRemotos\\_3.pdf](http://www.un-spider.org/sites/default/files/Practica_ImagenesMultiespectralesDeSensoresRemotos_3.pdf)
47. Zanotta, D. C., Zortea, M., & Ferreira, M. P. (2018). A supervised approach for simultaneous segmentation and classification of remote sensing images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 142(May), 162–173. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.05.021>

## 8. Anexo

**Anexo 1** Tabla de desagregación del ambiente en sus 3 niveles de complejidad y posibles alteraciones de sus elementos

Sistema	Componente	Elemento	Posibles alteraciones o impactos	
<b>ABIÓTICO</b>	Suelo	Propiedades físicas	Alteración de las características físicas: tamaño de grano, permeabilidad, porosidad, friabilidad, textura del suelo, grado de compactación del suelo.	
		Propiedades químicas	Alteración de las características químicas: pH, capacidad de intercambio catiónico, salinidad, contenido de nutrientes y materia orgánica. Aparición de sustancias perjudiciales como residuos de construcción (cemento, hierro, resinas), lubricantes, combustibles, etc.	
	Aire	Gases	Aumento en la concentración de gases contaminantes como CO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , hidrocarburos, oxidantes fotoquímicos, etc.	
		Partículas	Aumento en la cantidad de material particulado.	
	Agua	Aguas superficiales	Alteración en la aportación de las microcuencas y en el flujo de caudales	
		Aguas subterráneas	Alteración del nivel freático o cambios en el régimen de flujo del agua subterránea.	
		Calidad		Aumento en la concentración de sustancias tóxicas (biosidas, combustibles, lubricantes, lixiviados, etc.), en los niveles de P y N, compuestos orgánicos, aguas residuales que aumentan la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), etc. Incremento en la concentración de sedimentos, sólidos disueltos y suspendidos.
	Procesos geofísicos	Dinámica de cauces	Alteración de la dinámica por depósitos de escombros, caminos sobre el lecho, alcantarillas, rectificación y desviación de cauces, cambios en la cobertura vegetal y en la capacidad de transporte, etc.	
		Estabilidad de laderas	Desestabilización de las vertientes por cortes en el terreno, movimientos de tierra, fenómenos hidrogeomorfológicos y cambios en la cobertura vegetal.	
Erosión		Pérdida del suelo por cambio o desaparición de la cubierta vegetal, alteración de cauces, estabilidad de vertientes, apertura de vías, descapotado, etc.		
<b>BIÓTICO</b>	Vegetación	Arboles	Reducción de poblaciones al establecer métodos de muerte en pie, tala de árboles, etc. Aumento o disminución en el número de especies.	
		Arbustos y herbáceas	Eliminación de especies. Aparición de nuevas especies asociadas a condiciones ambientales diferentes a las actuales	
		Microflora	Incremento y/o reducción de poblaciones. Aumento o disminución de la producción (biomasa, frutos, madera, etc.).	

<b>ANTRÓPICO</b>	Fauna	Fauna terrestre	Aparición, eliminación o reducción de especies o poblaciones. Invasión de nuevas especies y desplazamiento de otras al ocupar su nicho ecológico.
		Fauna acuática	Perturbación por ruido, luces, visitantes, etc.
		Macrofauna	Aislamiento de especies e individuos por barreras físicas (camino, canales, presas, etc.) o naturales.
	Procesos ecológicos	Cadenas alimenticias	Alteración, aparición o ruptura de cadenas alimenticias, flujos de energía, ciclos biogeoquímicos, etc.
		Flujo genético	Invasión y/o desplazamiento de especies nativas, y entrecruzamientos perjudiciales para éstas por la introducción de especies exóticas. Disgénesis, si la base genética de las especies a plantar no es la adecuada.
		Diversidad de hábitats	Alteración de la diversidad de hábitats por ocupación selectiva, destrucción, fragmentación, establecimiento de nuevas coberturas, etc.
		Procesos fundamentales	Interferencia o mejoramiento de procesos ecológicos naturales (reproducción, alimentación, predación, polinización, migración, dispersión, regeneración, etc.)
		Mitos, símbolos, religión	Alteración de contenidos míticos, religiosos y símbolos de la comunidad o de sectores de ella.
	Identidad	Arraigo	Desplazamientos forzados, por demoliciones de viviendas o restricciones en el uso del suelo.
		Valores	Alteración de los valores de la comunidad o de sectores de ella, frente a las implicaciones del proyecto.
		Manifestaciones culturales	Modificación de principios reguladores en la relación hombre-medio natural/cultural (vida, pensamiento, valores, cosmovisión, etc.).
	Económico	Empleo	Suspensión y/o generación temporal o indefinida de un flujo de ingresos o fuente laboral.
	Tierra	Uso del suelo y espacio público	Reducción o pérdida de acceso al suelo, por parte de la comunidad, para cualquiera de sus aprovechamientos actuales: agricultura, ganadería, minería, recreación, etc. Eliminación o restricción de acceso a algunas áreas de libre utilización. Creación de nuevos espacios para desarrollar diferentes actividades.
		Valorización y precio de la tierra	Modificación de avalúos catastrales, alterando la estratificación socioeconómica y por consiguiente el valor de los servicios públicos, la renta, el valor de la tierra, etc. Aumento o disminución del precio de la tierra.
Infraestructura y Servicios	Servicios públicos	Interrupción temporal de servicios públicos. Obstrucción o deterioro de las redes de electricidad, agua, teléfono, alcantarillado, etc.	
	Servicios Sociales	Eliminación, deterioro o aparición de estructuras de servicios sociales como hospitales, escuelas, iglesias, etc	

	Vías y transporte	Cambio en rutas, costos, medios de movilización y distancias a recorrer por las personas, para realizar sus actividades cotidianas. Demoras en el flujo vehicular. Deterioro o mejoramiento de la red vial existente. Aislamiento u obstrucción vial (peatonal o vehicular), temporal o permanentemente.
	Estructura urbana	Modificación, eliminación, incorporación o deterioro de elementos arquitectónicos ordenadores y configuradores de un espacio urbano, así como de edificaciones.
Salud	Olores	Producción de olores por causa de la emanación de compuestos volátiles, gases resultantes de la combustión de maquinaria, procesos constructivos, disposición de aguas negras, etc
	Ruido	Incremento en los niveles sonoros
	Riesgos	Aumento de la probabilidad de accidentes debido al tránsito de vehículos y maquinaria, operación de equipos, demoliciones, procesos constructivos, manipulación de sustancias peligrosas, etc.
	Salubridad	Aumento de enfermedades por organismos que se desarrollan en aguas estancadas, mala disposición de residuos y sustancias peligrosas, gases contaminantes, promiscuidad sexual, prostitución
	Política	Sociedad civil
Seguridad		Deterioro de las condiciones de seguridad y tranquilidad de la población por la llegada de personal foráneo, aumento de dinero circulante
Paisaje	Percepción natural	Pérdida y/o aparición de unidades con alto valor paisajístico. Cambios en la percepción espacial de la relación entre las construcciones, la vegetación y el tratamiento de superficies en lugares específicos del entorno.
Educativo y científico	Arqueología	Destrucción de terrazas indígenas, piezas arqueológicas y complejos funerarios, por la construcción de obras de infraestructura, o actividades relacionadas con la gestión de tierras. Promoción de actividades científicas al dar a conocer a la sociedad el patrimonio arqueológico e histórico, por medio de museos, recorridos, cartillas, etc.
	Ecología	Incorporación de actividades científicas y de conocimiento del entorno, al poner en marcha planes educativos, de reconstrucción del ecosistema, de investigación, etc.

Fuente: (Leon Pelaez & Lopera Arango, 1999)(Fernández Vítora, 2010)

Elaborado por: Autores

**Anexo 2** Tabla de rangos y valoración de los criterios utilizados para cada impacto ambiental.

<b>Criterio</b>	<b>Rango de acción</b>	<b>Valor</b>
<b>Clase</b>	Positivo	+
	Negativo	-
<b>Presencia</b>	Cierta	1,0
	Muy probable	0,7
	Probable	0,3
	Poco probable	0,1
	No probable	0,0
<b>Duración</b>	Muy larga o permanente: si es > de 10 años	1,0
	Larga: si es > de 7 años	0,7<1,0
	Media: si es > de 4 años	0,4<0,7
	Corta: si es > de 1 año	0,1<0,4
	Muy corta: si es < de 1 año	0,0<0,1
<b>Evolución</b>	Muy rápida: si es < de 1 mes	0,8 < 1,0
	Rápida: si es < de 2 meses	0,6<0,8
	Media: si es < de 6 meses	0,4<0,6
	Lenta: si es < de 24 meses	0,2<0,4
	Muy lenta: si es > de 24 meses	0,0<0,2
<b>Magnitud</b>	Muy alta: si Mr > del 80 %	0,8 < 1,0
	Alta: si Mr varía entre 60 y 80	0,6<0,8
	Media: si Mr varía entre 40 y 60 %	0,4<0,6
	Baja: si Mr varía entre 20 y 40 %	0,2<0,4
	Muy baja: si Mr < 20 %	0,0<0,2
<b>Constantes de ponderación</b>	A	7,0
	B	3,0

Fuente : (Leon Pelaez & Lopera Arango, 1999)

Elaborado por: autores

**Anexo 3** Modelo de ficha para la descripción de impactos ambientales

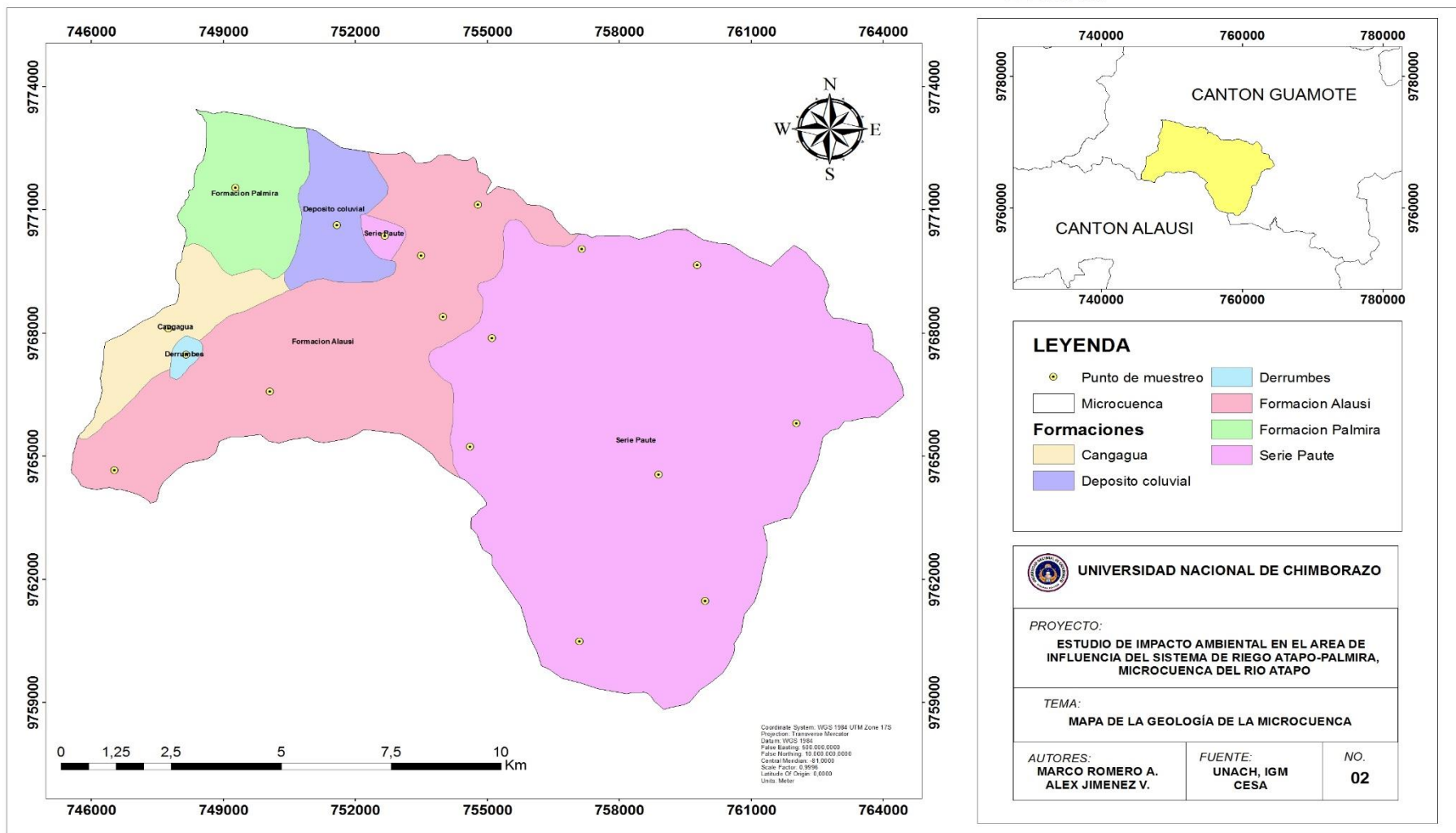
<b>Sistema:</b>	<b>Componente:</b>	<b>Elemento:</b>
<b>Actividad:</b>	Nombre de la actividad	
<b>Descripción del impacto</b>	Se identifica y describe el impacto, indicando sus características más relevantes.	
<b>Área de influencia</b>	Se describe el área donde se presentará el impacto	
<b>Estrategia de atención</b>	Se identifican las posibles formas de atención del impacto	

Fuente: (Arboleda, 2008)

Elaborado por: los autores

Anexo 4 Mapa de la unidades geológicas de la microcuenca Atapo-Pumachaca

**GEOLOGÍA DE LA MICROCUENCA ATAPO-POMACHACA ESCALA: 1:40.000**



## Anexo 5 Formato de la encuesta socioeconómica

ENCUESTA A LOS USUARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO ATAPO-PALMIRA			
Proyecto:	<b>Estudio de impacto ambiental en el área de influencia del sistema de riego presurizado Atapo-Palmira, microcuenca del río Atapo.</b>		
Directorio:	<b>Zona Alta</b> (Atapo-Quichalan, Atapo-Santa Cruz y Atapo-Sta. Elena)		<b>Zona Baja</b> ( San Francisco 4 Esquinas, Palmira Centro y Palmira-Dávalos)
Sexo:	<b>Hombre</b>		<b>Mujer</b>
Jefe de hogar:	<b>Si</b>		<b>No</b>
Nivel de estudios:	<b>Sin estudios</b>		<b>Primarios</b>
	<b>Secundarios</b>		<b>Superior</b>

1. Cuál es su principal fuente de ingreso	<b>Jornalero</b>		<b>Agricultura</b>	
	<b>Ganadería</b>		<b>Remesas</b>	
2. Tipo de propiedad :	<b>Privada</b>		<b>Comunal</b>	
3. Número de personas que viven en su vivienda:	<b>1 a 2</b>		<b>3 a 4</b>	
	<b>4 a 5</b>		<b>Más de 6</b>	
4. Cuantas hectáreas de tierra tiene para el cultivo:	<b>1 a 2</b>		<b>3 a 4</b>	
	<b>5 a 6</b>		<b>Más de 6</b>	
5. ¿Qué sembraba hace 10 y 15 años?:	<b>Papas</b>		<b>Habas</b>	
	<b>Hortalizas</b>		<b>Chocho</b>	
6. Utiliza fertilizantes en sus cultivos:	<b>Si</b>		<b>No</b>	
7. Qué tipo de fertilizantes utiliza:	<b>No sabe</b>		<b>Triple formula</b>	
	<b>Urea</b>		<b>Otros</b>	
8. Qué tipo de riego emplea para sus cultivos:	<b>Por inundación</b>		<b>Por aspersión</b>	
	<b>Por goteo</b>			
9. Para usted cual tipo de riego es más eficiente:	<b>Por inundación</b>		<b>Por aspersión</b>	
	<b>Por goteo</b>			
10. Cuantas hectáreas de tierra tiene para la crianza y pastoreo de ganado:	<b>1 a 2</b>		<b>3 a 4</b>	
	<b>5 a 6</b>		<b>Más de 6</b>	
11. Cómo calificaría al sistema de riego del 1 al 10:				
12. Cómo califica la administración del comité de gestión de riego Atapo-Palmira, para la operación y funcionamiento del sistema de riego:	<b>Malo</b>		<b>Regular</b>	
	<b>Bueno</b>		<b>Muy bueno</b>	
13. Conoce Ud. Las actividades que realiza las actividades que realizan las organizaciones regantes para la administración del agua:	<b>Si</b>		<b>No</b>	
14. Conoce usted acerca de la Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua:	<b>Si</b>		<b>No</b>	
15. Cómo calificaría a la ley del 1 al 10:				
16. Cuáles cree que sean las dificultades de la administración del agua:	<b>Deficientes estatutos</b>		<b>Deficiente aplicación de los estatutos</b>	



	Turnos de riego			
17. Tiene actualizado el padrón de riego:	Si		No	
18. Vende usted parte de su cuota de agua:	Si		No	
19. Paga alguna tarifa por el uso y aprovechamiento del sistema de riego :	Si		No	
20. Cuánto paga por el consumo de agua para riego:				
21. Tiene conflictos en cuanto al uso y aprovechamiento del agua:	Si		No	
22. Se encuentra dentro de algún programa para manejo de recursos naturales como el páramo:	Si		No	
23. Ha recibido capacitación para el manejo de recursos naturales (paramo, suelo, agua etc.):	Si		No	
24. Como califica la calidad del agua que provee el sistema de riego :	Mala		Regular	
	Buena		Muy buena	

### Anexo 6 Formato de presentación del cálculo de la calificación ambiental para cada impacto

Sistema	Componente	Elemento	Impactos	Ficha descriptiva	Calificación ambiental						
					C	P	D	E	M	Ca	Importancia

### Anexo 7 Cuadro de tabulación de los impactos de acuerdo a su importancia

Importancia ambiental	Impactos negativos	Ficha No. Plan de manejo	Impactos positivos	Total	%
Muy alta					
Alta					
Media					
Baja					
Muy baja					
Total					
%					

Fuente:(León & Correa, 2001)  
Elaborado por: los autores

## Anexo 8 Modelo y descripción de la ficha para el plan de manejo ambiental

---

**IMPACTO:** corresponde al encabezado de la ficha y describe el impacto para el cual se formularan las medidas correctoras; la denominación del impacto deberá ser la misma que está establecido en las fichas de descripción y en el cuadro de tabulación de los impactos

---

**Medida de prevención**

Corresponden a los diseños y medidas técnicas tomadas para la prevención del impacto ambiental; pueden ir acompañada de figuras, planos y demás elementos relevantes incluyendo la localización que tendrán las medidas

---

**Medida de mitigación**

Corresponden a los diseños y medidas técnicas tomadas para la mitigación del impacto ambiental; pueden ir acompañada de figuras, planos y demás elementos relevantes incluyendo la localización que tendrán las medidas

---

**Medida de corrección**

Corresponden a los diseños y medidas técnicas tomadas para la corrección del impacto ambiental; pueden ir acompañada de figuras, planos y demás elementos relevantes incluyendo la localización que tendrán las medidas

---

**Medida de compensación**

Corresponden a los diseños y medidas técnicas tomadas para la compensación del impacto ambiental; pueden ir acompañada de figuras, planos y demás elementos relevantes incluyendo la localización que tendrán las medidas

---

**Contraparte positiva**

Si bien las fichas se elaboran para impactos negativos de una actividad, también durante su ejecución pueden existir efectos positivos. Corresponde a los efectos positivos que se determinaron durante la identificación, descripción y evaluación de los impactos para una actividad

---

**Responsabilidad**

Se establecen las personas jurídicas o naturales sobre las cuales recae la ejecución de las medidas correctivas, esto facilita que la autoridad pueda cumplir con sus procesos de auditoría

---

**Objetivo operativo**

Permite que las medidas correctivas que se diseñaron puedan ser evaluadas mediante indicadores temporales o cuantitativos en algún momento, a fin de determinar el cumplimiento del plan

---

Fuente:(León & Correa, 2001)

Elaborado por: los autores

## Anexo 9 Resultados de la validación

	1999	2007	2017
<b>Overall accuracy</b>	94.71%	77.43%	87.29%
<b>Coefficiente Kapa</b>	0.9382	0.7367	0.8517

Ground truth (Porcentaje%)						
Clase	Comisión (%)		Omisión (%)		Comisión (%)	
	1999	1999	2007	2007	2017	2017
Vegetación seca	6.00	6.00	39.68	24.00	14.15	9.00
Cultivos y pastizales	12.15	6.00	17.31	14.00	18.95	23.00
Suelos desnudo	6.86	5.00	41.30	46.00	39.47	31.00
Páramo	2.06	5.00	15.09	10.00	0.00	5.00
Humedal	3.23	10.00	11.36	22.00	5.77	2.00
Construcción	4.95	4.00	14.29	28.00	4.49	15.00
Bosque	1.01	1.01	14.00	14.00	1.03	4.00
Clase	Prod. Acc (%)	User Acc (%)	Prod. Acc (%)	User Acc (%)	Prod. Acc (%)	User Acc (%)
Vegetación seca	94.00	94.00	76.00	60.32	94.00	94.00
Cultivos y pastizales	94.00	87.85	86.00	82.69	90.00	96.77
Suelos desnudo	95.00	93.14	54.00	58.70	94.00	87.85
Páramo	95.00	97.94	90.00	84.91	95.00	93.14
Humedal	90.00	96.77	78.00	88.64	95.00	97.94
Construcción	96.00	95.05	72.00	85.71	96.00	95.05
Bosque	98.99	98.99	86.00	86.00	98.99	98.99

## Anexo 10 Matriz de transición de tabulación cruzada del área de influencia indirecta

### Periodo 1999-2007

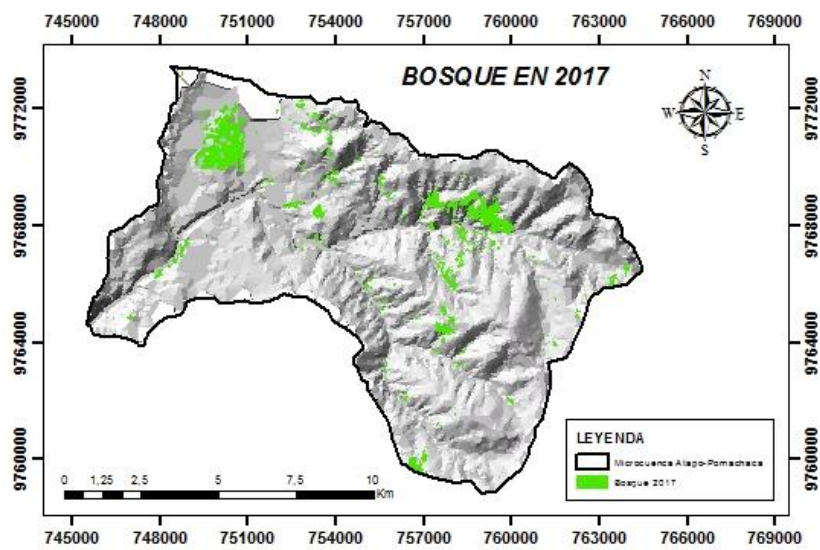
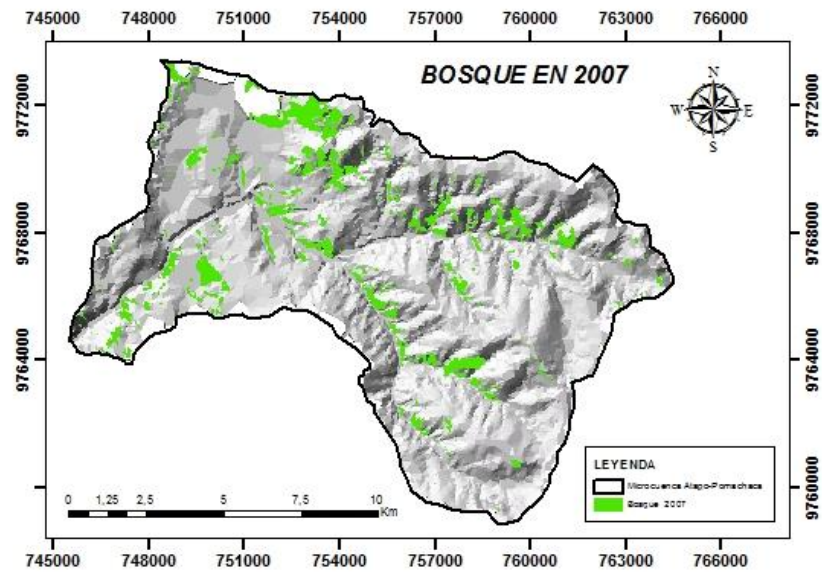
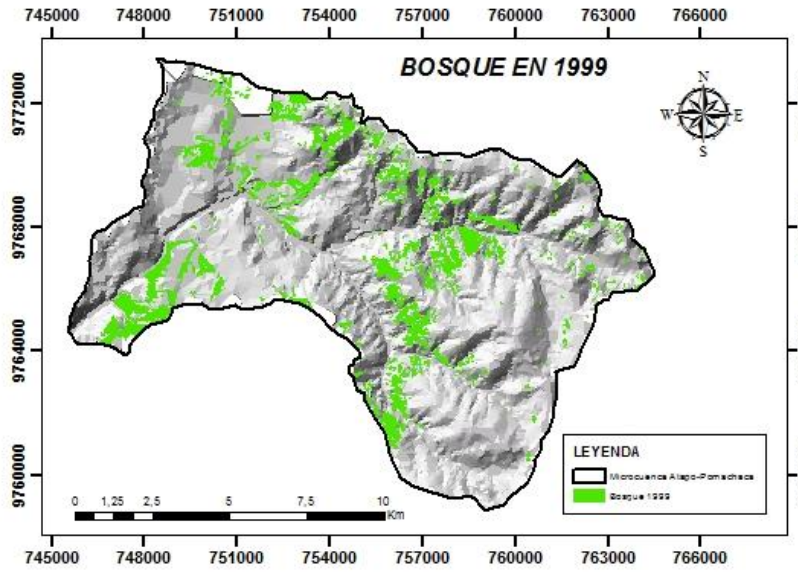
1999-2007	BOSQUE	CONSTRUCCION	CULTIVOS Y PASTIZALES	HUMEDAL	PARAMO	SUELOS DESNUDOS	VEGETACION SECA	TOTAL	PERDIDA
BOSQUE	2.00	0.02	2.20	0.49	0.37	4.03	2.84	11.95	9.95
CONSTRUCCION	0.09	0.21	0.14	0.00	0.00	0.17	0.37	0.98	0.77
CULTIVOS Y PASTIZALES	1.74	0.10	5.74	1.21	1.95	3.88	1.13	15.74	10.00
HUMEDAL	0.81	0.02	0.79	13.24	4.17	0.40	0.14	19.57	6.33
PARAMO	0.24	0.02	0.15	2.28	10.75	0.49	0.04	13.96	3.21
SUELOS DESNUDOS	0.36	0.14	0.89	0.06	0.05	7.01	2.49	11.00	4.00
VEGETACION SECA	2.24	0.55	0.46	0.01	0.04	4.88	18.61	26.79	8.18
TOTAL	7.47	1.07	10.36	17.29	17.33	20.86	25.62	100.00	
GANANCIA	5.47	0.85	4.63	4.06	6.58	13.85	7.00		

Elaborado por: los autores

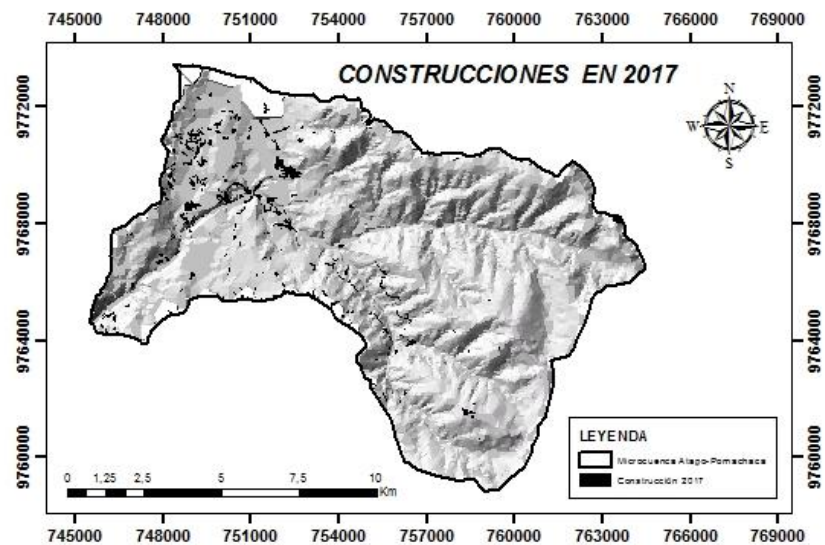
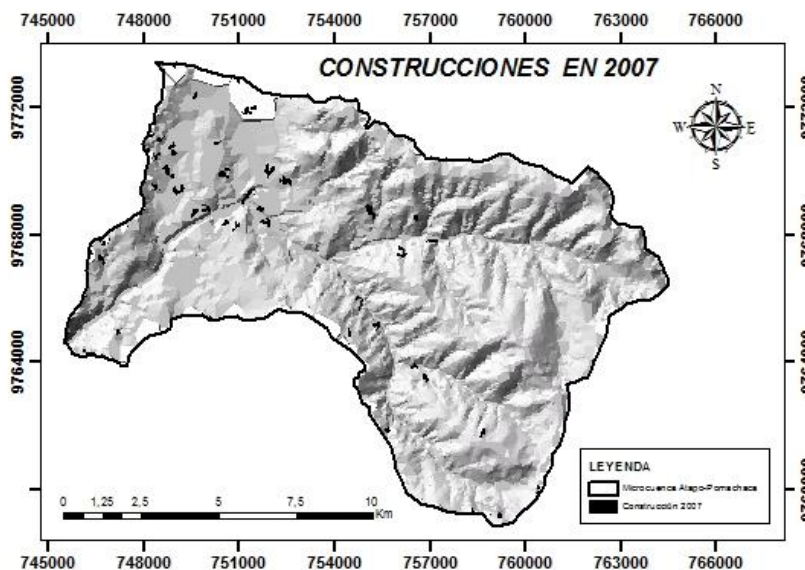
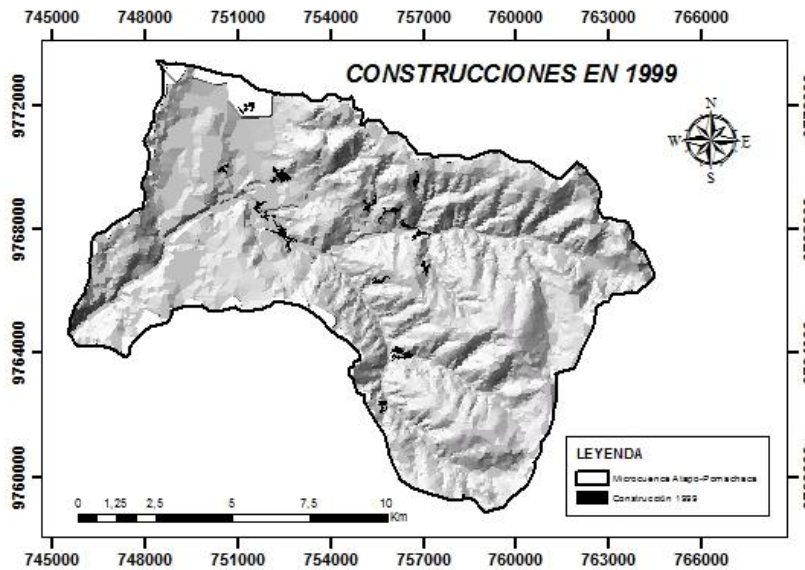
### Periodo 2007-2017


2007/2017	BOSQUE	CONSTRUCCION	CULTIVOS Y PASTIZALES	HUMEDAL	PARAMO	SUELOS DESNUDOS	VEGETACION SECA	TOTAL	PERDIDAS
BOSQUE	1.56	0.06	1.10	0.67	0.24	1.10	2.75	7.48	5.92
CONSTRUCCION	0.01	0.36	0.19	0.03	0.01	0.18	0.29	1.07	0.71
CULTIVOS Y PASTIZALES	0.58	0.11	5.89	0.68	0.00	2.64	0.46	10.36	4.47
HUMEDAL	0.26	0.00	0.83	11.52	3.61	1.03	0.03	17.29	5.77
PARAMO	0.46	0.10	0.82	5.52	7.78	2.57	0.08	17.33	9.54
SUELOS DESNUDOS	0.52	0.71	4.25	0.44	0.08	10.61	4.24	20.86	10.24
VEGETACION SECA	1.32	1.30	2.58	0.11	0.01	3.36	16.93	25.62	8.68
TOTAL	4.71	2.64	15.66	18.97	11.74	21.50	24.79	100.00	
GANANCIA	3.15	2.28	9.77	7.44	3.95	10.88	7.85		

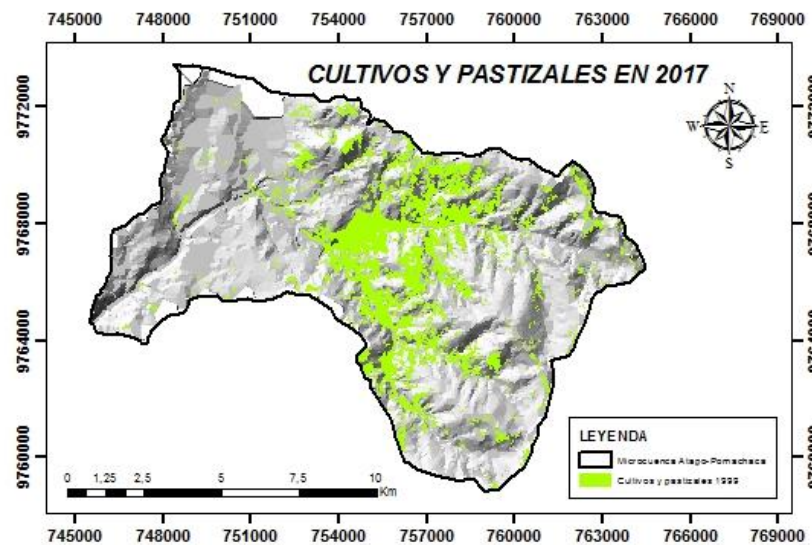
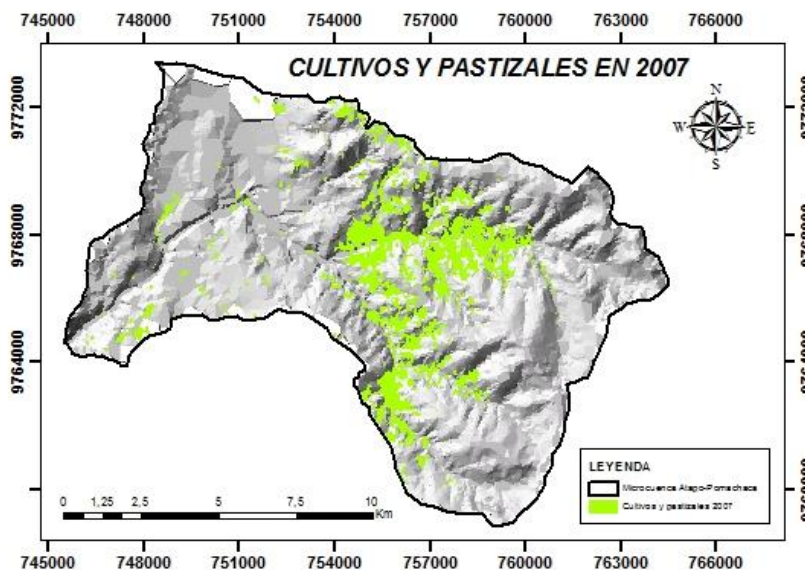
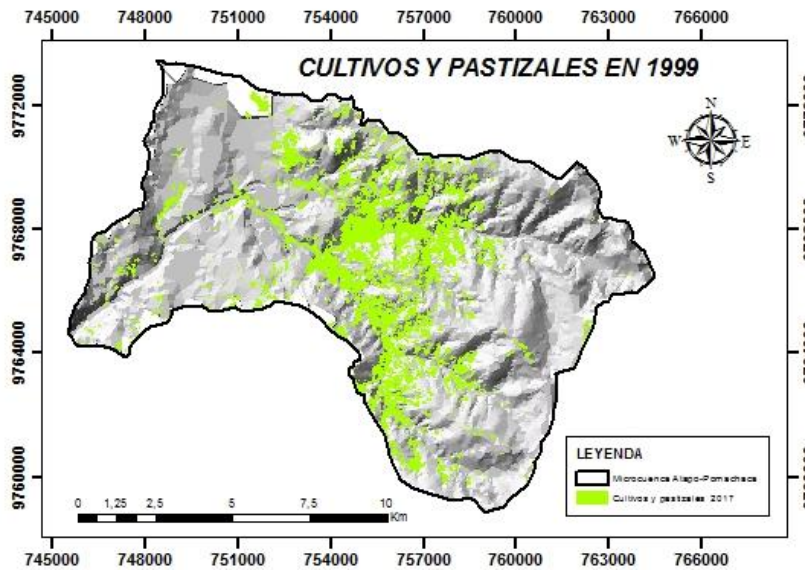
Elaborado por: los autores




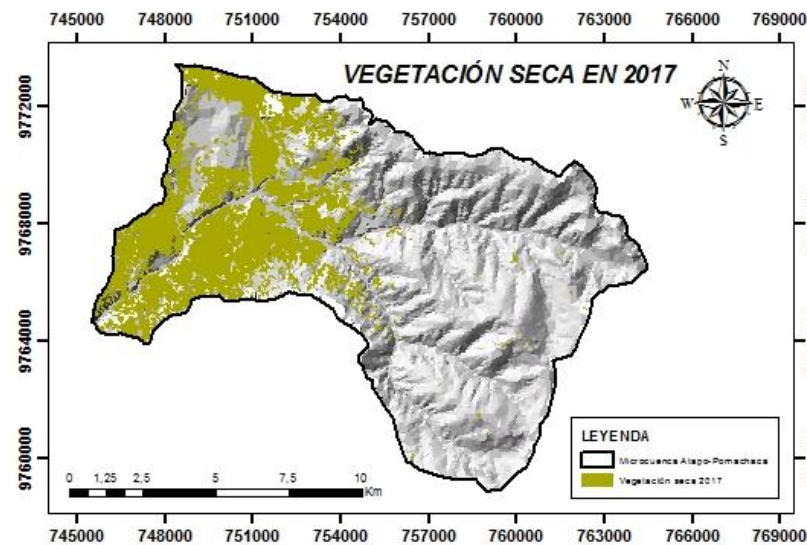
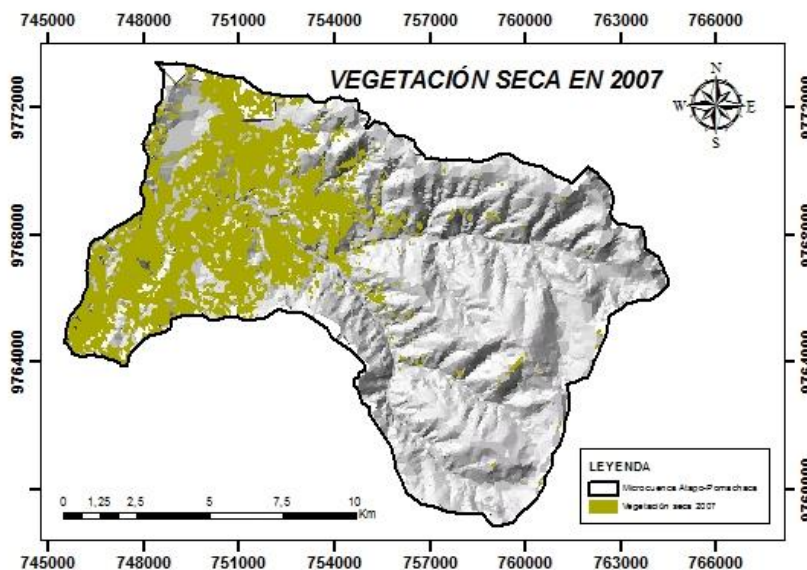
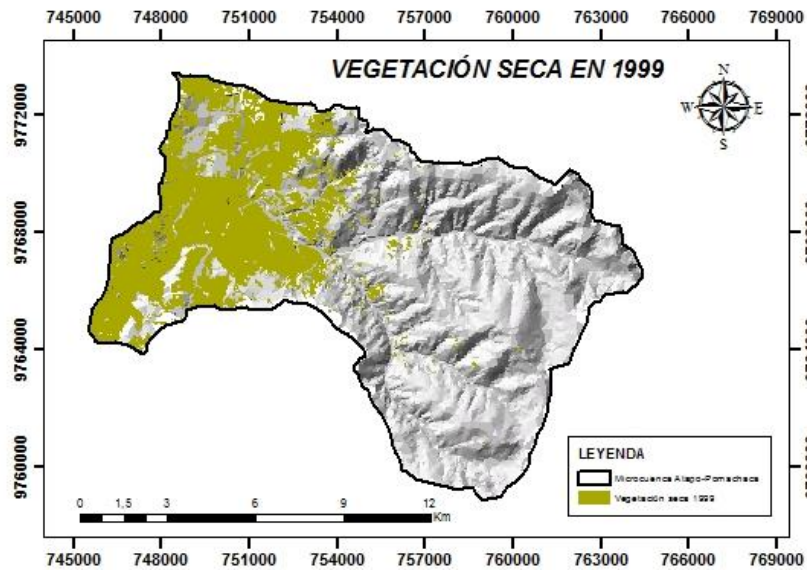
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIO EN LA CATEGORIA BOSQUE (ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA)		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:181.206
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CESA	<b>NO.</b> <b>3</b>




 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LAS CONSTRUCCIONES (ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA)		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:181.206
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CESA	<b>NO.</b> 4

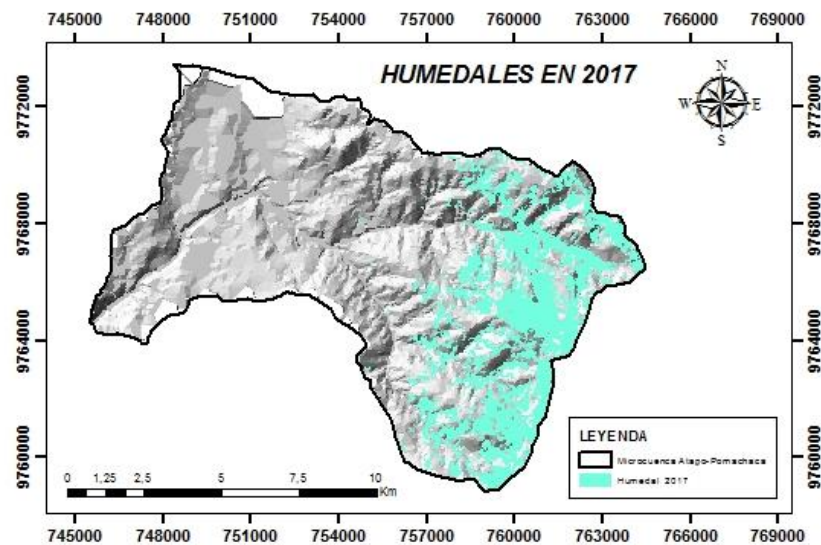
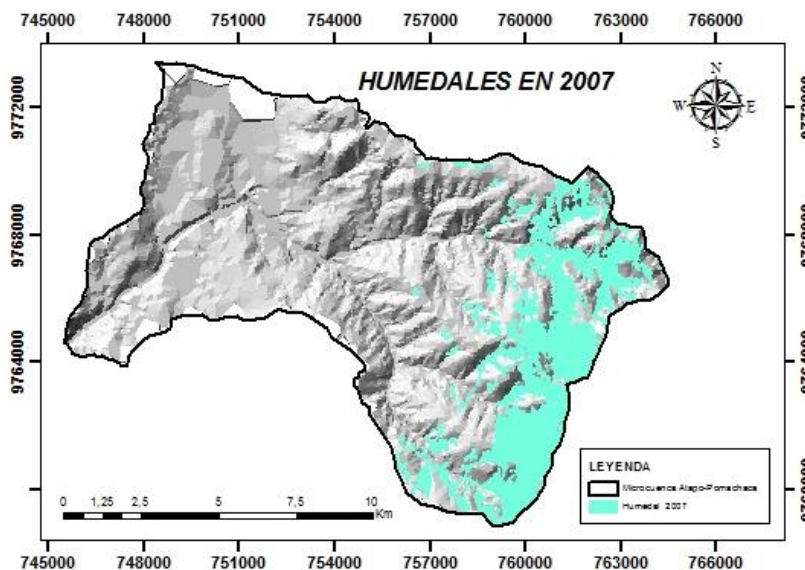
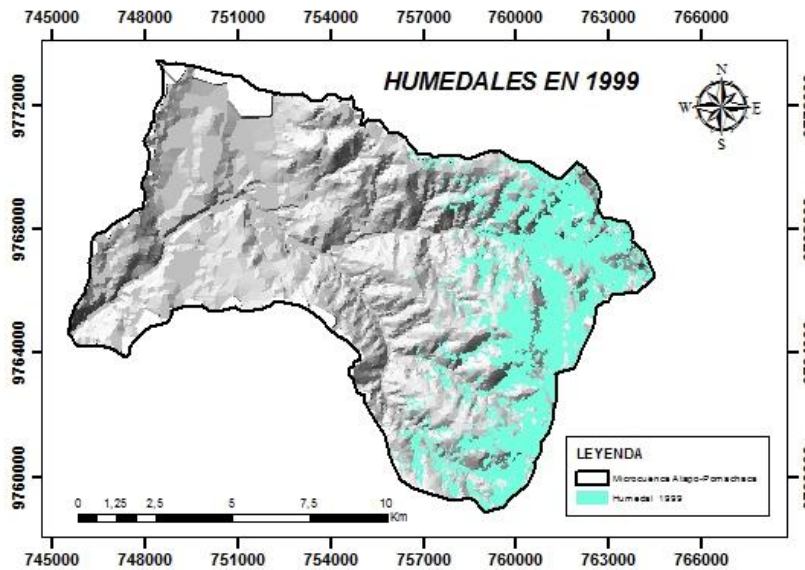



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO</b>		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LOS CULTIVOS Y PASTIZALES (ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA)		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> <b>1:181.206</b>
<b>AUTORES:</b> <b>MARCO ROMERO A.</b> <b>ALEX JIMENEZ V.</b>	<b>FUENTE:</b> <b>UNACH, IGM</b> <b>CE SA</b>	<b>NO.</b> <b>5</b>

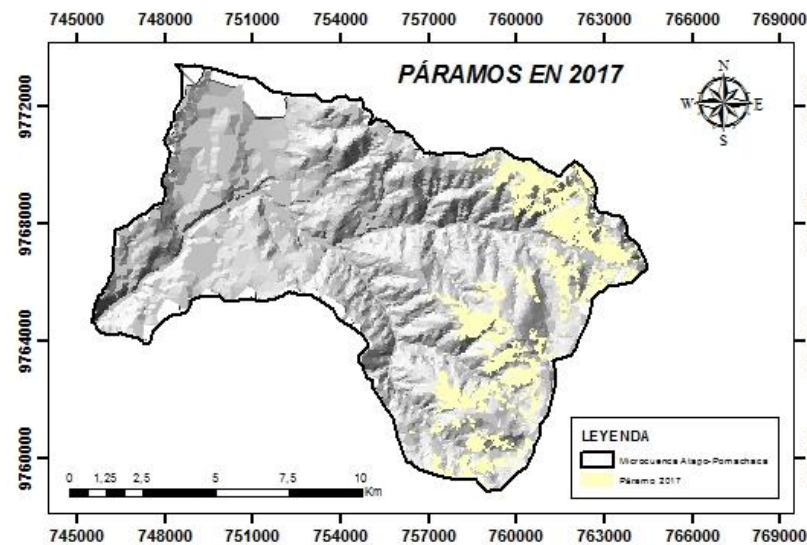
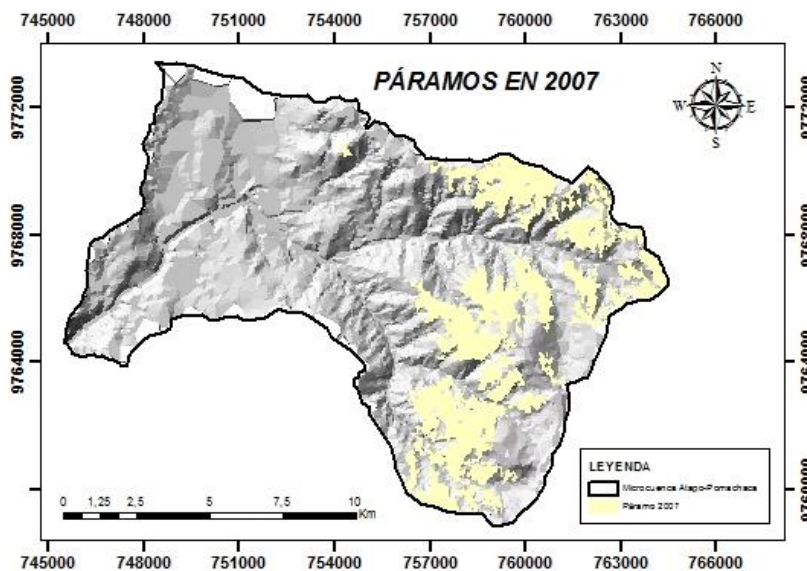
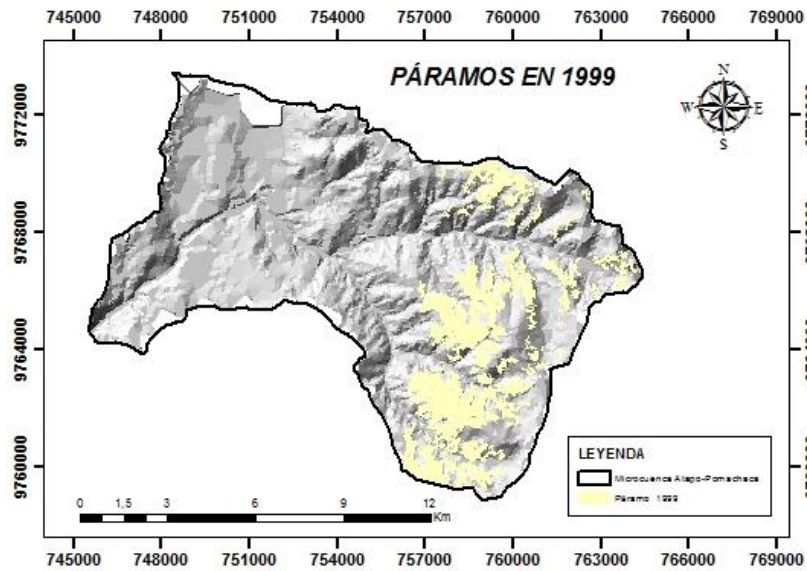



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN SECA (ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA)		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:180.050
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CE SA	<b>NO.</b> <b>6</b>

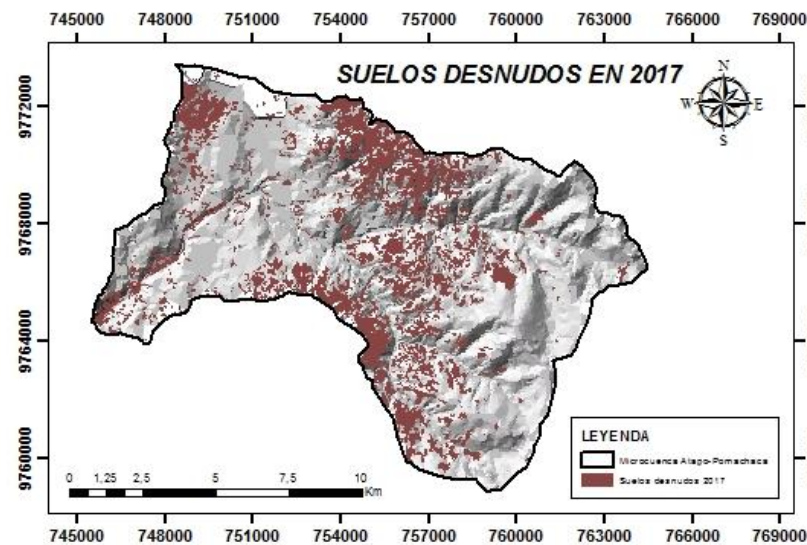
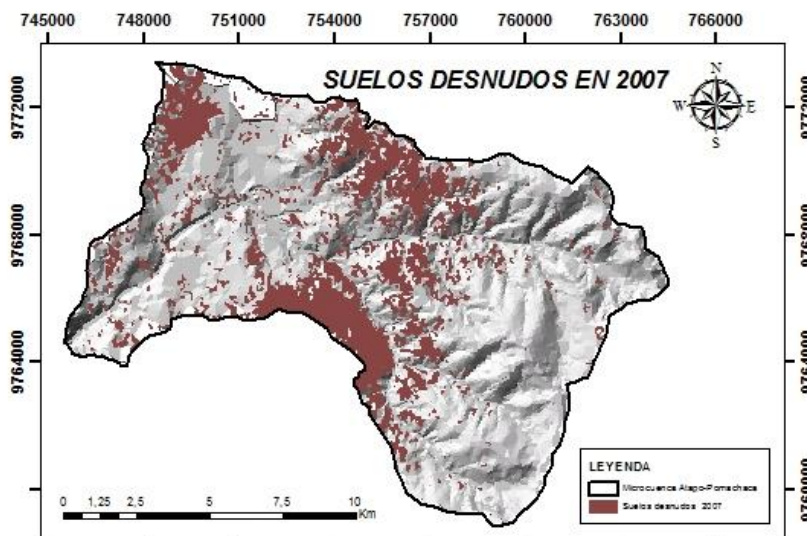
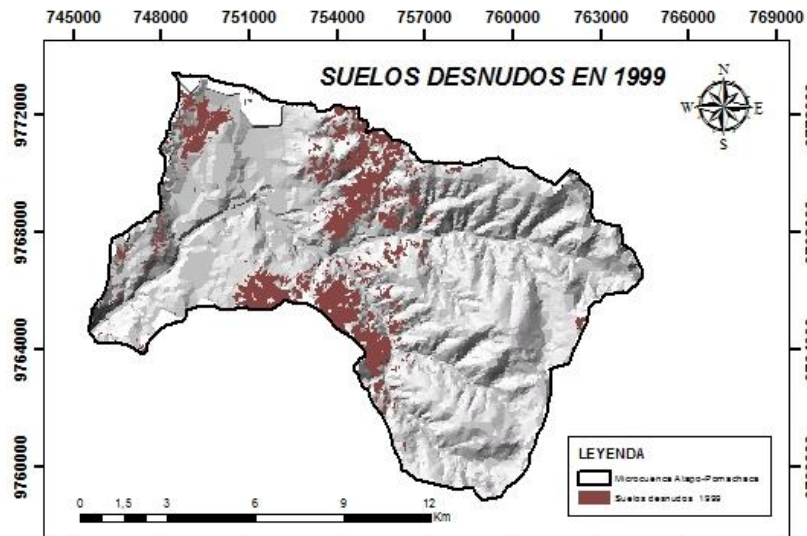





 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LOS HUMEDALES (ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA)		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:181.206
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CESA	<b>NO.</b> <b>7</b>



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LOS PÁRAMOS (ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA)		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:180.050
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CE SA	<b>NO.</b> <b>8</b>



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LOS SUELOS DESNUDOS (ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA)		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:180.050
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CE SA	<b>NO.</b> <b>9</b>

## Anexo 11 Matriz de transición de tabulación cruzada del área de influencia directa

### Periodo 1999-2007

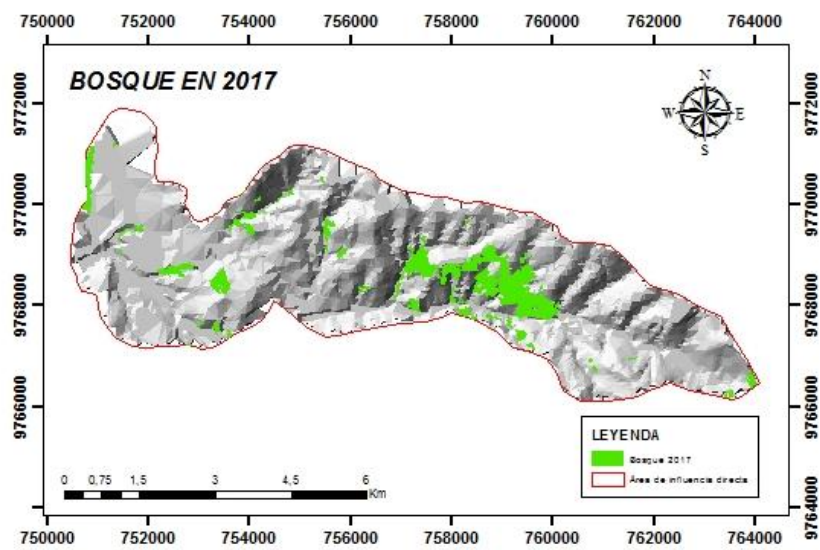
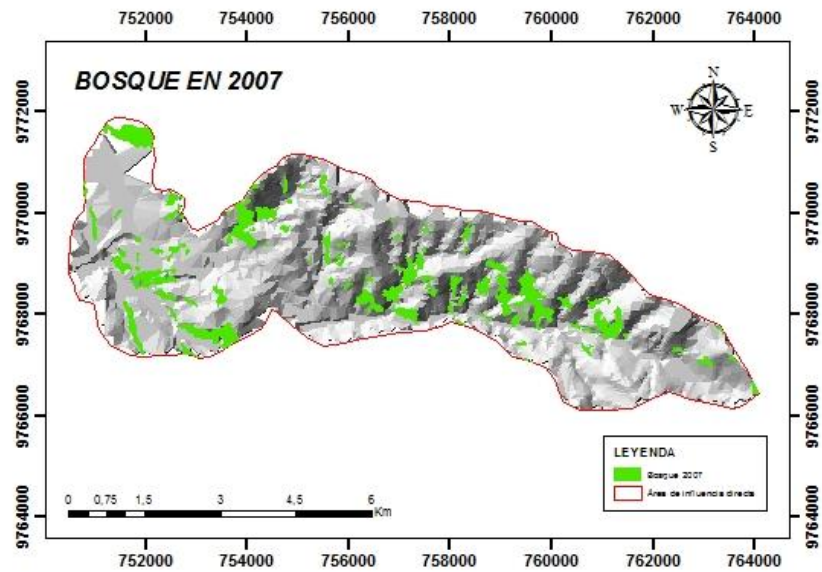
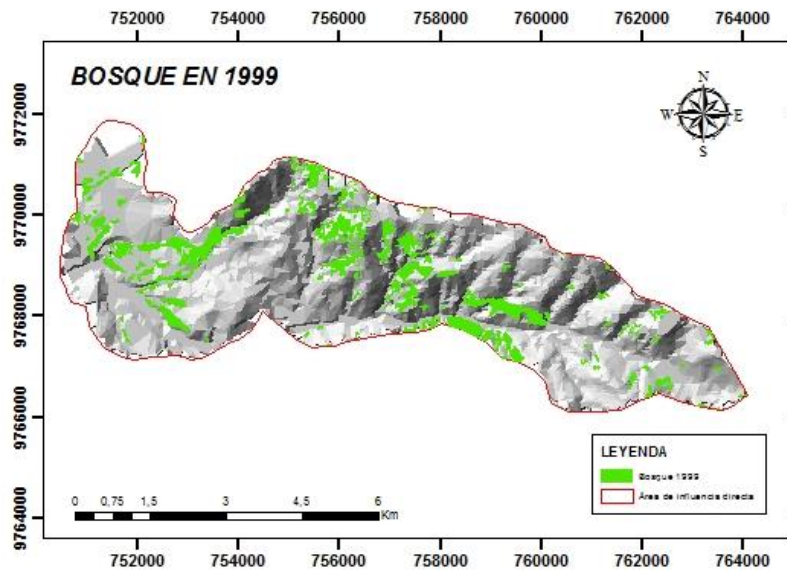
1999/2007	BOSQUE	CONSTRUCCION	CULTIVOS Y PASTIZALES	HUMEDAL	PARAMO	SUELOS DESNUDOS	VEGETACION SECA	TOTAL	PERDIDA
BOSQUE	1.85	0.01	2.13	0.56	0.42	4.02	2.88	11.86	10.01
CONSTRUCCION	0.15	0.47	0.23	0.00	0.00	0.30	1.14	2.30	1.83
CULTIVOS Y PASTIZALES	2.99	0.10	7.85	1.05	2.79	4.95	2.20	21.94	14.09
HUMEDAL	2.02	0.00	1.38	11.43	5.23	0.82	0.15	21.04	9.60
PARAMO	0.22	0.00	0.09	0.95	5.75	0.58	0.04	7.63	1.88
SUELOS DESNUDOS	0.44	0.09	0.97	0.02	0.09	6.40	4.33	12.34	5.94
VEGETACION SECA	2.60	0.53	0.30	0.02	0.00	2.64	16.80	22.89	6.09
TOTAL	10.27	1.20	12.95	14.03	14.28	19.71	27.54	100.00	
GANANCIA	8.43	0.73	5.10	2.60	8.54	13.31	10.74		

Elaborado por: los autores

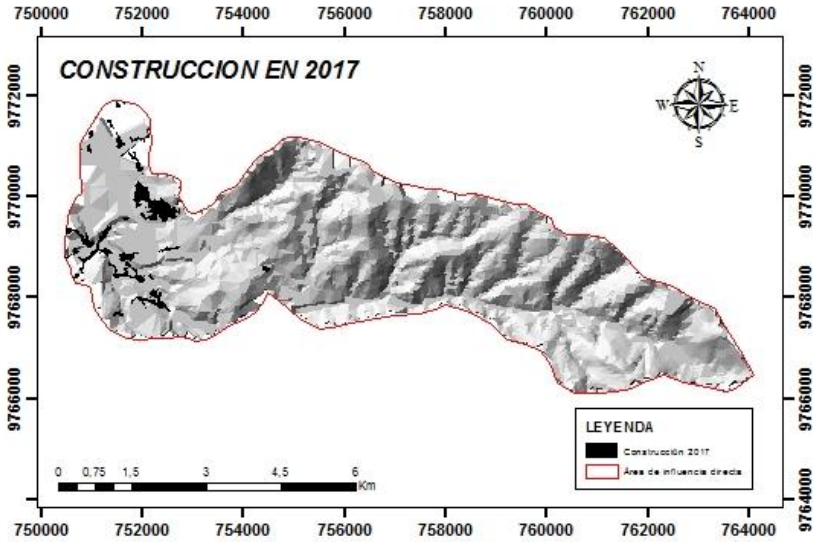
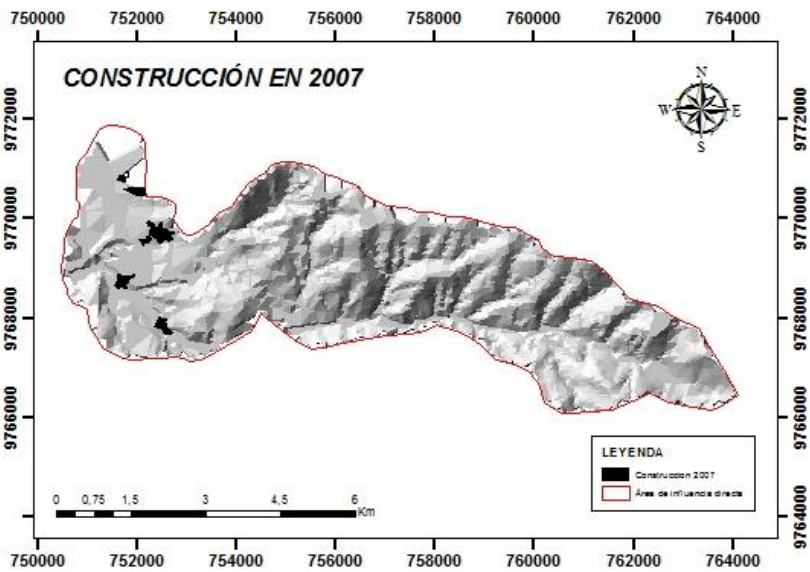
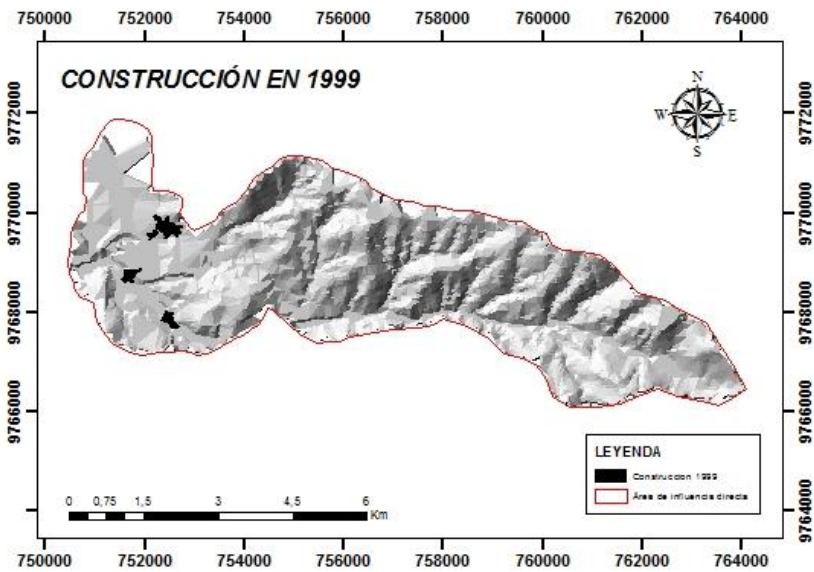
### Periodo 2007-2017

2007/2017	BOSQUE	CONSTRUCCION	CULTIVOS Y PASTIZALES	HUMEDAL	PARAMO	SUELOS DESNUDOS	VEGETACION SECA	TOTAL	PERDIDA
BOSQUE	3.09	0.05	1.56	0.96	0.54	1.32	2.76	10.27	7.19
CONSTRUCCION	0.01	0.66	0.30	0.00	0.00	0.12	0.12	1.20	0.55
CULTIVOS Y PASTIZALES	1.52	0.03	7.66	1.20	0.00	2.39	0.15	12.95	5.29
HUMEDAL	0.29	0.00	0.12	8.41	4.44	0.75	0.02	14.03	5.63
PARAMO	0.40	0.00	0.75	4.50	7.07	1.49	0.07	14.28	7.22
SUELOS DESNUDOS	0.58	0.10	5.09	0.59	0.23	10.31	2.80	19.71	9.40
VEGETACION SECA	0.88	1.76	4.17	0.13	0.00	3.47	17.14	27.54	10.40
TOTAL	6.77	2.59	19.66	15.79	12.28	19.85	23.05	100.00	
GANANCIA	3.68	1.93	12.00	7.39	5.22	9.54	5.91		

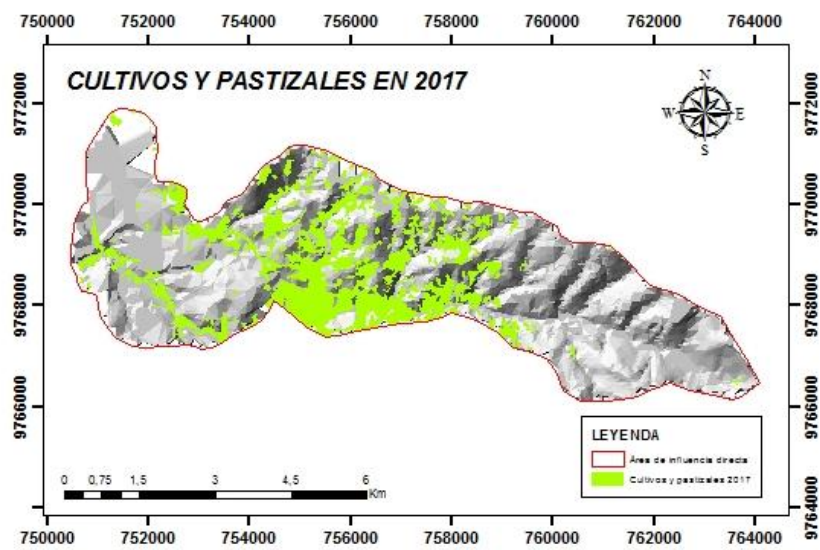
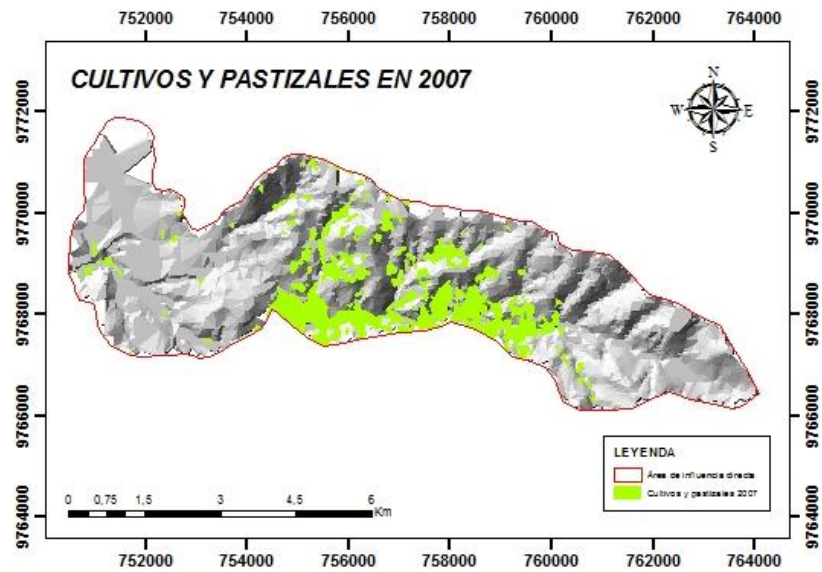
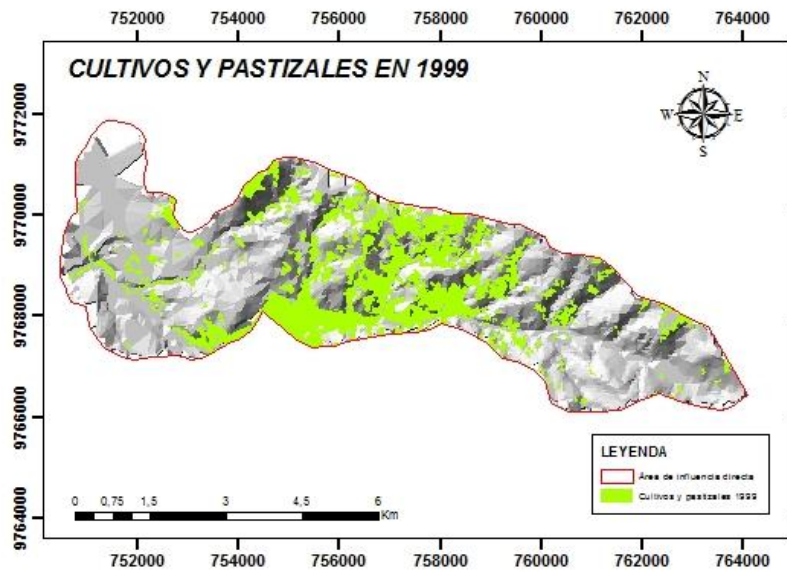
Elaborado por: los autores




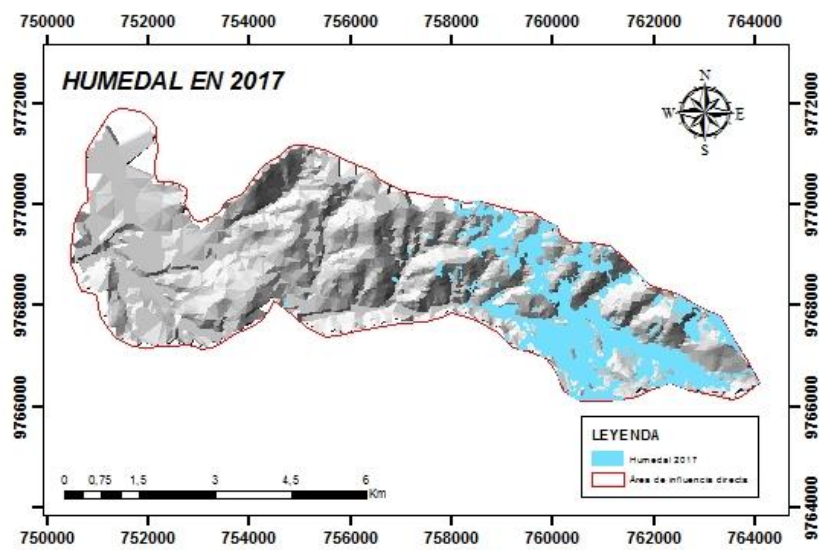
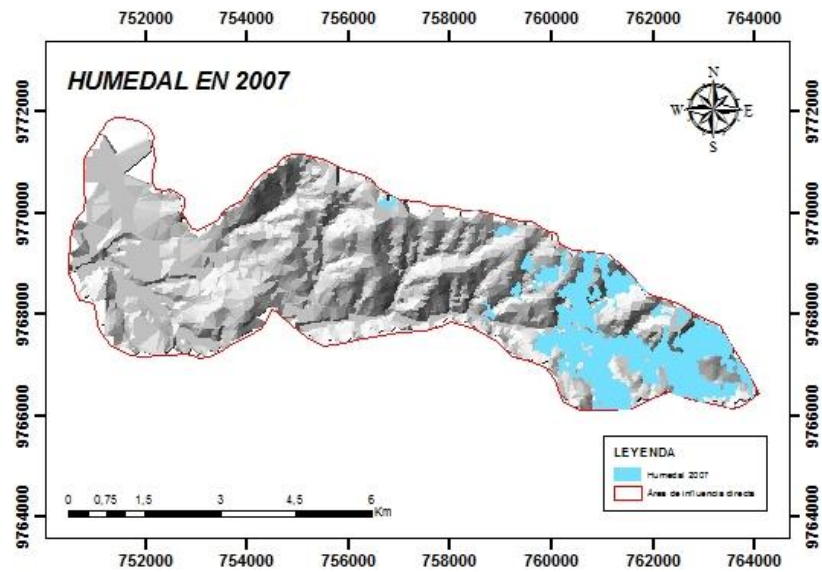
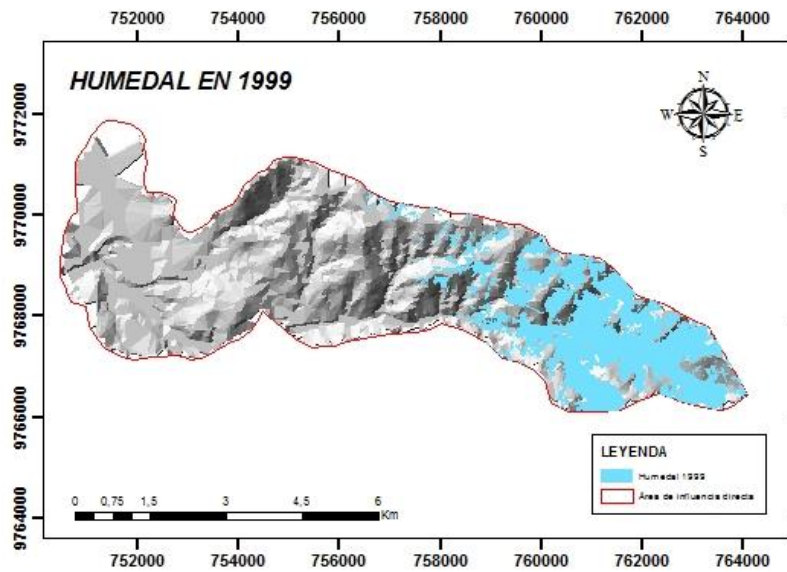
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO</b>		
<b>TEMA:</b> <b>CAMBIO S EN LA CATEGORIA BOSQUE</b>		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> <b>1:113.530</b>
<b>AUTORES:</b> <b>MARCO ROMERO A.</b> <b>ALEX JIMENEZ V.</b>	<b>FUENTE:</b> <b>UNACH, IGM</b> <b>CE SA</b>	<b>NO.</b> <b>10</b>



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LA CATEGORIA CONSTRUCCION		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:116.274
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CESA	<b>NO.</b> <b>11</b>

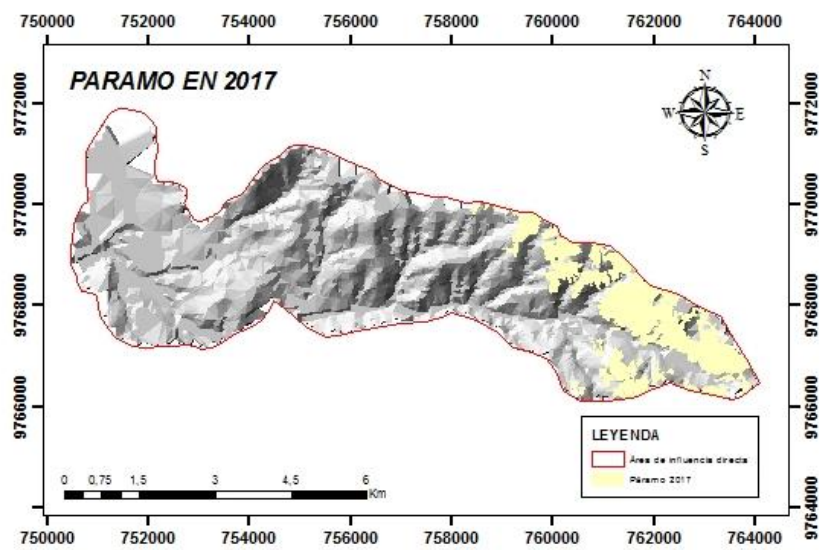
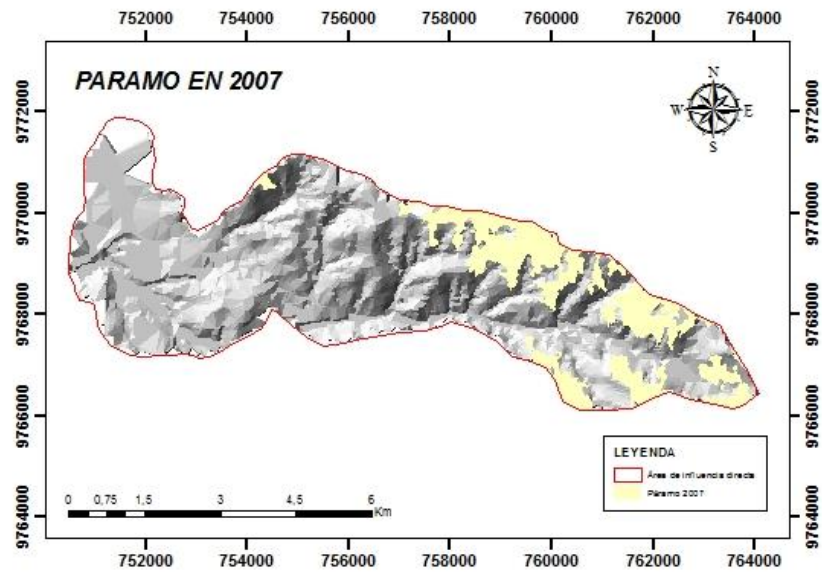
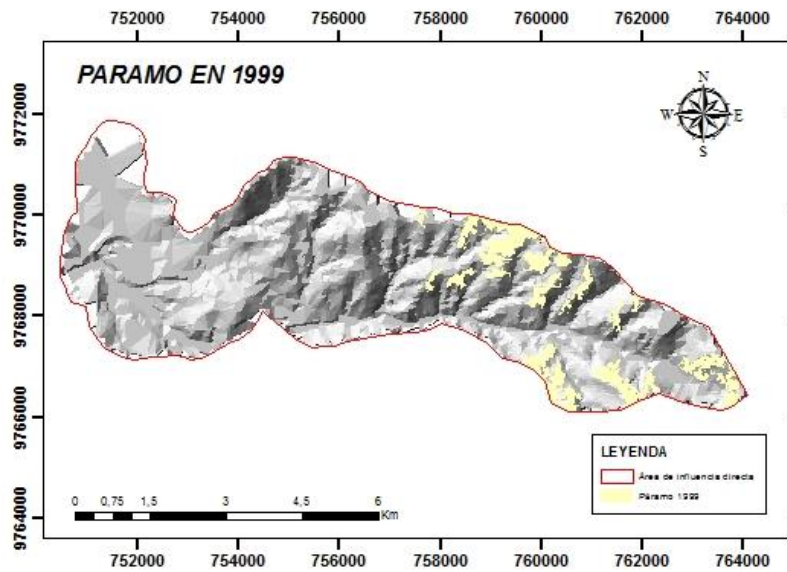



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LA CATEGORIA CULTIVOS Y PASTIZAL		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:113.530
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CE SA	<b>NO.</b> 12

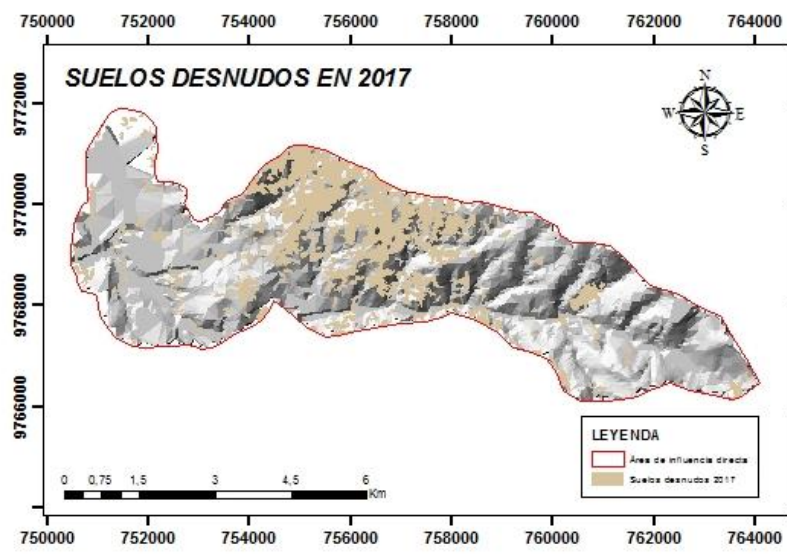
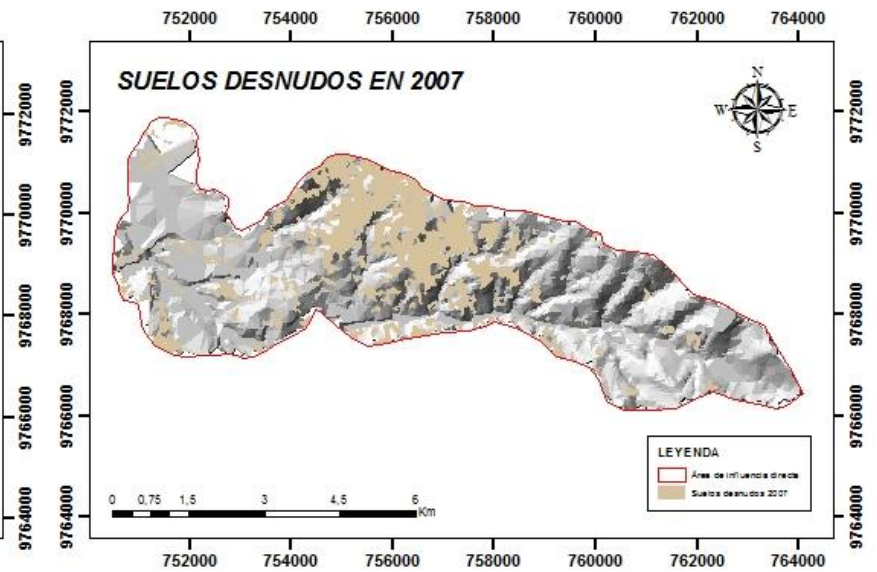
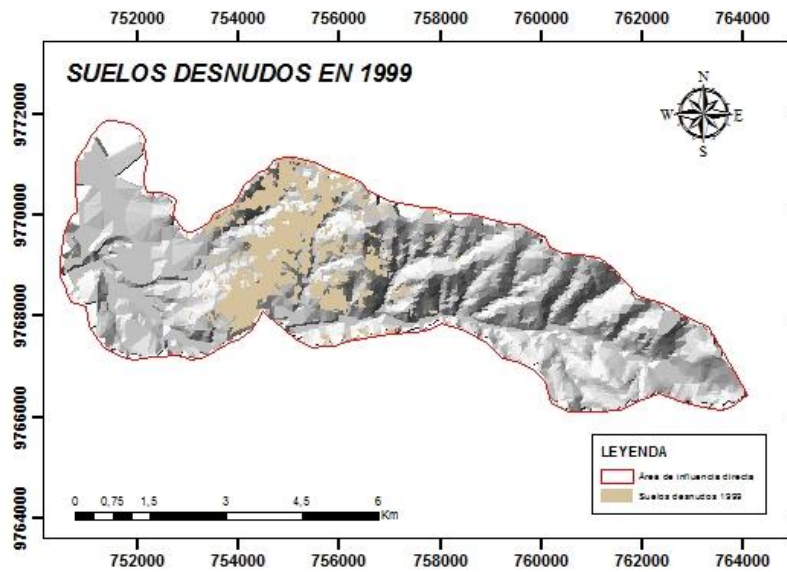


 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LA CATEGORIA HUMEDAL		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:113.530
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CESA	<b>NO.:</b> <b>13</b>

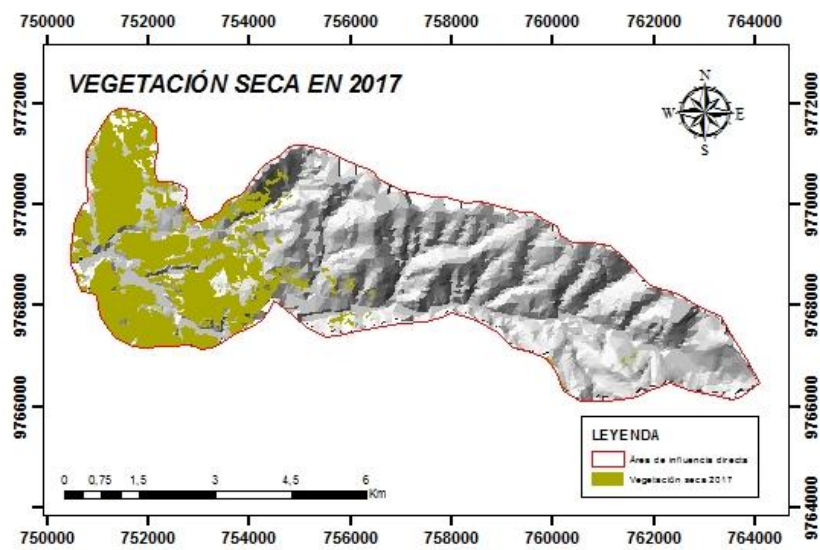
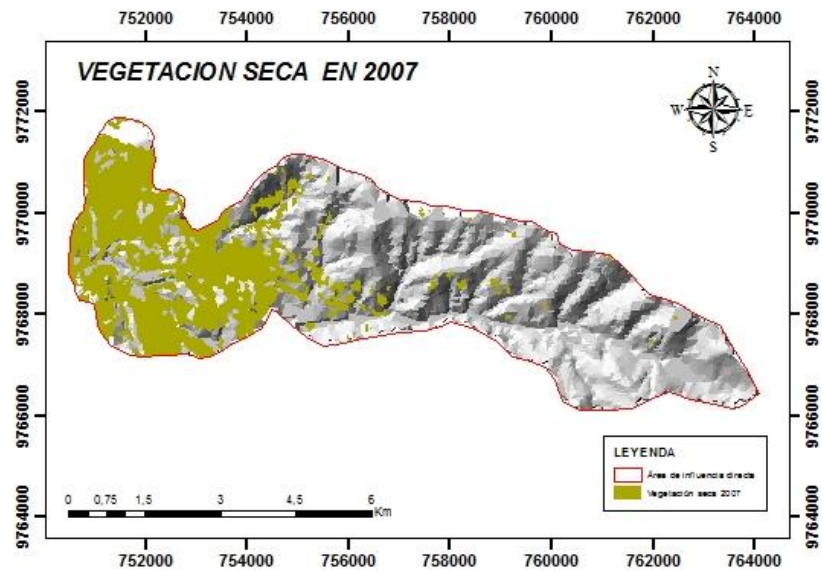
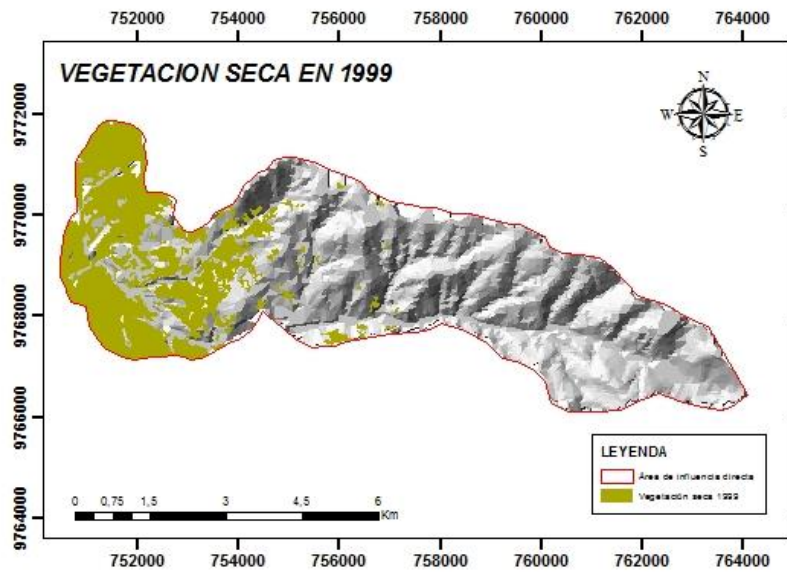




 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO</b>		
<b>TEMA:</b> <b>CAMBIO EN LA CATEGORIA PARAMO</b>		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> <b>1:113.530</b>
<b>AUTORES:</b> <b>MARCO ROMERO A.</b> <b>ALEX JIMENEZ V.</b>	<b>FUENTE:</b> <b>UNACH, IGM</b> <b>CE SA</b>	<b>NO.</b> <b>14</b>



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LA CATEGORIA SUELOS DE SNUDOS		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:113.530
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CE SA	<b>NO.</b> <b>15</b>



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>		
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA, MICROCUENCA DEL RIO ATAPO		
<b>TEMA:</b> CAMBIOS EN LA CATEGORIA VEGETACION SECA		
<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S Proyección: Transverse Mercator Datum: WG S 1984		<b>ESC:</b> 1:113.530
<b>AUTORES:</b> MARCO ROMERO A. ALEX JIMENEZ V.	<b>FUENTE:</b> UNACH, IGM CESA	<b>NO.</b> <b>16</b>

**Anexo 12** Resultados del análisis de los suelos de la microcuenca del río Atapo-Pumachaca

MUESTRA	% de humedad	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	CE (μs/cm)	pH	Mg (meq/100ml)	Ca/Mg	Mg/k	Ca+Mg/k	Σ Bases	M.O%	C%	Textura
LK001	64.05	2.13	374.00	7.87	4.80	1.65	5.85	15.49	13.52	2.62	1.51972	Franco Arenoso
LK002	78.81	2.02	86.00	6.58	3.50	2.46	5.93	20.51	12.69	4.56	2.64501	Franco Arenoso
LK003	82.79	2.17	76.70	6.99	3.80	2.08	10.27	31.62	12.07	3.54	2.05336	Franco Arenoso
LK004	44.38	1.99	90.90	5.93	4.50	1.09	30.00	62.67	9.55	10.12	5.87007	Franco Arenoso
LK005	44.32	2.05	224.00	5.81	5.20	1.17	14.44	31.39	11.66	10.46	6.06729	Franco Arcillo Limoso
LK006	64.13	2.04	92.60	5.92	4.02	1.27	8.55	19.38	9.58	10.18	5.90487	Franco Arcillo Limoso
LK007	61.84	2.08	113.70	5.77	4.70	1.19	15.67	34.33	10.60	8.58	4.97680	Franco Arcillo Limoso
LK008	45.98	2.08	44.30	6.31	4.10	1.95	20.50	60.50	12.30	7.84	4.54756	Franco Arcillo Arenoso
LK009	75.75	2.11	88.70	6.05	2.70	2.67	6.28	23.02	10.33	7.48	4.33875	Franco Arcillo Arenoso
PG001	74.73	2.20	61.00	6.59	2.90	2.10	5.47	16.98	9.53	3.58	2.07657	Franco Arcillo Arenoso
PG002	76.83	1.95	46.90	6.03	2.70	2.89	27.00	105.00	10.60	8.62	5.00000	Franco Arcillo Limoso
PG003	80.64	2.29	67.60	6.67	4.00	1.73	6.25	17.08	8.68	2.5	1.45012	Franco Arcillo Limoso
PG004	93.04	2.29	56.60	6.39	1.60	2.88	3.48	13.48	6.66	2.68	1.55452	Franco Arcillo Arenoso
PG005	73.34	2.28	188.40	7.10	1.70	2.18	1.07	3.40	6.99	1.98	1.14849	Franco Arcillo Arenoso
PP001	64.42	2.06	232.00	8.38	9.80	1.20	18.80	41.50	22.10	3.52	2.04176	Franco Arcilloso
HC001	72.27	2.50	47.00	7.39	2.30	1.80	6.10	16.80	6.80	1.38	0.80046	Areno Franco
DER001	77.62	2.42	56.90	7.04	4.70	1.00	6.40	13.00	10.30	1.52	0.88167	Franco Arenoso
DC001	81.09	2.32	25.40	6.90	1.30	2.30	10.00	33.10	4.40	2.66	1.54292	Arenoso
<b>pH</b>	Suelo agua( 1:2,5)			<b>Cu, Fe, Mn, Zn</b>			Olsen modificado					
<b>S,B</b>	Fosfato de calcio			<b>B</b>			Curcumina					
<b>P K Ca Mg</b>	Olsen modificado											

Análisis realizados en el laboratorio de manejo de suelos y aguas del INIAP

Análisis de carbono orgánico realizados en el laboratorio de servicios ambientales de la Facultad de Ingeniería

**Anexo 13** Resultados del análisis de suelos en las comunidades de Atapo-Quichalan, Atapo Santa Cruz, San Francisco 4 Esquinas, Palmira Centro y Palmira Dávalos

MUESTRA	Ph	N (ppm)	P (ppm)	S (ppm)	K (meq/100ml)	Ca (meq/100ml)	Mg (meq/100ml)	Zn (ppm)	Cu(ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	MO (%)	Ca/Mg	Mg/k	Ca+Mg/k	Σ Bases
Atapo Quichalan 1	7.35	89	22	5	0.87	9.4	2.9	3.2	14.6	186	1	0.4	6.1	3.2	3.3	14.1	13.2
Atapo Quichalan 2	7	90	31	7.3	0.48	8.8	3	4.1	10	211	1.2	0.5	6.2	2.9	6.3	24.6	12.3
Santa Cruz I	7.51	97	31	6.2	0.96	8.9	3.2	0.5	17.8	85	1.2	0.6	2.5	2.8	3.3	12.6	13.1
Santa Cruz I	7.03	108	36	8.5	0.45	9.8	4.1	2.8	11.1	246	2.1	0.5	5.7	2.4	9.1	30.9	14.4
Santa Cruz II	7.88	69	63	7.5	1.2	7.3	2.5	0.5	13.3	63	1	0.6	2.2	2.9	2.1	8.2	11
Santa Cruz II	7.59	82	27	14	0.7	7.3	2.7	0.4	15.3	67	0.7	0.4	2.1	2.7	3.9	14.3	10.7
4 Esquinas I	7.99	42	55	6.5	1.1	6.9	2.3	0.7	17	45	1.1	0.5	5.7	3	2.1	8.4	10.3
4 Esquinas II	8.29	43	189	13	1.6	9.9	3.4	10.3	12.3	93	4	1	1.5	2.9	2.1	8.3	14.9
Palmira Dávalos I	7.57	16	16	5.4	0.18	3.4	1.2	0.4	5.7	36	0.5	0.7	0.8	2.8	6.7	25.6	4.8
Palmira Dávalos II	7.59	21	28	3.1	0.26	4.6	1.7	0.4	8.5	50	1.1	0.7	1	2.7	6.5	24.2	6.6

pH	<b>Suelo agua( 1:2,5)</b>	Cu, Fe, Mn, Zn	<b>Olsen modificado</b>
<b>S,B</b>	Fosfato de calcio	<b>B</b>	Curcumina
<b>P K Ca Mg</b>	Olsen modificado		

Fuente: CESA 2018

Análisis realizados en el laboratorio de manejo de suelos y aguas del INIAP

**Anexo 14** Resultados del análisis de calidad del agua de los ríos de la microcuenca mediante el índice ICA

Días	Altura (msnm)	Pto. de muestreo	OD (Q*Wi)	pH (camp) (Q*Wi)	Temp (°C) (Q*Wi)	Turbidez (NTU) (Q*Wi)	Sólidos Totales (mg/l) (Q*Wi)	Fosfatos (mg/l) (Q*Wi)	Nitratos (mg/l) (Q*Wi)	DBO5 (mg/l) (Q*Wi)	Coliformes fecales (avg) (UFC/100 ml) (Q*Wi)	ICA	C-ICA
<b>VERTIENTES</b>													
1	3856	Llillacimbana	12.97	8.50	2.24	5.34	6.82	5.55	5.37	8.45	18.22	73.46	4
2	3856	Llillacimbana	13.09	9.15	2.19	5.13	6.81	4.99	4.97	7.75	18.22	72.31	4
3	3856	Llillacimbana	13.10	8.59	2.22	5.36	6.82	4.55	5.62	8.01	13.46	67.71	3
4	3856	Llillacimbana	13.06	8.71	2.24	5.32	6.82	5.97	3.80	8.27	18.22	72.42	4
5	3856	Llillacimbana	13.20	8.54	2.21	5.21	6.82	7.08	4.43	8.09	18.22	73.81	4
1	3887	Patococha 1	13.01	8.71	2.18	5.81	6.81	7.99	6.37	7.20	18.22	76.30	4
2	3887	Patococha 1	12.81	7.36	2.10	5.84	6.82	6.55	6.51	6.97	18.22	73.18	4
3	3887	Patococha 1	12.83	8.33	2.24	5.63	6.81	7.42	6.44	6.75	13.46	69.92	3
4	3887	Patococha 1	12.78	8.38	2.26	5.95	6.81	7.25	6.74	7.05	12.80	70.01	4
5	3887	Patococha 1	12.94	6.90	2.26	5.80	6.81	7.08	6.74	7.20	18.22	73.96	4
1	3897	Patococha 2	12.71	7.94	2.57	6.77	6.81	8.10	7.26	6.75	14.48	73.39	4
2	3897	Patococha 2	12.55	7.22	2.53	6.07	6.80	8.10	7.94	7.20	13.46	71.86	4
3	3897	Patococha 2	12.48	7.98	2.62	6.84	6.81	7.60	8.18	7.05	18.22	77.79	4
4	3897	Patococha 2	12.25	7.31	2.66	6.56	6.80	8.20	8.18	7.05	18.22	77.24	4
5	3897	Patococha 2	12.48	7.36	2.04	5.98	6.82	9.14	7.41	7.20	18.22	76.64	4
1	3922	Pampalan	12.47	9.76	2.64	6.75	6.83	8.54	7.61	6.61	18.22	79.42	4
2	3922	Pampalan	13.39	9.41	2.22	6.56	6.83	4.61	6.70	6.75	14.48	70.95	4
3	3922	Pampalan	12.99	9.56	2.38	6.62	6.82	5.14	7.56	6.47	12.80	70.35	4
4	3922	Pampalan	13.39	8.79	2.19	6.42	6.82	4.58	6.78	7.20	18.22	74.39	4
5	3922	Pampalan	13.38	8.83	2.21	6.42	6.83	5.06	6.95	7.12	18.22	75.02	4
<b>RÍOS FINALES</b>													
1	3538	R. Pumachaca	16.57	8.83	2.22	7.59	13.29	3.86	2.82	3.91	14.48	73.58	4
2	3538	R. Pumachaca	16.15	4.33	1.87	6.13	8.95	1.42	2.32	3.72	13.46	58.35	3
1	3484	R. Atapo	14.24	4.41	2.14	3.61	38.58	4.58	1.89	3.28	13.46	86.19	4
2	3484	R. Atapo	13.97	4.41	2.22	3.14	1.60	2.40	2.24	3.25	12.80	46.04	2

Análisis de agua realizados en el laboratorio de servicios ambientales de la Facultad de Ingeniería

**Anexo 15** Matriz de identificación de impactos

SISTEMA		ABIÓTICO							BIÓTICO						ANTRÓPICO						TOTAL	SUMA (-)	SUMA (+)					
COMPONENTE		AGUA		SUELO		AIRE		PROCESOS GEOFÍSICOS		VEGETACIÓN				FAUNA		SOCIOECONÓMICO		TIERRA			INFRAESTRUCTURA							
ELEMENTO		A. Superficiales	Calidad del agua	P. físicas	P. químicas	Material	Olores	Dinámica de cauces	Estabilidad de laderas	Plantaciones	Cultivos y	Humedales	Páramo	Animales	Animales	Macrofauna	Empleo	Educación	Uso del suelo	Revalorización del	Tenencia	Servicios públicos y sociales	Vías y transporte					
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V					
<b>Sistema de riego Atapo - Palmira</b>																												
1	Captación del agua	-						-																			2	2
2	Conducción del agua																										0	2
3	Almacenamiento del agua																+			+	-						1	4
4	Distribución del agua																+			+	-						1	4
<b>Actividades Agrícolas y forestales</b>																												
5	Remoción de la cobertura vegetal natural o antrópica	-			-					-			-			-											5	0
6	Arado del suelo y hoyado				-											-											2	0
7	Fertilización del suelo		-	-	+		-				+				-												3	2
8	Siembra de las semillas y/o plantación					+		+				-	+							+							1	4
9	Riego por aspersión de los cultivos			+	-						+						+			+	-		+				2	5
10	Cosecha de los cultivos y plantaciones	-			-					-						-	+										4	1
11	Combinación de cultivos con plantaciones forestales nativas				+	+		+	+	+				+					+	+							0	8
12	Generación de residuos sólidos orgánicos						-																				1	0

13	Generación de residuos sólidos inorgánicos																								2	0
	<b>Actividades Pecuarias</b>																									
14	Pastoreo y crianza de ganado		-	-	+											-									5	2
15	Producción de derivados de la leche		-																						1	1
	<b>Actividades de conservación y manejo de recursos naturales</b>																									
16	Protección de 450 has de paramos en zonas de recarga																								0	4
	<b>Administración del riego</b>																									
17	Conformación del directorio de riego																								0	2
18	Capacitación																								0	3
19	Operación y mantenimiento																								0	2
20	Elaboración del Estatuto de las Juntas de Riego																								1	1
	<b>TOTAL</b>																								31	47
	<b>SUMA (-)</b>	3	4	2	4	0	3	1	0	2	0	0	3	0	0	5	0	0	0	0	4	0	0	31		
	<b>SUMA (+)</b>	0	0	1	3	2	0	0	3	1	3	1	0	2	1	0	9	1	3	5	0	8	4	47		

Elaborado por: los autores



**Anexo 16** Matriz de identificación de impactos

SISTEMA	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTOS AMBIENTALES	FICHA	CLASE	PRESENCIA	DURACIÓN	EVOLUCIÓN	MAGNITUD	CALIFICACIÓN AMBIENTAL		IMPACTO AMBIENTAL
					C	P	D	E	M	-	+	
ABIÓTICO	AGUA	A. Superficiales	Reducción del caudal del río	1	-	1	1	0.90	0.42	5.64		Significativo o relevante
		Calidad del agua	Reducción de la calidad del agua	2	-	1	1	0.20	0.20	2.00		Poco significativo o irrelevante
	SUELO	P. físicas	Incremento de la humedad del suelo	3	+	1	1	0.85	0.20		3.95	Moderadamente significativo o moderado
			Incremento del pH	4	-	1	1	0.80	0.20	3.8		Moderadamente significativo o moderado
		P. químicas	Pérdida de carbono orgánico	5	-	1	1	0.80	0.63	6.81		Significativo o relevante
			<b>Incremento de nutrientes</b>	6								
			Incremento del Fosforo		+	1	0.4	0.80	0.59		4.05	Moderadamente significativo o moderado
			Incremento de Potasio		+	1	0.4	0.80	0.60		4.09	Moderadamente significativo o moderado
			Suma de bases intercambiables		+	1	1	0.40	0.10		1.90	Poco significativo o irrelevante
	AIRE	Material Particulado	Reducción de la erosión eólica del suelo	7	+	1	0.4	0.40	0.70		3.16	Moderadamente significativo o moderado
		Olores	Producción de malos olores	8	-	1	0.1	0.85	0.25	2.725		Moderadamente significativo o moderado
PROCESOS GEOFÍSICOS	Estabilidad de laderas	Reducción de riesgos de deslizamiento	9	+	1	0.4	0.20	0.50		2.00	Poco significativo o irrelevante	
BIÓTICO	VEGETACIÓN	Plantaciones forestales	Reducción de pinos y eucaliptos	10	-	1	1	0.30	0.51	4.47		Moderadamente significativo
			Mantenimiento de la diversidad forestal	11	+	1	1	0.10	0.70		5.20	Significativo o relevante

		Cultivos y pastizales	Incremento de los cultivos y pastizales	12	+	1	1	0.35	0.34		3.43	Moderadamente significativo	
		Humedales	Incremento de la protección de humedales	13	+	1	1	0.35	0.20		2.45	Poco significativo o irrelevante	
		Páramo	Reducción de páramos	14	-	1	1	0.35	0.20	2.45		Poco significativo o irrelevante	
	<b>FAUNA</b>	Animales domésticos	Incremento del ganado	15	-	1	1	0.20	0.50	4.1		Moderadamente significativo o moderado	
		Animales silvestres	Mantenimiento de especies silvestres	16	+	1	1	0.20	0.20		2.00	Poco significativo o irrelevante	
		Microfauna	Reducción de la macrofauna	17	-	1	1	0.80	0.70	7.3		Significativo o relevante	
<b>ANTRÓPICO</b>	<b>SOCIOECONÓMICO</b>	Empleo	Reducción de la carga laboral	18	+	1	0.4	0.70	1.00		4.90	Moderadamente significativo o moderado	
			Incremento de ingresos	19	+	1	0.4	0.45	0.80		3.59	Moderadamente significativo o moderado	
			Incremento de la producción lechera	20	+	1	0.3	0.70	0.52		3.19	Moderadamente significativo o moderado	
			Incremento de plazas de trabajo	21	+	1	0.5	0.10	0.25		1.18	Poco significativo o irrelevante	
	Educación	Mejoramiento de los conocimientos técnicos	22	+	1	0.1	0.60	0.60		2.22	Poco significativo o irrelevante		
	Uso de suelo	Mantenimiento de áreas modificadas	23	+	1	0.7	0.25	0.01		0.80	Poco significativo o irrelevante		
	Revalorización del suelo	Incremento del costo del suelo	24	+	0.7	1	0.10	0.70		3.64	Moderadamente significativo o moderado		
	Tenencia	Reducción de la tenencia del suelo	25	-	1	1	0.80	0.60	6.6		Significativo o relevante		
	<b>INFRAESTRUCTURA</b>	Servicios públicos y sociales	Fortalecimiento de la estructura organizativa	26	+	1	0.5	0.50	0.60		3.60	Moderadamente significativo o moderado	
		Vías y transporte	Mejoramiento de la vialidad	27	+	1	0.5	0.10	0.30		1.35	Poco significativo o irrelevante	
									<b>SUBTOTAL</b>		45.90	56.70	<b>IMPACTO SIGNIFICATIVO</b>
									<b>IMPACTO NETO</b>		10.80		

Elaborado por: los autores

Anexo 17 Fotografías

<p>Bocatoma Lillachimbana</p>	<p>Reservorio San Francisco 4 Esquinas</p>
	
<p>Río Pumachaca, final de la microcuenca</p>	<p>Validación de puntos en campo</p>
	
<p>Recolección de muestras de suelo usando método del barreno</p>	<p>Recolección de muestras de agua</p>
	

Preparando el equipo Multiparámetro



Encuestas realizadas a los beneficiarios del sistema de riego



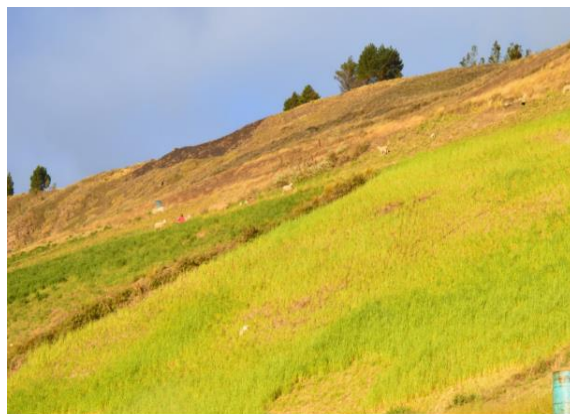
Entrevista con el Presidente del GADP-Palmira y equipo técnico



Zona de Páramo



Zona de Cultivos y Pastizales



Anexo 18 Plan de Manejo Ambiental

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL



2018

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Objetivo General

- Realizar un plan de manejo ambiental en base a los impactos negativos identificados dentro del EsIA al sistema de riego presurizado Atapo-Palmira.

### 1.2. Objetivos Específicos

- Proponer medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.
- Plantear un programa de contingencia para eventuales situaciones dentro de la microcuenca.
- Establecer programas de monitoreo y seguimiento.

## 2. INTRODUCCIÓN

Este plan describe las actividades que deben ser ejecutadas para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos; deberá ser considerado una herramienta dinámica, es decir variable en el tiempo, la cual deberá ser revisada, actualizada y mejorada.

En el contexto nacional la actividad agrícola provoca cambios en la configuración de la cobertura vegetal por la demanda de alimentos y la necesidad de la población a mejorar su nivel de vida; de igual forma las decisiones del gobierno a través de las políticas públicas ha incidido en el manejo de los recursos naturales; la reforma agraria, la Ley de desarrollo agrícola y la Ley de colonización de la región amazónica, con el objetivo de mejorar el bienestar de la población a través del acceso a la tierra concluyeron en el uso de suelo de forma indiscriminada y anti técnica (Flacso & PNUMA, 2008).

La implementación del sistema de riego presurizado Atapo-Palmira ha permitido cumplir con los desafíos del proyecto de desarrollo integral de las comunidades rurales de Alausí y Guamote; el plan agroforestal con visión rural de GAD de Palmira; y el manejo de cuencas hidrográficas de la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA). Este proyecto beneficia a 532 familias que se dedican a la agricultura y la ganadería, sin embargo, en esta zona, antes del proyecto, la labor agrícola siempre se ha visto afectada por la escasez de agua. Desde 2011 con el funcionamiento del proyecto, la actividad económica y productiva de la zona ha tenido impactos positivos, traduciéndose en un incremento del bienestar social, por una mayor oferta al mercado local. La implementación también ha provocado efectos sobre el ambiente, aunado a las decisiones y planes locales para el desarrollo, que han incidido en el cambio del uso y cobertura del suelo; presión sobre los recursos hídricos y deterioro de ecosistemas frágiles (CESA, 2011).

## 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO ATAPO-PALMIRA

El sistema de riego entro en funcionamiento en 2015 y constituye una obra social, ambiental y técnica, integrada al programa macro 'Contribuir al desarrollo local territorial promoviendo la transformación de la matriz productiva en la sierra central ecuatoriana' con el apoyo técnico y financiero de Manos Unidas. El proyecto tiene una visión holista con 3 ejes principales: la economía solidaria, fortalecimiento de las capacidades locales, y el manejo de los recursos naturales desde una perspectiva territorial (Isch & Silva, 2018)(Silva et al., 2011).

El proyecto sistema de riego se desagrega en 5 componentes. El primer componente es el sistema de riego como tal, es decir, la infraestructura de ingeniería conformada por 4 bocatomas que captan 110 L/s del río Atapo y de 3 vertientes; por 2 ramales de tubería enterrada, Lillachimbana y Patococha,

que transporta el agua hasta los reservorios de almacenamiento ubicados en las 5 comunidades y finalmente los tanques de distribución. Las actividades que comprenden este componente son: captación, conducción, almacenamiento y distribución.

Las demás actividades del proyecto forman parte de los componentes que se desarrollan alrededor del sistema de riego, como parte de la gestión integrada con enfoque territorial para el desarrollo de las comunidades rurales. Estos componentes incluyen las actividades agrícolas y forestales; las actividades pecuarias; las actividades de conservación y manejo de los recursos naturales; y las de administración del riego.

#### **4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS**

##### **4.1. Reducción del caudal del río y reducción de páramos**

---

###### **IMPACTO: Reducción del caudal del río y reducción de páramos**

Las operaciones del sistema de riego junto a otras actividades de índole agrícola consumen 110 L/s del caudal de las quebradas: Pumachaca, Llillachimbana y Atapo. De acuerdo a las estimaciones de CESA, el caudal promedio de estos afluentes es de 371.5L/s en épocas de estiaje y de lluvias. (Coba et al., 2011). El impacto ambiental es negativo con una presencia cierta; la magnitud del cambio es de 42.07% que corresponde a los 261.5 L/s que siguen el cauce natural, la evolución del impacto es muy rápida.

---

###### **Medida de prevención**

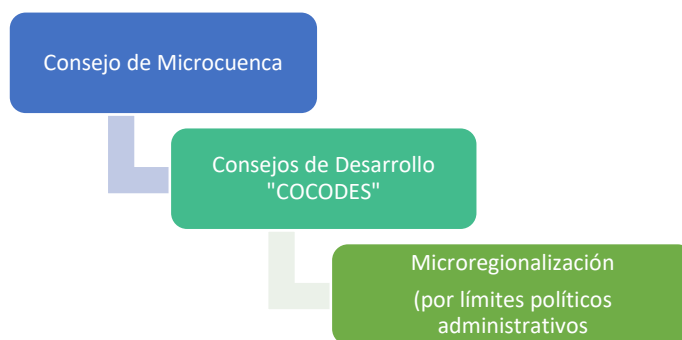
Reducir las actividades antrópicas en las partes alta de la microcuenca, frenar el avance de la frontera agrícola hacia áreas de páramo las cuales no se encuentren bajo protección, mediante la capacitación de la gente de las comunidades que influyen de manera directa en las partes altas de la microcuenca.

---

###### **Medida de mitigación**

Conformación de un consejo de cogestión de la microcuenca, para la administración del agua y la microcuenca. Es vital considerar el aspecto político institucional (Sistema de Consejos de Desarrollo) para contribuir con la restauración de la microcuenca mediante la formulación, gestión, implementación y ejecución de planes de manejo. Los Consejos de Microcuencas constituyen la figura administrativa clave para la identificación e implementación de acciones de desarrollo y sostenibilidad de la microcuenca. Están constituidos por asociaciones comunitarias (COCODES), comités, cooperativas, representantes del sector privado y otras agrupaciones con reconocimiento legal. El Consejo de Microcuenca puede adoptar la figura de organización de carácter civil, lo cual le concede personería jurídica para actuar ante cualquier instancia. **Ver ilustración 1**(UICN & FAO, 2009)

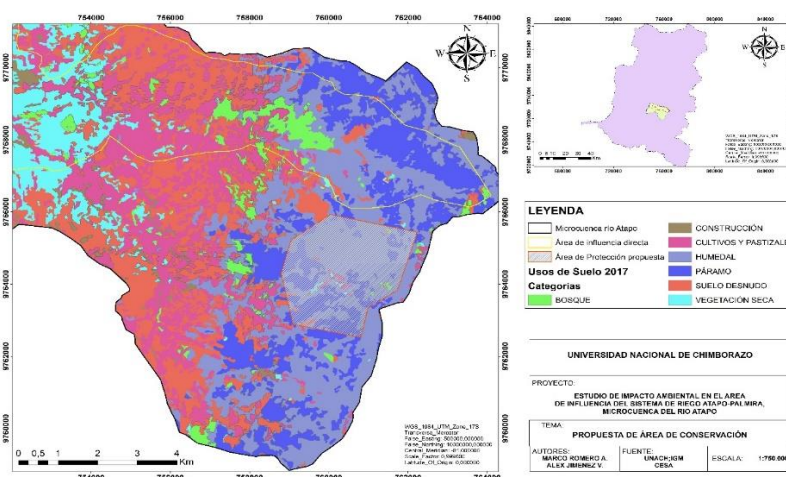
---



**Ilustración 1.** Esquema de conformación de un Consejo de Microcuenca **Fuente:** Proyecto Tacana UICN

### Medida de corrección

Incrementar las áreas de protección hídrica (Humedales y Páramo), para garantizar calidad y cantidad de agua en la microcuenca, mediante un convenio con las demás comunidades y el GADP-Palmira para poner bajo protección zonas de recarga hídrica nuevas y asegurar el agua para las generaciones futuras. Buscando el apoyo de instituciones públicas y privadas. Ver **Mapa 1** propuesta 700 has.



**Mapa 1.** Propuesta de Área de Conservación  
**Fuente:** Autores

### Medida de compensación

Generación de nuevos proyectos y adquisición de nuevos conocimientos que ayudaran en la tecnificación y eficiencia de la agricultura y ganadería.

### Contraparte positiva

Protección de los humedales y páramos, asegurando la calidad y cantidad de agua y se mantiene el carbono almacenado en los páramos.

### Responsabilidad

GADP-Palmira, Comunidades de la parte alta de la microcuenca, GADC-Guamote, GADProvincial-CH, MAE.

### Objetivo operativo

Protección y conservación de las zonas de recarga hídrica para asegurar la calidad y cantidad de agua de la microcuenca.



#### 4.2. Reducción de la calidad del Agua

---

**IMPACTO: Reducción** de la calidad del agua; Las actividades agrícolas en la zona de riego y las actividades ganaderas cerca de las riberas de los ríos deterioran la calidad del agua en la desembocadura de los ríos Atapo y Pumachaca. La calidad del agua en las partes altas del área de influencia en promedio es de 73.51 que expresa una calidad buena. En las partes bajas de la microcuenca y del área de influencia de los ríos Pumachaca y Atapo en promedio es de 66.04 que expresa una calidad moderada.

---

##### **Medida de prevención**

Mejorar las técnicas de abonado de suelos, procurar que los suelos no sean lavados, incentivar el uso primordial de abonos orgánicos.

---

##### **Medida de mitigación**

Reestablecer la vegetación ribereña de los ríos sembrando plantas nativas en las riberas de los ríos, aliso (*Alnus acuminata Kunth*), chilca (*Baccharis latifolia*), Llinllin (*Senna multiglandulosa*), Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensi*)

---

##### **Medida de corrección**

Mantener las actividades agropecuarias 5 a 15 metros de distancia de los afluentes, cercar los ojos de agua y afluentes (**ver Ilustración 2**), con el fin de que no exista una intervención directa dentro de los ríos para asegurar la calidad del agua en su recorrido por la microcuenca.



**Ilustración 2.** Cercado del margen del río Tomebamba-Cuenca

**Fuente:** Etapa Ep. 2016

---

##### **Medida de compensación**

Proveer de insumos agropecuarios a la población que acceda a la protección de las fuentes hídricas.

---

##### **Contraparte positiva**

Garantiza la calidad y cantidad del agua.

---

##### **Responsabilidad**

GADP-Palmira, Consejo de Microcuenca del río Atapo, comunidades de la microcuenca, MAE.

---

##### **Objetivo operativo**

Protección de las fuentes de agua de la microcuenca asegurando su calidad y cantidad

---

#### 4.3. Incremento del pH

---

**IMPACTO: Incremento del pH del Suelo;** El uso de fertilizantes en el suelo provoca cambios en el pH de los suelos. De acuerdo con los análisis de laboratorio los suelos de paramo tienen un pH ácido debido a que estos provienen de material volcánico y contienen altas concentraciones de humus, además son suelos muy húmedos. Sin embargo, la agricultura ha cambiado ligeramente el pH de los suelos volviéndolos neutros por el uso de abonos ricos en potasio.

---

**Medida de prevención**

Reducir la utilización de abonos ricos en potasio.

---

**Medida de mitigación**

Incentivar el uso de abonos orgánicos, Bocashi, Humus, Compostaje

---

**Medida de corrección**

Suelos destinados a agricultura abonados con abonos orgánicos Bocashi, Humus, Compostaje.

---

**Medida de compensación**

Capacitación a la población en el desarrollo de abonos orgánicos. (Bocashi, Humus, Compostaje).

---

**Contraparte positiva**

Mejora la calidad del suelo, mejora la producción de la agricultura.

---

**Responsabilidad**

Consejo de Microcuenca río Atapo, GADP-Palmira, gente de la comunidad.

---

**Objetivo operativo**

Mejorar las condiciones del suelo.

---

#### 4.4. Pérdida de Carbono Orgánico

---

**IMPACTO: Pérdida de carbono orgánico;** La remoción de la cobertura forestal y agrícola produce la volatilización del carbono orgánico fijado en el suelo. El impacto es negativo debido a que los suelos pierden materia orgánica y por tanto su capacidad productiva; la pérdida de carbono tiene una presencia cierta y su durabilidad es permanente.

---

**Medida de prevención**

Promover programas de agroecología.

---

**Medida de mitigación**

Sustituir y reducir la dependencia de insumos químicos y aumentar el uso de insumos biológicos u orgánicos.

---

**Medida de corrección**

Aumentar la capa vegetal del suelo a través de materia orgánica y la actividad biológica del suelo y reducir la cantidad de labranza para minimizar la erosión del suelo, la pérdida de agua/humedad y nutrientes.

Plan de reforestación de zonas altamente erosionadas con especies nativas de la zona, cedro (*Credela montana Moritz ex turcz*), aliso (*Alnus acuminata Kunth*), yagual (*Polylepis australis*).

---

**Medida de compensación**

Certificación de agricultores en agricultura agroecológica.

---

**Contraparte positiva**

Mejoramiento de las áreas destinadas a agricultura.

---

**Responsabilidad**

---

---

Consejo de Microcuenca río Atapo, GADP-Palmira, gente de la comunidad.

---

**Objetivo operativo**

---

Mantener la mayor cantidad de carbono orgánico en el suelo.

---

#### 4.5. Producción de malos olores

---

**IMPACTO: Producción de malos olores;** La fertilización de suelos con abonos orgánicos elaborados a partir de excretas animales, la generación de residuos orgánicos, y la crianza de ganado producen malos olores que impactan la calidad del aire.

---

**Medida de prevención**

---

Apoyo técnico en la producción de los abonos orgánicos

---

**Medida de mitigación**

---

Adicionar un poco de cal y tierra negra para eliminar los malos olores provenientes de los abonos orgánicos

---

**Medida de corrección**

---

Tecnificación de los procesos de generación de los abonos orgánicos

---

**Medida de compensación**

---

Generación de réditos económicos tras la venta de abonos orgánicos.

---

**Contraparte positiva**

---

Mejora del paisaje

---

**Responsabilidad**

---

GADP-Palmira.

---

**Objetivo operativo**

---

Mejorar las condiciones del suelo.

---

#### 4.6. Reducción de Pinos y Eucaliptos

---

**IMPACTO: Reducción de Pinos y Eucaliptos;** La remoción de la cobertura forestal y la cosecha de las plantaciones de pino plantadas en el año de 1995 como medidas para reducir la erosión eólica han generado que durante el periodo analizado 1999-2007 se pierdan 268.52 hectáreas de plantaciones de pino y eucalipto en el área de influencia directa, debido al cambio de uso de suelo por la entrada en operación del sistema de riego; generando que estas áreas se ocupen en cultivos y pastizales.

---

**Medida de prevención**

---

Implementar área destinada a la plantación de Bosque de pino y eucalipto, para su aprovechamiento de la madera

---

**Medida de mitigación**

---

Implementar un nuevo sistema de cortinas forestales en hileras remplazando el pino y el eucalipto por nogal (*Juglans neotropica*), aliso (*Alnus acuminata Kunth*), sauce piramidal (*Salix humboldtti*), yagual (*Polylepis australis*).

---

**Medida de corrección**

---

Implementar nuevas especies forestales para barrera de vientos, remplazando el pino y eucalipto

---

**Medida de compensación**

---

Cambio de especies forestales que no eran adecuadas para el tipo de suelo de la microcuenca

---

**Contraparte positiva**

---

---

Control de la erosión eólica de la zona

---

**Responsabilidad**

---

GADP-Palmira, MAE, GADProvincial-Guamote

---

**Objetivo operativo**

---

Reducir la erosión eólica de la zona implementando nuevas especies forestales, reemplazando el pino y el eucalipto.

---

#### 4.7. Incremento del Ganado

---

**IMPACTO: Incremento del Ganado;** Las condiciones favorables de riego y el mantenimiento de pastizales favorecen el incremento del ganado en la zona, además la demanda lechera y las buenas prácticas pecuarias con respecto a la sanidad animal han generado que la ganadería tome mucha importancia en la economía familiar. La producción de leche está cambiando la dinámica cultural de la población que antes se dedicaba a la agricultura y ahora ve con optimismo la producción de leche.

---

**Medida de prevención**

---

Generar espacios de capacitación referente a creación de pequeñas y medianas empresas, inculcando nuevos emprendimientos.

---

**Medida de mitigación**

---

Fomentar nuevos emprendimientos que beneficien a la economía de las comunidades, reduciendo la dependencia de la ganadería. (Productos derivados de la papa, galletas de papa china, chocho enfundado, jabones naturales).

---

**Medida de corrección**

---

Disminuir la dependencia de la ganadería como único ingreso económico.

---

**Medida de compensación**

---

Creación de nuevos emprendimientos

---

**Contraparte positiva**

---

Generación de fuentes de empleo

---

**Responsabilidad**

---

GADProvincial-Guamote, GADP-Palmira, MAE, MIES

---

**Objetivo operativo**

---

Reducir la dependencia del factor económico producto de la ganadería.

---

#### 4.8. Reducción de la Macrofauna

---

**IMPACTO: Reducción de la macrofauna;** La macrofauna de los suelos se ve afectada por el uso de abonos químicos y la deficiencia de materia orgánica.

---

**Medida de prevención**

---

Cambio de las técnicas de fertilización de los suelos, uso de abonos orgánicos, no abonos químicos, rotación de cultivos y los cultivos asociados (papa y cebolla, papa y cebada).

---

**Medida de mitigación**

---

Aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos, utilización de abonos orgánicos (compostaje)

---

**Medida de corrección**

---

Incentivar programas de recuperación de suelos.

---

<b>Medida de compensación</b>
Suelos ricos en nutrientes permiten el mejor desarrollo de la agricultura.
<b>Contraparte positiva</b>
Suelos ricos en nutrientes que permiten el incremento de la macrofauna.
<b>Responsabilidad</b>
GADP-Palmira, MAE
<b>Objetivo operativo</b>
Mejorar las condiciones de suelo para el desarrollo de la macrofauna.

#### 4.9. Reducción de la tenencia del suelo

<b>IMPACTO: Reducción de la tenencia del suelo;</b> Debido a que el caudal del sistema de riego permite abastecer únicamente a 5 comunidades, la tenencia de suelos con riego se vuelve restrictiva y por ende solo pueden acceder aquellas personas que compren el derecho a algún miembro de la Junta de Riego, esto de acuerdo a lo que está en el estatuto de la junta.
<b>Medida de prevención</b>
Establecer un inventario de los terrenos que son beneficiarios del sistema de riego que permita la equidad en la plusvalía de los terrenos.
<b>Medida de mitigación</b>
Regularizar los precios de los predios que se benefician del sistema de riego.
<b>Medida de corrección</b>
Buscar el apoyo de instituciones que permitan el desarrollo de nuevos proyectos de sistemas de riego para las diferentes comunidades que no han sido beneficiadas por el proyecto Atapo -Palmira
<b>Medida de compensación</b>
Plusvalía de los terrenos equitativos.
<b>Contraparte positiva</b>
Plusvalía de los terrenos es equitativo
<b>Responsabilidad</b>
GADP-Palmira, GADC-Guamote
<b>Objetivo operativo</b>
Obtener un precio equitativo de los predios

## 5. PLAN DE CONTINGENCIAS

La comunidad debe de estar preparada y alerta a posibles eventos negativos que puedan suscitarse por la presencia de obras de infraestructura, condiciones climáticas, hidrológicas, provocadas por el hombre buscando incrementar sus fronteras agropecuarias sin tener mesura de las consecuencias que puede provocar al destruir la cobertura vegetal del lugar.

<b>Evento</b>	<b>Incendios</b>
<b>Efecto</b>	Perdidas de flora y fauna
<b>Medida</b>	Formar brigadas para el control de los incendios con personal de la parroquia de las diferentes comunidades de la microcuenca, para su inmediata intervención tras suscitarse dicho evento. La organización de esta brigada debe estar encargado el GADP-Palmira en conjunto con el directorio del sistema de riego Atapo-Palmira, en caso de no controlar dicho siniestro ellos están encargados de comunicar al ECU 9-1-1, para la disposición de su contingente y poder dar solución a este siniestro.

## 6. PLAN DE CAPACITACIÓN

La capacitación constante de los pobladores de la microcuenca es un eje primordial para el manejo de la microcuenca ya que ellos son los actores directos dentro de la microcuenca y las actividades que ellos realicen son primordiales en el manejo y cuidado de la microcuenca.

<b>Medida</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Costo \$</b>
Capacitación en buenas prácticas ambientales y el cuidado de los páramos y humedales	2 días	1	GADP-Palmira, MAE	90
Capacitación en desarrollo de abonos orgánicos (Bochas, Humus, Compostaje) y la tecnificación de los procesos de obtención de los abonos orgánicos.	1 mes	1	GADP-Palmira, MAE	400
Capacitación sobre creación de pequeñas y medianas empresas, enfocado al desarrollo de nuevos emprendimientos.	1 semana	1	GADP-Palmira, MIES	100
<b>Total</b>				<b>590</b>

## 7. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

<b>Medida</b>	<b>Duración</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Costo \$</b>
Realizar limpieza de las riberas de los ríos	Cada 6 meses	2	GADP-Palmira, MAE	250
Creación de multas por el vertimiento de los desechos sólidos en quebradas y ríos	Permanente	Permanente	GADP-Palmira	150
<b>Total</b>				<b>400</b>

## 8. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

<b>Medida</b>	<b>Duración</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Costo \$</b>
Conformación de brigada contra Incendios	Permanente	Permanente	GADP-Palmira	300
Capacitación en buenas prácticas ambientales y el cuidado de los páramos y humedales	2 días	1	GADP-Palmira, MAE	90
Capacitación en desarrollo de abonos orgánicos (Bocashi, Humus, Compostaje) y la tecnificación de los procesos de obtención de los abonos orgánicos.	1 mes	1	GADP-Palmira, MAE	400
Capacitación sobre creación de pequeñas y medianas empresas, enfocado al desarrollo de nuevos emprendimientos.	1 semana	1	GADP-Palmira, MIES	100
Realizar limpieza de las riberas de los ríos	Cada 6 meses	2	GADP-Palmira, MAE	250
Creación de multas por el vertimiento de los desechos sólidos en quebradas y ríos	Permanente	Permanente	GADP-Palmira,	150
<b>Total</b>				<b>1290</b>