



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**  
**Colegio de Postgrados**

**Estudio de variación de la cobertura vegetal y estado actual del  
Cerro Imbabura aplicando herramientas GIS con fines de  
declaración de área protegida**

**Jessika Paola Aldás Portilla**

**Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Magíster  
en Sistemas de Información Geográficas.

Quito, Marzo 2013

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Postgrados**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Estudio de variación de la cobertura vegetal y estado actual del Cerro Imbabura aplicando herramientas GIS con fines de declaración de área protegida**

**Jessika Paola Aldás Portilla**

Richard Resl. MSc.,  
**Director de Tesis**

-----

Pablo Cabrera, MSc  
**Miembro de Comité de Tesis**

-----

Richard Resl. MSc.,  
**Director de Maestría de Sistemas de Información Geográfica**

-----

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

-----

Victor Viteri Breedy, Ph.D.,  
**Decano del Colegio de Postgrados**

-----

Quito, Marzo 2013

**© DERECHOS DE AUTOR**

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

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

Firma:

-----

Nombre: Jessika Paola Aldás Portilla

C. I.: 100255331-9

Fecha: Quito, Marzo 2013

## RESUMEN

El volcán Imbabura, ícono de la provincia Imbabura de Ecuador, denominado como "Taita" (Padre) por las culturas ancestrales ha sido afectado por actividades antrópicas de las poblaciones asentadas en sus alrededores. La falta de control permiten el avance de la frontera agrícola y los incendios forestales continuamente se provocan en el pajonal. El vínculo estrecho entre el volcán y el hombre se evidencia tanto en su función mítica como productiva. El problema y conflicto radica en la pérdida de sus recursos. El presente estudio trata de evidenciar con el soporte de Sistemas de Sensores Remotos e Información Geográfica la pérdida de los bosques naturales. El resultado de una reducción de 47,22% en bosques naturales y de 27,05% del pajonal a partir del año de 1991 hasta el año 2007 hace reflexionar sobre la rapidez y la manera acelerada con la que se destruye la cobertura vegetal natural del Imbabura, y requiere urgentemente de medidas a nivel político mediante la creación de un área de conservación, cual permita la inserción de recursos económicos y humanos de manera que se promueva el desarrollo sustentable entre las comunidades que viven en sus faldas, la concienciación y uso racional de sus recursos de quienes vivimos en los alrededores. De esta manera se pretende proteger al Taita Imbabura para las futuras generaciones y para el resto del territorio ecuatoriano. Se investigó de qué forma los Sistemas de Información Geográfica pueden apoyar concretamente a estructurar y acompañar metodológicamente a las políticas de conservación propuestas.

## **ABSTRACT**

Imbabura is the name giving icon and volcano of the province of Imbabura in the central Andes of Ecuador. The ancestors call him "Taita", which means "Father". Through the last decades this mountain has been affected severely by exploitive agricultural uses by its population. The agricultural frontier has been pushed up constantly into sensitive ecological areas of natural forests and accompanied by forest fires way up over 4000m burning also the natural pastures of the Paramo. The conflict arises not only because of loss of productivity but a total loss of the cultural symbology of "Taita" Imbabura, which is closely related to its characteristics and values as a particular ecosystem to generations of habitants around the volcano. This research aims at evidencing through the support of Remote Sensing and Geographic Information Systems GIS the causes and actual effects of an ongoing degradation. The results of this investigation show that 47,22% of natural forests and 27,05% of natural pastures have been lost within 16 years from 1991 onwards. This high rate of reduction of natural vegetation and its ongoing and accelerated impact on the overall ecosystem, calls for immediate policies to declare a strict conservation area at the volcano Imbabura, which in return should provide for the necessary actions to finance a plan for sustainable development for the communities around the mountain, and protect the environment and natural resources of the volcano itself. Research was done on how to best implement GIS as an instrument that would structurally and methodologically support the proposed conservations policies.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS	14
2.1 MARCO LEGAL	14
2.1.1 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL	16
2.1.3 ACUERDOS MINISTERIALES	18
2.2 CONCEPTOS BÁSICOS	19
3. METODOLOGÍA	25
3.1 ÁREA DE ESTUDIO	25
3.2 FASES METODOLÓGICAS	26
3.2.1 FASE DE DIAGNÓSTICO	26
3.2.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	27
3.2.1.2 ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA BÁSICA	27
3.2.1.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN BASE	28
3.2.2 FASE DE ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL	35
3.4.4. COBERTURA VEGETAL Y USO ACTUAL DEL SUELO	60
4. RESULTADOS	41
4.1 ÁREA DE ESTUDIO	41
4.1.10 USO POTENCIAL DEL SUELO	58
4.1.8. HIDROGRAFÍA	51
4.1.9. SUELOS	55
4.2 COMPONENTE BIÓTICO	62
4.2 COMPONENTE FÍSICO	42
4.2.1. FLORA	62
4.2.1.1 UNIDADES LITOGRAFICAS	43
4.2.1.1. Diversidad Florística	62
4.2.1 GEOLOGÍA	42
4.2.2. FAUNA	65
4.2.2. PENDIENTES	46
4.2.3 ZONAS DE VIDA	68
4.2.3. CLIMA	49
4.3 COMPONENTE SOCIO - ECONÓMICO	71
4.3.1. DEMOGRAFÍA	71
4.3.2. SERVICIOS BÁSICOS	75
4.3.3 COSMOVISIÓN DE LAS COMUNIDADES	75
4.4.1 COBERTURA VEGETAL 1991	79, 80, 82
5.2 ANÁLISIS MULTITEMPORAL	94
5.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ÁREA	94
5.4 CONFLICTOS	96
5.5 ANÁLISIS DE LAS POTENCIALIDADES PARA EL MANEJO DEL ÁREA A DECLARARSE	98
5.5.1. IMPORTANCIA DEL ÁREA TAITA IMBABURA	98
5.5.2. DEL VALOR HÍDRICO	99
5.5.3. INVESTIGACIÓN	100
5.5.4. TURISMO	101
5.6 ANÁLISIS DE AMENAZAS	102
5.7 ANÁLISIS DE VIABILIDAD	104
5.7.1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	104
5.7.2. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS ADECUADA	106
5.7.3. SELECCIÓN DE LA CATEGORÍA DE MANEJO	107
5.8. ÁREA DE CONSERVACIÓN	114

5.8.1 OBJETIVOS DE MANEJO DEL ÁREA	115
6. CONCLUSIONES	118
7. RECOMENDACIONES	120
8. LITERATURA CITADA	121
9. ANEXOS	123

### CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Ubicación área de estudio	26
<b>Cuadro 2:</b> Parámetros Cartográficos Generales	28
<b>Cuadro 3.</b> Características de las Imágenes Satelitales	35
<b>Cuadro 4.</b> Coordenadas puntos límite del área	41
<b>Cuadro 5:</b> Geología – Cerro Imbabura	43
<b>Cuadro 6:</b> Pendientes en el área de estudio	47
<b>Cuadro 7:</b> Clima área de estudio	50
<b>Cuadro 8.</b> Microcuencas área de estudio	52
<b>Cuadro 9.</b> Aprovechamientos hídricos para uso doméstico en el área de estudio	54
<b>Cuadro 10:</b> Tipos de suelo en el área de estudio	55
<b>Cuadro 11:</b> Clases Agrológicas	58
<b>Cuadro 13.</b> Aves Identificadas	66
<b>Cuadro 14.</b> Mamíferos registrados	67
<b>Cuadro 15.</b> Zonas de vida área de estudio	69
<b>Cuadro 16.</b> Población según sexo cantones del área de estudio	72
<b>Cuadro 17.</b> Población parroquias y comunidades cantón Ibarra	73
<b>Cuadro 18.</b> Población parroquias y comunidades cantón Otavalo	74
<b>Cuadro 19.</b> Población parroquias y comunidades cantón Antonio Ante	74
<b>Cuadro 20.</b> Superficie de las Clases de Uso de Suelo en el área de estudio	80
<b>Cuadro 22.</b> Superficie de las Clases de Uso de Suelo en el área de estudio	83
<b>Cuadro 23.</b> Matriz de Cambio 1991 - 1999	85
<b>Cuadro 24.</b> Tasa de cambio 1991 - 1999	86
<b>Cuadro 27.</b> Matriz de Cambio 1999 - 2007	89
<b>Cuadro 28.</b> Tasa de cambio 1991 - 2007	90
<b>Cuadro 29.</b> Tasa de deforestación 1991 - 2007	91
<b>Cuadro 30.</b> Factores Componente Abiótico	93
<b>Cuadro 31.</b> Factores Componente Biótico	94
<b>Cuadro 33: Calificación de las Categorías de Manejo</b>	112
<b>Cuadro 34:</b> Capacidad del área del Taita Imbabura para cumplir con los objetivos de conservación del SNAP.	114

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo.	40
<b>Figura 2:</b> Familias por el número de especies Angochagua del cantón Ibarra	63
<b>Figura 3:</b> Familias de acuerdo al número de especies	64
<b>Figura 4:</b> Familias de acuerdo al número de especies	65



# **1. INTRODUCCIÓN**

El Ecuador posee una riqueza natural y cultural, dentro del territorio alberga gran cantidad de especies de flora y fauna que lo hacen uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial, compuesto por cuatro regiones naturales con una variedad y complejidad de ecosistemas.

La provincia de Imbabura, ubicada en la región Sierra, al norte del territorio ecuatoriano es una muestra de la gran riqueza del país, cuenta con importantes sistemas lacustres ubicados en las partes bajas de la cadena montañosa que la atraviesa y dan realce al paisaje imbabureño, dentro del cual el ícono más representativo es el cerro Imbabura, siendo importante desde los puntos de vista: cultural, biológico, social, alrededor del cerro existe asentamientos humanos, explotación de canteras y quebradas con drenajes intermitentes en fuertes pendientes lo que en el tiempo de lluvias ocasiona perjuicios y se presenta una alta ocurrencia de riesgos de inundación, erosión y arrastre de sedimentos lo que ponen en riesgo a la población, propiedades y cultivos que se encuentran asentados alrededor.

## **1.1 ANTECEDENTES**

El cerro Imbabura ha sido afectado por actividades antrópicas que han producido alteración de la cobertura vegetal herbácea por incendios y disminución de los relictos de bosque nativo por avance de la frontera agrícola, siendo de vital importancia la cobertura vegetal existente permite el almacenamiento de agua que abastecen a las poblaciones de las partes bajas de los cantones de Ibarra,

Antonio Ante y Otavalo. En lo referente al componente social el cerro tiene una incidencia en la vida cultural de los indígenas y su cosmovisión siendo ícono de la cultura de la provincia a tal punto que la provincia lleva el mismo nombre del cerro.

Los cantones que se encuentran alrededor del cerro Imbabura son Ibarra, Antonio Ante y Otavalo a través del Proyecto PRODERENA, realizaron la reforestación con especies nativas en las faldas del cerro además que se estableció una Ordenanza Bicantonal para la conservación de la parte alta del Imbabura,

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En el área de estudio la frontera agrícola sigue avanzando y año a año lo que ocasiona la disminución del páramo en la parte alta, a esto se suma los incendios que son comunes en esta zona en el segundo semestre del año. La tala del bosque, que supone la desaparición de los relictos de bosque con el paso del tiempo, por esta razón es necesario establecer en los últimos años la pérdida de cobertura vegetal que permita conocer la disminución de hectáreas y palpar la realidad del peligro que sufre el cerro en cuanto a la pérdida de sus recursos, teniendo conocimiento de esto plantear la necesidad de declarar como área protegida.

Este trabajo es el primer estudio realizado con el uso de Sistemas de Información Geográfica para la determinación de pérdida de cobertura vegetal en el Imbabura y está destinado para las autoridades locales, provinciales que son los tomadores de decisión y promover las políticas públicas que permitan la conservación del

Cerro Imbabura, así también para que las comunidades asentadas en el área de estudio tengan conocimiento de la pérdida de los recursos naturales de los cuales muchas de las familias dependen para su subsistencia mediante el cultivo, ganado y pastoreo.

### **1.3 ALCANCE**

El presente trabajo se realizó en el cerro Imbabura, el cual administrativamente corresponde a los cantones de Antonio Ante, Ibarra y Otavalo, el área de estudio cubre una superficie de 8542 hectáreas.

El análisis de imágenes satelitales y elaboración de mapas se realizó a 1:50000, lo que permite información detallada y permite conocer la situación actual real del Imbabura.

La utilización de Sistemas de Información Geográficas para en este estudio permite socializar con los actores involucrados, el uso de nuevas tecnologías para la generación de información útil como herramienta para la toma de decisiones.

### **1.4 HIPOTESIS**

- El empleo de Sistemas de Información Geográfica permitirá establecer la pérdida de vegetación en los últimos 20 años en el cerro Imbabura.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Determinar la disminución de cobertura vegetal en los últimos 20 años, mediante teledetección a través de imágenes satelitales y el empleo del Sistemas de Información Geográfica, como insumo para la declaración de área protegida.

### **ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico de los componentes físico, biótico y socio económico del área de estudio para determinar su situación actual.
- Diagnosticar y cuantificar el cambio de la cobertura vegetal en el cerro Imbabura mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica.
- Identificar los conflictos, problemática ambiental actual en el área de estudio como factores limitantes para la declaratoria de área protegida.
- Analizar las potencialidades del área de estudio como insumo para la declaratoria de área protegida.
- Proponer la declaratoria de área protegida en base a la normativa ambiental vigente en el país.

## 1.6 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

### a) Pregunta central:

¿Se puede realizar un análisis multitemporal de cobertura vegetal empleando Sistemas de Información Geográfica, con la finalidad de determinar su disminución?

### b) Preguntas adicionales:

¿Cuál es la situación actual de los componentes físico, biótico y socio económico en el área del cerro Imbabura?

¿Existe un cambio del tipo de cobertura vegetal en el área de estudio?

¿El área de estudio presenta características ambientales, culturales y sociales por las que se debería declarar como área protegida?

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.1 MARCO LEGAL**

El presente estudio toma como referencia el marco legal que rige en cuanto a la declaración de áreas protegidas.

El Estado ecuatoriano es prioritario focalizar la atención en las directrices que ha definido la nueva Ley Suprema para la administración de las Áreas Protegidas. En la Constitución de acuerdo al esquema político-administrativo del Ecuador, al tratarse de las competencias que se les asignan a cada nivel territorial.

En el caso de las competencias municipales, entre aquellas que asigna la nueva Constitución como exclusivas de dichos gobiernos (Artículo 264), se destacan las siguientes:

1. Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.
2. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.
4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

8. Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines.

10. Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.

Adicionalmente a estas disposiciones se debe sumar la atribución prevista en el Artículo 376 del mismo texto constitucional, donde se establece que:

*“ Para hacer efectivo el derecho a la vivienda, al hábitat y a la conservación del ambiente, las municipalidades podrán expropiar, reservar y controlar áreas para el desarrollo futuro, de acuerdo con la ley...”*

En este contexto, la gestión de áreas protegidas municipales se circunscribe al ámbito de la gestión municipal autónoma, pero se desarrolla a partir de los principios de coordinación y de cooperación con los demás niveles de gobierno y, particularmente, con la Autoridad Ambiental Nacional. Esa es la tendencia delineada por el ordenamiento jurídico nacional y expresamente formulada en el Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2007-2016.

Mirando el conjunto de políticas, normas e instituciones que a nivel nacional e internacional se han desplegado en esta materia, resulta evidente que los procesos normativos que se desarrollan en el Ecuador avanzan hacia la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) que, de conformidad con la Constitución de la República, tiene por objetivo fundamental

garantizar la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas, para lo cual se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado<sup>1</sup>.

Las normas anotadas establecen el marco jurídico constitucional a partir del que deberá desarrollarse el régimen legal de competencias previsto en la Constitución de la República y que debe promulgarse en el corto plazo. En este marco, la ratificación constitucional de las atribuciones municipales en la gestión de áreas protegidas, reconocidas en constituciones anteriores que sentaron un antecedente normativo fundamental para consolidar el papel municipal en este ámbito, es de suma importancia para el fortalecimiento del papel de los gobiernos locales en la gestión de áreas naturales.

Conforme se analiza a continuación, esto se refleja en la legislación ambiental y en las reformas incorporadas a la legislación aplicable al régimen municipal.

### **2.1.1 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL**

La Ley de Gestión Ambiental, promulgada en 1999 y codificada en el año 2004, estableció el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA) como un mecanismo de coordinación, integración y cooperación entre los distintos ámbitos y niveles de gestión ambiental<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup>Constitución del Ecuador (2008) Art. 405

<sup>2</sup>Ibídem. Ley de Gestión Ambiental (1999) Artículo 12, literal e.



Las entidades que integran el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, que son todas las instituciones del sector público competentes en materia ambiental, están obligadas a proteger la diversidad biológica y a garantizar la permanencia de los ecosistemas.

Estas obligaciones legales reflejan el importante papel reconocido a los municipios y otras entidades públicas en la conservación de la diversidad biológica. En este marco, el Artículo 13 de la Ley de Gestión Ambiental establece atribuciones específicas en la gestión de áreas protegidas municipales:

“Los consejos provinciales y los municipios, dictarán políticas ambientales seccionales con sujeción a la Constitución de la República y a la presente Ley. Respetarán las regulaciones nacionales sobre el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas para determinar los usos de suelo y consultarán a los representantes de los pueblos indígenas, afroecuatorianos y poblaciones locales para la delimitación, manejo y administración de áreas de conservación y reserva ecológica”.

Cabe destacar dos elementos importantes implícitos en esta norma:

a. La norma se refiere, de forma separada, a la obligación municipal de respetar las regulaciones nacionales sobre el Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y a las facultades legales de los municipios para delimitar, manejar y administrar áreas de conservación y reserva ecológica. Si se concuerda esta facultad con aquella prevista en el Artículo 202 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal,

queda claro que la Ley de Gestión Ambiental se refiere a una facultad municipal para delimitar, manejar y administrar áreas protegidas dentro de territorio cantonal.

b. La Ley de Gestión Ambiental, al complementar la facultad otorgada a los municipios por la Ley Orgánica de Régimen Municipal para dictar normas especiales de conservación, establece las siguientes clases de áreas protegidas municipales: áreas de conservación y áreas de reserva ecológica. Cabe anotar que estas áreas no son aquellas a las que se refiere la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y de Vida Silvestre, como áreas del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales; y tampoco son las propuestas para el manejo de áreas municipales en el Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

### **2.1.3 ACUERDOS MINISTERIALES**

El Acuerdo Ministerial 168 del 20 de Septiembre de 2010 establece las Normas del Subsistema de Gobiernos Autónomos Descentralizados - Áreas Protegidas Municipales.

La incorporación de Áreas Protegidas Municipales al Subsistema Autónomo Descentralizado del SNAP, puede efectuarse previa manifestación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, en cualquier caso el proponente deberá presentar los siguientes documentos habilitantes:

1. Estudio de Alternativas de Manejo;
2. Declaratoria del Área Protegida mediante Ordenanza Municipal;
3. Documentos de respaldo que demuestren la existencia de participación de actores en la declaración de Áreas de Protegida Municipal y en la elaboración del Plan de Manejo;
4. Plan de Sostenibilidad Financiera del área protegida creada;
5. Documentos de respaldo que demuestren la Regularización de la Tenencia de tierra.<sup>3</sup>

## 2.2 CONCEPTOS BÁSICOS

Es necesario tener en cuenta conceptos y terminologías básicas que se trataron en el desarrollo de este trabajo investigativo.

- **ÁREA PROTEGIDA**

La definición de área protegida adoptada durante el Congreso Mundial de Parques Nacionales y Áreas Protegidas en 1992 en Caracas. Venezuela por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) ha sido hasta el momento la más aceptada:

*"Un área protegida es: Una superficie de tierra y/o mar especialmente consagrada a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, así*

---

<sup>3</sup> Acuerdo Ministerial 168 Ibídem Art. 3

*como de recursos naturales y los recursos culturales asociados, y manejada a través de medios jurídicos u otros medios eficaces".<sup>4</sup>*

El Convenio sobre la Diversidad Biológica define un área protegida como “*un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación*”. En la nueva definición propuesta por la UICN, un área protegida es “*un espacio geográfico claramente definido que es reconocido, dedicado y manejado, a través de medios legales u otros medios eficaces, para alcanzar la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y valores culturales asociados*”<sup>5</sup>

- **COBERTURA DE LA TIERRA**

La cobertura biofísica tal cual se observa directamente o a través de sensores remotos y que incluye la vegetación natural o cultivada, construcciones hechas por el hombre y otros como agua, hielo, afloramientos rocosos, depósitos de arena, evaporitas, etc. (Superintendencia agraria, 2001).

Según Di Grogorio, 2005 La cobertura de la tierra, es la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra.

---

<sup>4</sup>Áreas Protegidas Del Ecuador. *BuenasTareas.com.* (2009, 12). En <http://www.buenastareas.com/ensayos/%C3%81reas-Protegidas-Del-Ecuador/73782.html>. Consultado octubre 2012

<sup>5</sup> Ibídem Convenio de Diversidad Art. 3

- **TELEDETECCIÓN Y SENSORES REMOTOS**

La teledetección es aquella técnica que nos permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre. Para que esta observación remota sea posible es preciso que entre los objetos y el sensor exista algún tipo de interacción (Chuvienco, 2002) y el resultado usualmente, pero no necesariamente, es almacenado como una imagen (fuente de datos). Para esto se requiere al menos, tres componentes: foco energético, superficie terrestre y sensor (Bakker; Jansen, 2001).

Una de las formas de clasificarlos es el procedimiento de recibir la energía procedente de las distintas cubiertas y ellos son: (1) Pasivos, cuando se limitan a recibir la energía proveniente de un foco exterior a ellos, y (2) Activos, cuando son capaces de emitir su propio haz de energía (Chuvienco, 2002).

- **SISTEMAS DE MEDIA RESOLUCIÓN**

El programa Landsat es el programa civil de observación de la tierra más antiguo. Comenzó el año 1972 con el Satélite Landsat-1. Hasta ahora al último Landsat (el 7) se ha incorporado un nuevo sensor, el ETM+, que mejora las características del TM, añadiéndole una banda pancromática de 15 m de resolución, y aumentando la resolución de la banda térmica a 60 m. (Chuvienco, 2002).

Existen muchas aplicaciones de los datos Landsat TM, ETM en el mapeo de la cobertura de la tierra, uso de la tierra, mapeo del suelo, mapeo geológico, etc.

Las imágenes Aster (AdvancedSpaceborne Thermal Emission and Reflectance Radiometer), es un espectrómetro de alta resolución de imagen, diseñado con tres bandas en el espectro visible y una cercana infrarroja en el rango espectral, con 15 m de resolución, 6 bandas en el infrarrojo de onda corta, con 30 m de resolución, y 5 bandas en el infrarrojo termal, con 90 m de resolución, y ancho de barrido de 60 Km. Sus objetivos principales son medir las propiedades de las nubes estudios de vegetación y suelos, temperatura terrestre y topografía. Una de sus principales aplicaciones es la verificación de resultados obtenidos con sensores menos precisos espacialmente (Chuvieco, 2002).

- **INTERPRETACIÓN DIGITAL DE LAS IMÁGENES**

### **Clasificación digital**

En el proceso de clasificación digital de imágenes el operador instruye a la computadora que realice una interpretación de acuerdo a ciertas condiciones predefinidas. Esta técnica forma parte de la interpretación digital de imágenes (Bakker; Jansen, 2001).

Tradicionalmente se han dividido los métodos de clasificación en dos grupos: supervisado y no supervisado, de acuerdo a la forma en que son obtenidas las estadísticas de entrenamiento. El método supervisado parte de un conocimiento previo del terreno, a partir del cual se seleccionan las muestras para cada una de las categorías. Por su parte, el método no supervisado procede a una búsqueda automática de grupos de valores homogéneos dentro de la imagen (Chuvieco, 2002).

### **Clasificación Supervisada**

Esta es realizada por un operador que define las características espectrales de las clases, mediante la identificación de áreas de muestreo (áreas de entrenamiento). Se requiere también que el operador esté familiarizado con el área de interés (Chuvienco, 2002)

### **Clasificación No Supervisada**

Este método se dirige a definir las clases espectrales presentes en la imagen. Esto implica que los ND (Números Digitales) de la imagen forman una serie de agrupaciones o conglomerados o “clusters” de píxeles con similares características. Basado en esto, la computadora localiza arbitrariamente vectores principales y los puntos medios de los grupos. Luego cada píxel es asignado a un grupo por la regla de decisión de mínima distancia al centroide del grupo (Bakker; Jansen, 2001).

La metodología desarrollada se basó en uso de los sensores remotos, esta valiosa metodología es utilizada para identificar, describir, cuantificar y monitorear los cambios de la cobertura vegetal, los avances de la frontera agrícola y los patrones de comportamiento de estas unidades espaciales, por actividades y alteraciones antropogénicas o cambios climáticos, así como la descripción de escenarios tendenciales.

Mediante el uso de procesos basados en el análisis digital de imágenes y sensores remotos se procedió a georeferenciar, tratar y clasificar imágenes satelitales Landsat de los años 1988, 1989 y 1991 para obtener el Mapa de

Cobertura Vegetal y Ocupación del Suelo y el Mapa de Ecosistemas para el año referencial de 1990. De la misma manera se clasificaron 23 imágenes ASTER para obtener los mapas correspondientes al año 2008. Estos trabajos fueron complementados con la verificación en campo efectuada en el primer trimestre del año 2009. El esquema de clasificación utilizado en los mapas de ecosistemas corresponde al propuesto por NatureServe, el cual maneja el criterio de ecoregiones.

Estos mapas fueron utilizados como insumos para la generación de un mapa de análisis multitemporal y un de mapa de escenarios tendenciales al año 2030. El objetivo de análisis de proyección al año 2030 fue determinar áreas con mayor susceptibilidad a ser afectadas por procesos de conversión de ecosistemas naturales en el Norte del Ecuador en el período 2008 - 2030. La metodología consiste en la implementación de un modelo empírico que caracterice los procesos de conversión de la vegetación natural observados en el período aproximado de veinte años. Se utilizó un modelo de selección discreta (logit) para estimar la probabilidad de que un píxel sea convertido a usos agrícolas en función de un conjunto de variables independientes. La variable dependiente corresponde a las áreas de vegetación natural que experimentaron conversión a usos agrícolas o pecuarios en el período 1990 – 2008. La variable se generó utilizando los mapas de uso y cobertura del suelo elaborados en fases previas.



### **3. METODOLOGÍA**

La realización de la presente investigación comprendió el estudio de la variación de la cobertura vegetal en el cerro Imbabura y el levantamiento de información georreferenciada para la declaración de área protegida.

#### **3.1 ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se localiza en las partes altas del volcán Taita Imbabura, ubicado al norte del país, forma parte de tres cantones y diez parroquias del sur de la provincia de Imbabura.

Los límites del área de estudio se determinaron en base a recorridos de campo para verificar los avances de la frontera agrícola por parte de las comunidades asentadas en las partes altas del cerro Imbabura.

Se establecieron cotas altitudinales utilizando GPS (Garmin 60csx) para sobre posición en la cartografía base del IGM (Instituto Geográfica Militar) a escala 1:50.000, durante los recorridos se elaboraron registros fotográficos que se muestran en anexos.

El polígono que determina el límite del área de estudio se editó en un SIG, en base a las cotas de 2.800 msnm Camuendo, Chibatola y Quinchuquí, al Sur las comunidades de Cazco Valenzuela, Imbabura, Cubilche, sobre los 3.000msnm y

al Sureste y Este sobre los 3.200 msnm en las comunidades de Cashaloma. El Abra que corresponde a la parroquia de Zuleta. Las coordenadas geográficas que delimitan al área de estudio se presentan en la tabla 1.

**Cuadro 1.** Ubicación área de estudio

SITIO No.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	LONGITUD	LATITUD
1	78° 11' 05,81"	0° 13' 11,64"
2	78° 11' 26,95"	0° 12' 41,14"
3	78° 12' 24,57"	0° 12' 46,89"
4	78° 13' 6,90"	0° 14' 4,50"

### 3.2 FASES METODOLÓGICAS

En el presente estudio se contemplaron las siguientes fases:

- Fase de diagnóstico
- Fase de trabajo de campo
- Fase de análisis multitemporal de la cobertura vegetal
- Fase de establecimiento de lineamientos para declaratoria de área protegida

#### 3.2.1 FASE DE DIAGNÓSTICO

La fase de diagnóstico consistió en la recopilación de información de la línea base del área de estudio.

### **3.2.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la recopilación de información se considerando los componentes abiótico, biótico y socio económico mediante la caracterización de recursos naturales, especialmente del recurso vegetación.

Para la caracterización en el componente Abiótico, se obtuvo información sobre Geología, Tipos de Clima, Tipos de Suelo, Zonas de Vida, Hidrografía, Cobertura vegetal; para el componente Socioeconómico se obtuvo información del Censo de Población y Vivienda 2010.

### **3.2.1.2 ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA BÁSICA**

En esta etapa se empleó información cartográfica del IGM escala 1:25.000 para elaborar el mapa base.

- **Contenido de la información base**
  - Cobertura de poblados en formato vectorial.
  - Cobertura de vías en formato vectorial.
  - Cobertura de ríos en formato vectorial.
  - Cobertura de curvas de nivel en formato vectorial.
  - Cobertura de ciudades en formato vectorial.
  - Polígono vectorial del área de estudio.

### 3.2.1.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN BASE

Los archivos vectoriales en formato shp de la cartografía base fueron estructurados en una geodatabase con proyección UTM y DATUM WGS84, obteniendo el mapa base como insumo principal para elaborar la cartografía temática. En el cuadro 2 se indican los parámetros cartográficos generales.

**Cuadro 2:** Parámetros Cartográficos Generales

<b>PARÁMETROS</b>	
Escala	1:50000
Coordenadas	Coordenadas planas (Este y Norte - metros)
Proyección Cartográfica	Universal Transversal de Mercator UTM
Elipsoide	WGS 1984
Zona Cartográfica	Zona 17 Sur
Datum	WGS 1984
Formatos	Shapefile y Geodatabase Digitales de ArcGis 10

### 3.2.1.4 ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

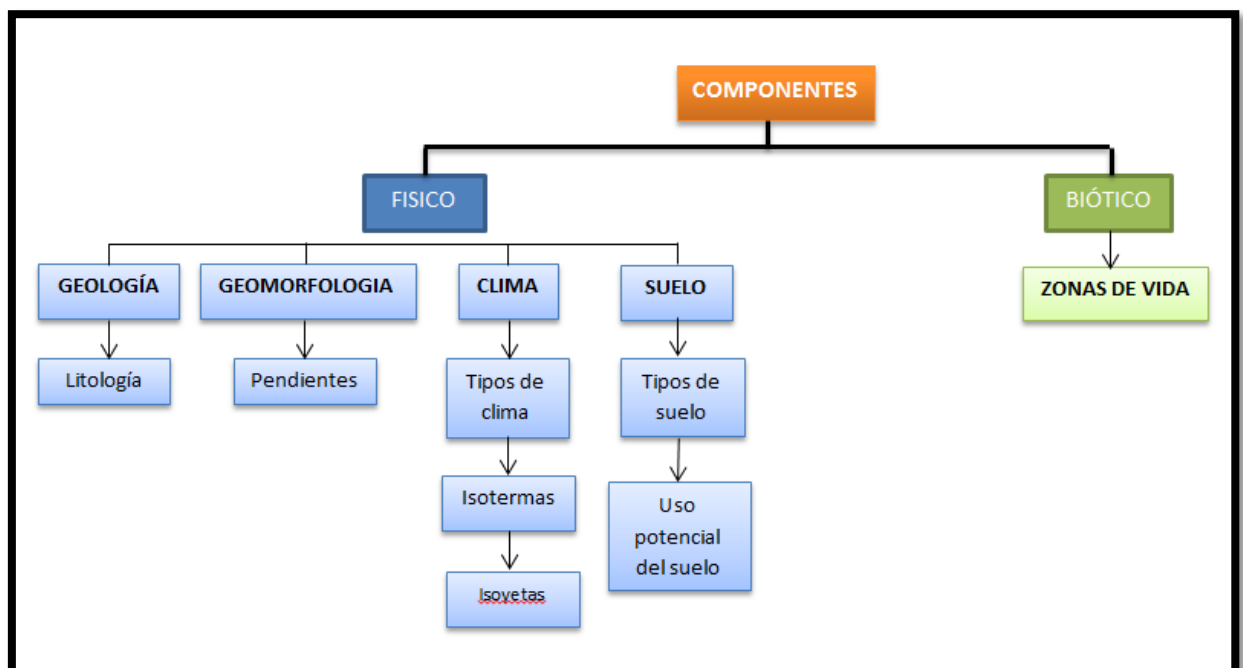
Se elaboró la Cartografía Temática que contiene layers a escala 1:50.000 con la utilización de la herramienta ArcGIS 10.

Listado de Cartografía temática:

1. Mapa Geológico
2. Pendientes

3. Tipos de clima
4. Hidrológico
5. Tipos de suelo
6. Uso del suelo
7. Cobertura vegetal: escenario actual
8. Uso potencial del suelo
9. Conflictos de uso
10. Zonas de vida
11. Zonificación

**Figura 1.** Diagrama de Elaboración de Cartografía temática



- **Mapa Geológico**

Se lo realizó en base a la cartografía escaneada de las Cartas Geológicas de Ibarra y Otavalo, a escala 1:100 000 publicadas por el Ministerio de Energía y

Minas, que cubren el área de estudio, en donde se procedió en primer lugar a georeferenciar varios puntos de las cartas utilizando la opción Add Control Point, el cual nos permite ubicar las coordenadas X, Y; para luego finalmente proceder a editar las zonas dentro del límite del área de estudio y clasificarlas de acuerdo a la nomenclatura utilizada en las Cartas Geológicas.

- **Mapa de Pendientes**

Se utilizaron curvas de nivel con intervalos de 80 m. Se generó un TIN (Triangular Irregular Network), que es un modelo cuantitativo en formato digital de la superficie de la tierra, que contiene información de la posición (x, y, z) de cada elemento de la superficie. El TIN se lo realizó con ayuda de la herramienta ArcGIS 10, con este archivo se procedió a convertirlo en formato Raster el cual permitió utilizar la herramienta Slope de 3D Analyst para las pendientes que posteriormente reclasificarlas en seis clases.

- **Mapa de Tipos de Clima**

Se procedió a crear el archivo shp de isotermas o de temperaturas se representan puntos de la superficie terrestre que tienen igual temperatura, mediante la utilización de isolíneas denominadas isotermas. Se generaliza tomando superficies con parecidos valores de temperatura y representando superficies a las que se asignan valores medios próximos (iguales).

Se carga el layer de estructura punto vectorial, que contiene la información referente a 70 Estaciones Meteorológicas ubicadas de la Región N° 1 de SENPLADES, mismo que fue proporcionado por el INAMHI.

Con valor del campo temperatura del layer se realiza una interpolación de los datos para obtener una imagen raster mediante la utilización de una de las herramientas del “3D Analyst” denominada “Kriging”, dentro de “Interpolate Raster”, con un tamaño de celda de 20.

A esta imagen resultante se le realiza un “Surface Analysis”, con la herramienta “Contour”, con intervalos de 2 °C, obteniéndose así las isotermas en estructura línea vectorial.

Para el archivo de isoyetas o precipitaciones promedio, se puede apreciar la distribución geográfica de las precipitaciones mediante isolíneas. Estas isolíneas llamadas isoyetas muestran los puntos de la superficie que tienen igual cantidad de precipitación, mediante la interpolación de los datos para obtener la imagen raster, se realizó por el campo precipitación mediante “Kriging”, también con un tamaño de celda de 20. El “Contour”, fue con intervalos de 250 mm, dando como resultado las isoyetas en estructura línea vectorial.

En un mapa climático o de tipos de clima, se muestra el estado general de la atmósfera sobre un lugar determinado de la superficie terrestre, y sus datos se refieren a temperatura promedio anual, cantidad de lluvia anual y el tipo de clima (promedio de los tiempos meteorológicos de más de 30 años).

Para elaborar este mapa se procedió a unir los archivos shp isotermas e isoyetas, obtenidos en la elaboración de los mapas anteriores, mediante la herramienta “Union” dentro de “Overlay” de “Analysis Tools”, dando como resultado el layer polígono vectorial climas el cual contiene información tanto de isotermas como de isoyetas. En este layer se mantienen solo campos de TEMPERATURA y PRECIPITACIÓN y se crean tres campos más: TIPOS DE CLIMA, SÍMBOLO y ÁREA. En el campo: TIPOS DE CLIMA se edita el nombre del clima de acuerdo a la precipitación, temperatura y ubicación respectiva utilizando la Tabla de Clasificación Climática de Pourrut para el Ecuador.

- **Mapa Hidrológico**

Se elaboró utilizando la base de datos de ríos y curvas de nivel del cantón Ibarra, con los cuales mediante la utilización de la herramienta de EDICIÓN permitió elaborar los límites de cada una de las microcuencas siguiendo la divisoria de aguas que determinan las curvas de nivel.

- **Mapa de Tipos de Suelo**

Se elaboró del mapa de Tipos de Suelos utilizando la base de datos del SIGAGRO y SIGRENA a escala 1:50 000, agrupándolos dentro de los diferentes Órdenes, Sub-órdenes y Gran-grupos contemplados en el Soil Taxonomy de los E.E.U.U., para lo cual se realizó un Export Data dentro de los límites del área de estudio.



- **Mapa Uso Potencial del Suelo**

Se elaboró el mapa mediante la edición de la base de datos del SIGRENA y SIGAGRO.

- **Mapa de Uso de Suelo**

En el mapa de uso del suelo se muestra la distribución geográfica de los distintos tipos de utilización actual de un terreno, ya sea agrícola, forestal, pecuario, recreativo, industrial o urbano; incluyendo también las áreas inalteradas. Este tipo de cartografía temática, se elabora por medio de la teledetección, a partir de imágenes adquiridas por un sensor situado en un satélite o fotografías aéreas.

- **Mapa de Cobertura vegetal**

En el mapa de cobertura vegetal se representan las capas de vegetación natural que cubren la superficie de un terreno, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas agropecuarias y forestales, las zonas urbanas, los cuerpos de agua y los eriales.

Para elaborar este mapa se utiliza el uso de suelo, el cual será exportado con el nombre de cobertura. En la tabla de atributos de este layer se crean dos campos con los nombres de SIMBOLO COBERTURA, COBERTURA e IP. Los valores

ingresados en estos campos fueron editados según la correspondencia existente entre el uso actual del suelo y la cobertura vegetal.

- **Mapa de Zonas de Vida**

Este mapa se realizó mediante la unión del mapa de Tipos de Suelos, el mapa de Isoyetas e Isotermas medias anuales, para finalmente utilizar el comando dissolve. Estas zonas se determinaron en base al Diagrama para la Clasificación de las Zonas de Vida, metodología de L.R. Holdridge, 1982

### **3.2.1 FASE DE TRABAJO DE CAMPO**

Se realizaron salidas de campo al área de estudio para validar la información obtenida en la fase de diagnóstico y para el levantamiento de información del componente biótico mediante Evaluaciones Ecológicas Rápidas.

#### **3.2.1.1 EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA**

La evaluación rápida, a efectos de estas directrices, se define como: “una evaluación sinóptica, que a menudo se lleva a cabo en calidad de urgente, en el menor tiempo posible, para producir resultados aplicables y fiables con un propósito definido”.

Se determinó puntos representativos dentro del área de estudio para la realización de la EER.

### 3.2.2 FASE DE ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL

La metodología para el estudio de variación de cobertura vegetal se realizó empleando software ERDAS, Arc Gis 10 en la siguiente secuencia:

#### 3.2.2.1 ADQUISICIÓN DE IMÁGENES ASTER Y LANDSAT

Se adquirieron imágenes de los sensores HVR (ASTER) y ETM (LANDSAT) del servidor de la NASA ([www.earthexplorer.org](http://www.earthexplorer.org)). Las imágenes ASTER y LANDSAT corresponden al pathrow 10 60, con fechas de toma LANDSAT (1991,1999) y ASTER (2007); se escogieron estas fechas de toma debido a la disponibilidad de imágenes para la cobertura del área de estudio.

A continuación se representan las características principales de las imágenes empleadas:

**Cuadro 3.** Características de las Imágenes Satelitales

IMÁGENES	SENSOR	RESOLUCIÓN ESPECTRAL	RESOLUCIÓN ESPACIAL	RESOLUCIÓN RADIOMÉTRICA
LANDSAT	ETM, TM	ETM (RGB) B1, B2, B3, B4, PANCROMÁTICA  TM (RGB) B1, B2, B3, B4	ETM (28,5m)  PANCROMÁTICA (14,25M) TM (30m)	8 bits
ASTER	HVR	HVR (RGB) B2, B3, B4	15m	8 bits

### 3.2.1.2 TRATAMIENTO DIGITAL DE LAS IMÁGENES

- **Corrección geométrica**

A las escenas de imágenes LANDSAT TM se realizó una corrección geométrica para reprojectarlas en coordenadas UTM y DATUM WGS84, mediante el software ERDAS 2011.

- **Corrección radiométrica**

A todas las imágenes se aplicó una corrección radiométrica para eliminar efectos atmosféricos como nubosidad y mejoramiento de la reflectividad de la vegetación.

- **Corrección espacial**

Se aplicaron mejoramientos espaciales para combinar las imágenes de 4 bandas con la imagen pancromática y así obtener resultados de imágenes con resoluciones más finas.

### 3.2.1.3 CLASIFICACIONES DE LAS IMÁGENES

- **No supervisada**

En el software ERDAS se realizaron clasificaciones de imágenes por el método no supervisado para obtener información preliminar de cobertura vegetal, agrupando

los píxeles de la imagen en 4 clases o firmas espectrales: páramo, bosque nativo, matorral y áreas intervenidas.

- **Supervisada**

Además se realizaron clasificaciones supervisadas para las 4 clases o firmas espectrales definidas en la clasificación no supervisada, los resultados obtenidos mediante este método fueron comprobados con puntos de control tomados en la fase de trabajo de campo.

Las clasificaciones supervisadas y no supervisadas se efectuaron por periodos: periodo 1 (1986 – 1999), periodo 2 (1999 – 2000), periodo 3 (2000 – 2003), periodo 4 (2003 – 2006).

- **Validación de clasificaciones**

Con los puntos de control recopilados en la fase de campo se generaron puntos randomizados en el área de estudio para generar una matriz de confusión.

- **Detección de cambios**

Comparaciones estadísticas de cambios entre diferentes fechas. Conversión de formato raster a vectorial.

La tasa de cambio fue calculada a través de la fórmula (González S.; 2005);

$$\delta_n = \sqrt[n]{\frac{S_2}{S_1}} - 1$$

En donde:

**δ**: Tasa de cambio (para expresar en % hay que multiplicar por 100)

**S1**: Superficie en la fecha 1

**S2**: Superficie en la fecha 2

**n**: Número de años entre las dos fechas

- **Cálculo de deforestación**

Para calcular la tasa deforestación anual de las coberturas de bosque natural y páramo de los años 1978 y 2005 se utilizó la fórmula propuesta por Puyravaud (2003), además las capas que fueron analizadas en el programa Arc Gis.

$$P = \frac{100}{(t_2 - t_1)} \times \ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right)$$

En donde:

**P**: Tasa de deforestación por año

**t1**: Año de inicio del período

**t2**: Año final del período

**A1:** Superficie de bosque al inicio del período

**A2:** Superficie de bosque al final del período

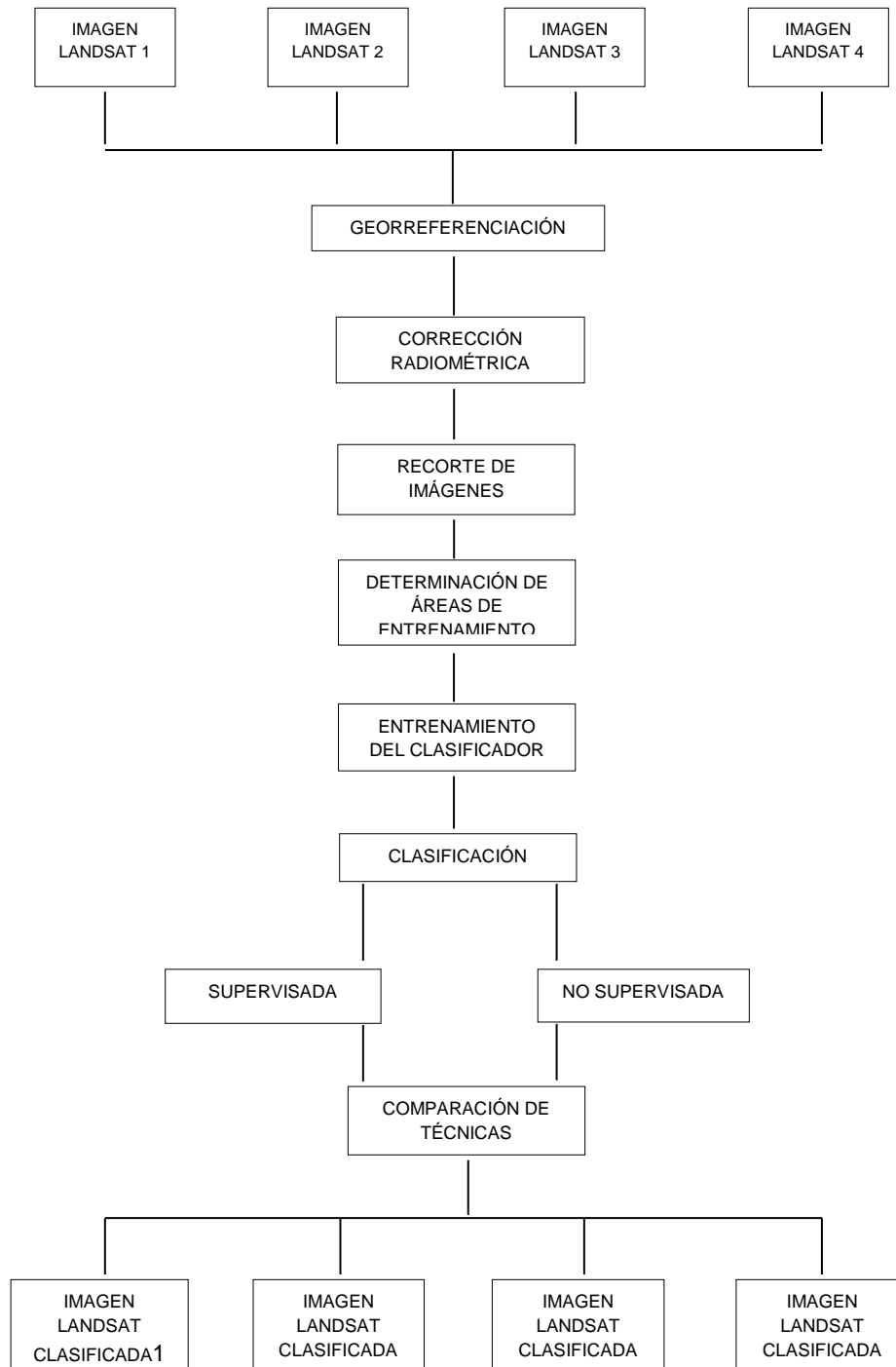
**n:** Número de años entre las dos fechas

- **Integración de los resultados al SIG**

Análisis de superficies de cobertura vegetal para la declaratoria de área protegida.

- **Diagrama de flujo del procesamiento de imágenes**

En el siguiente diagrama de flujo se sintetiza la etapa correspondiente al procesamiento de imágenes.

**Figura 2. Procesamiento de imágenes**



## 4. RESULTADOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDIO

Se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, en los cantones de Ibarra, Antonio Ante y Otavalo, limitado por cotas referenciales, al Norte, Oeste y Suroeste el área se ubica sobre la cota de los 2.800 msnm., al Sur sobre los 3.000 y al Sureste y este sobre los 3.200 msnm.

La superficie del área de estudio es de 8542,04 hectáreas, los puntos más sobresalientes se presentan en coordenadas UTM, en cada punto cardinal que delimitan al área de estudio se presentan en el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Coordenadas puntos límite del área

SITIO No.	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
1	813856,16	10033069,93
2	819031,73	10022926,57
3	822582,85	10024834,36
4	809058,37	10027951,03

## **4.2 COMPONENTE FÍSICO**

### **4.2.1 GEOLOGÍA**

El Taita Imbabura, está en una zona morfo estructural, relacionada con el gran conjunto denominado Graben o Depresión Interandina que se produjo durante el Mioceno-Plioceno en donde el paroxismo geológico se manifiesta por un empuje vertical acompañado por una intensa actividad sísmica que provoca fracturamientos y hundimientos, acompañada por actividad volcánica.

El volcán registra una actividad histórica y las últimas erupciones habrían ocurrido probablemente hace 14.000 años, por lo que no se espera una reactivación volcánica en el futuro próximo. Sin embargo es de anotar que históricamente han ocurrido deslizamientos dado lo escarpado de sus flancos que han alcanzado el pie del cono.

Según la carta geológica editada por la Dirección General de Geología y Minas en el año 1973, la zona de estudio se caracteriza por tener altas depresiones y alturas sobre los 3000 msnm además en el callejón interandino, en el mapa se obtuvo las unidades litográficas en el área de estudio que se detallan en el cuadro 5.

**Cuadro 5:** Geología – Cerro Imbabura

<b>Nro.</b>	<b>ABREVIATURA</b>	<b>LITOLOGIA</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>SUPERFICIE (%)</b>
1	lh	Depósito laharítico	609,96	7,17
2	Plm	Andesita,aglomerado,lahar	7499,90	88,11
3	Dc	Depósito coluvial	193,85	2,28
4	Te	Terraza indiferenciada (1-4)	37,75	0,44
5	Qc	Ceniza,piroclastos de pómez	125,88	1,48
6	Derrumbe	Derrumbe	44,79	0,53
<b>TOTAL</b>			<b>8542,04</b>	<b>100,00</b>

\*Fuente: Dirección de Geología y Minas (1973)

#### 4.2.1.1 UNIDADES LITOGRAFICAS

En base al Mapa Geológico (Anexo 6), se identificó las siguientes unidades litográficas:

- **Depósito laharítico (lh)**

Se han formado por una mezcla rápida de escombros de material volcánico y agua que se han desplazado a lo largo de las pendientes del volcán Imbabura. Están constituidos por fragmentos de rocas volcánicas redondeadas a angulares de tamaño variable hasta 1 metro con matriz arenosa, por lo que constituyen fuentes potenciales para materiales de construcción. Se encuentra en la parte SurOeste del área de estudio cubren una superficie de 609,96 hectáreas que representa el 7,17%.

- **Andesita, aglomerado, lahar (Plm).**

Es el sub estrato rocoso localizado en la parte Norte extendiéndose hasta el Sureste, la mayor extensión de esta unidad está cubierta por lahares y coluviales. El volcán está constituido de lavas, aglomerados y lahares; las lavas son andesitas compactas de grano fino a medio, los aglomerados están constituidos por fragmentos de rocas volcánicas redondeadas a angulares y los depósitos laharíticos se han desplazado a lo largo de las pendientes hasta las llanuras. En el área de estudio cubre una superficie de 7499,90 hectáreas que representan el 88,11%.

- **Depósito coluvial (Dc)**

Están formados por capas de diferente espesor, constituidos de fragmentos angulares de rocas volcánicas en un matriz limo arcilloso o arena limosa que es predominante, pues proviene de cangagua depositada en las laderas y cubiertos por un suelo orgánico o de textura fina de menos de 0,50 m de espesor. Los depósitos coluviales tienen menos de 10 metros de espesor, excepto en el pie de monte en que suelen ser más desarrollados. Estos depósitos se encuentran al sur este del lago, en el sector de la Hda. San Pedro, Hda. La Vega, Gualabí; mientras que al norte y noreste del lago, en el sector de La Compañía y Araque, respectivamente son materiales semipermeables cubre una superficie de 193,85 hectáreas y representa el 1,48% de la superficie total del área de estudio.

- **Terraza indiferenciada (Te)**

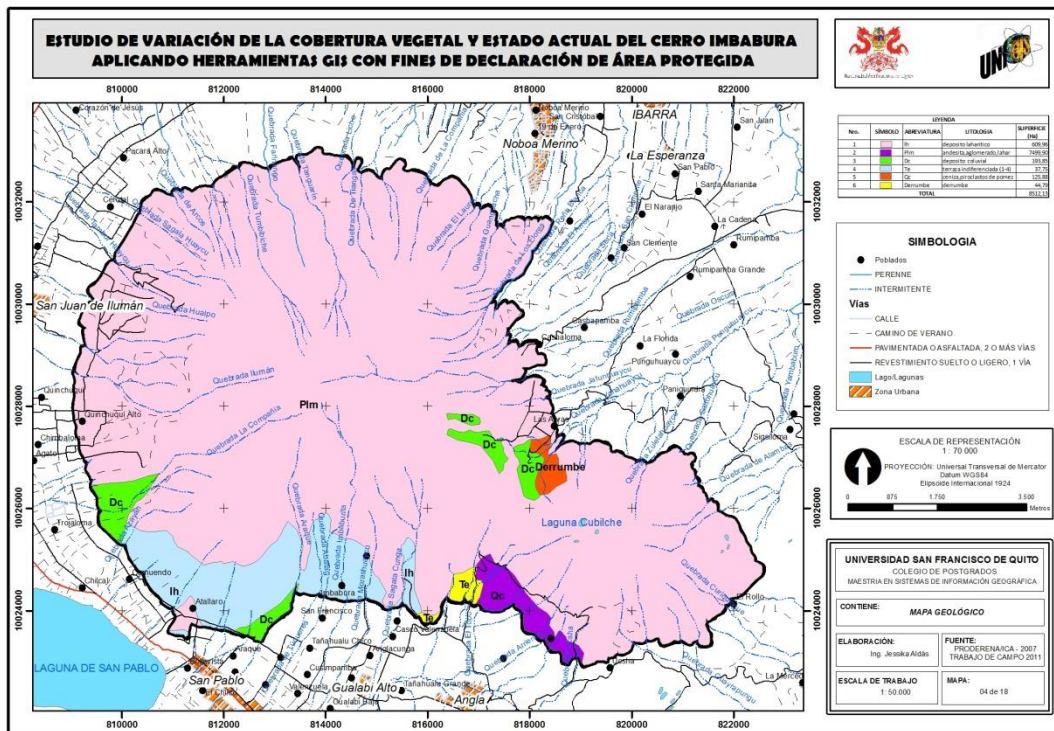
Se presenta en varios niveles y se encuentra en la parte oriental del lago, sector de la Quebradas El Topo y Angla, tiene un relieve suave y detritos volcánicos de textura variable recubiertos por cangagua. La potencia podría sobrepasar en algún caso los 30 metros. Cubre una superficie de 37,75 hectáreas y representa el 0,44% del área de estudio.

- **Ceniza, piroclastos de pómez (Qc).**

Se ubica en la parte Sur del área de estudio y cubre una superficie de 125,88 hectáreas que representan el 1,48%. La cangagua es un depósito de toba volcánica y ceniza, encontrándose piroclastos de piedra pómez en capas de dos a cuatro metros de espesor y la toba es grano fino, de color amarillento; ambos son materiales semipermeables. Cubriendo a estos depósitos se encuentra la ceniza de color variable de gris a amarillo y en ciertos lugares el espesor sobrepasa los 80 metros.

- **Derrumbe**

Se ubica en la parte Noreste del área de estudio, cubre una superficie 44,79 hectáreas y representan el 0,53%.



**Mapa 1.** Mapa Geológico área de estudio

Elaborado en base a carta geológica editada por la Dirección General de Geología y Minas en el año 1973

#### 4.2.2. PENDIENTES

En base al Mapa de Pendientes (Anexo 7), en el área de estudio se encontraron seis clases de pendientes distribuidas como se indica en el cuadro 6.

**Cuadro 6:** Pendientes en el área de estudio

CLASES	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (Ha.)	SUPERFICIE (%)
1	Pendiente de 0 a 5%	6,12	0,07
2	Pendiente de 5 a 12%	1052,66	12,34
3	Pendiente regular de 12 a 25% ó irregular con microrelieve de 12 a 20%	753,13	8,83
4	Pendiente fuertes de más de 20 a 25% y menos de 50%	2688,02	31,51
5	Pendientes muy fuertes de 50 a 70%	2034,87	23,85
6	Pendientes abruptas, más de 70%	1995,74	23,49
<b>TOTAL</b>		<b>5830,54</b>	<b>100</b>

- **Pendientes abruptas, más de 70%**

Esta clase en el área de estudio ocupa 1995,74 hectáreas, superficie que constituye el 23,49% del área. Las pendientes mayores del 70% se localizan en el centro del área cubriendo muy grandes extensiones. En estas pendientes no es posible la utilización con fines agropecuarios, pues el peligro de acelerar la erosión y los movimientos en masa es muy alto.

- **Pendientes muy fuertes, de 50 a 70%**

Estas pendientes se localizan principalmente al sur del área de estudio, generalmente se encuentran inmediatamente abajo de las tierras de pendientes

abruptas; en total cubre una superficie de 2034,87 hectáreas, que representa el 23,85% del área total.

- **Pendientes fuertes de más de 20-25% y menos de 50%**

Cubren una superficie de 2688,02 hectáreas que representan el 32,51% del área. Las tierras con estas pendientes son de muy variadas dimensiones y se distribuyen alrededor del área y se sitúan de preferencia en los sectores situados inmediatamente abajo de las tierras de pendientes muy fuertes.

- **Pendiente regular de 12 a 25% o irregular con microrelieve de 12 a 20%**

Esta clase de pendiente ocupa 753.13 hectáreas, lo que constituye el 8,83% del total del área del Taita Imbabura. Las tierras con esta clase de pendiente tienen muy variadas dimensiones y se localizan fundamentalmente en los sectores más bajos y externos del área, pero se encuentran también sectores medianos y pequeños al sureste del área.

- **Pendiente ondulada de 5 a 12%**

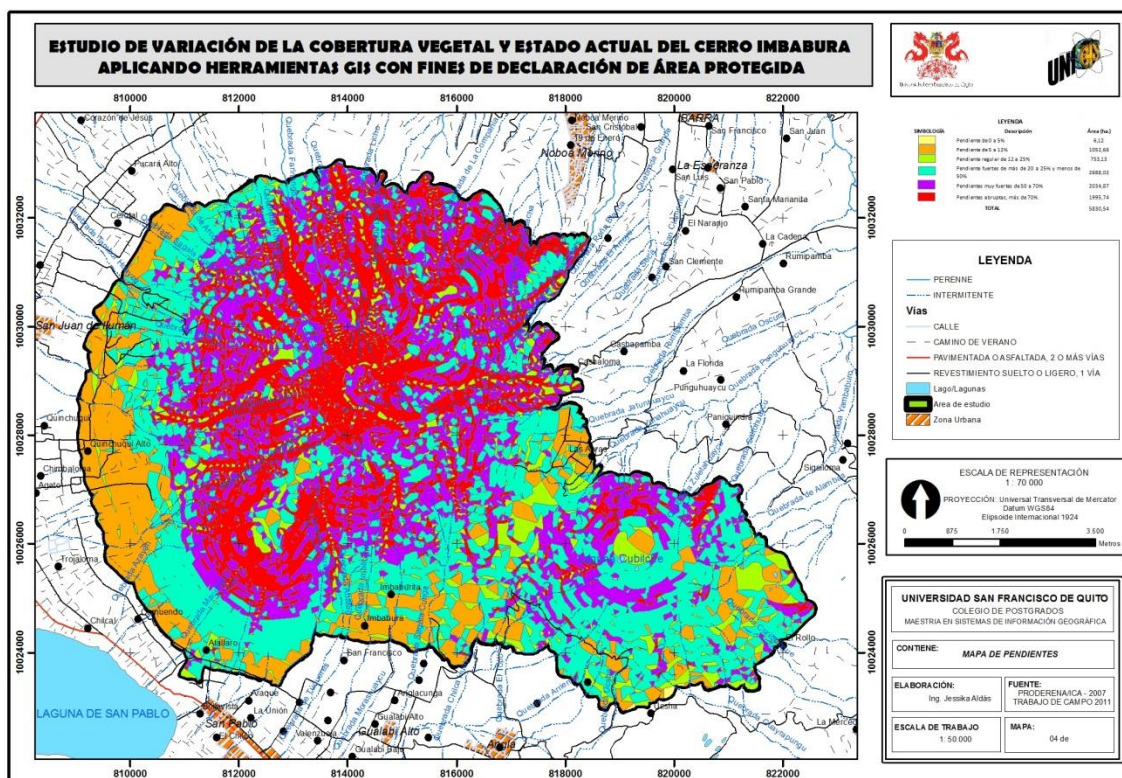
Ocupa distintas áreas pequeñas distribuidas en toda el área de estudio; suman 1052,66 hectáreas que corresponden al 12,34% del total. Son áreas que en general no son susceptibles de deslizamientos ni procesos erosivos graves.

- **Pendientes relativamente planas de 0 a 5% (1)**

Esta clase de pendiente ocupa 6,12 hectáreas que representan el 0,07% del total del área delimitada. En función de la pendiente, las tierras que en el área



delimitada del volcán Imbabura son susceptibles de utilización agrícola sin acelerar fuertemente los procesos erosivos ocupan un poco menos del 13% del área.



**Mapa 2.** Mapa de Pendientes área de estudio

#### 4.2.3. CLIMA

El clima se encuentra condicionado por dos factores: la circulación atmosférica general y las masas de aire locales que resultan del relieve, por las diferentes variaciones de altitud que traen como consecuencia una variedad de temperaturas y precipitaciones.

El clima se caracteriza por tener un período ecológicamente seco en los meses de Julio y Agosto, con siete meses húmedos en Febrero, Marzo, Abril, Mayo,

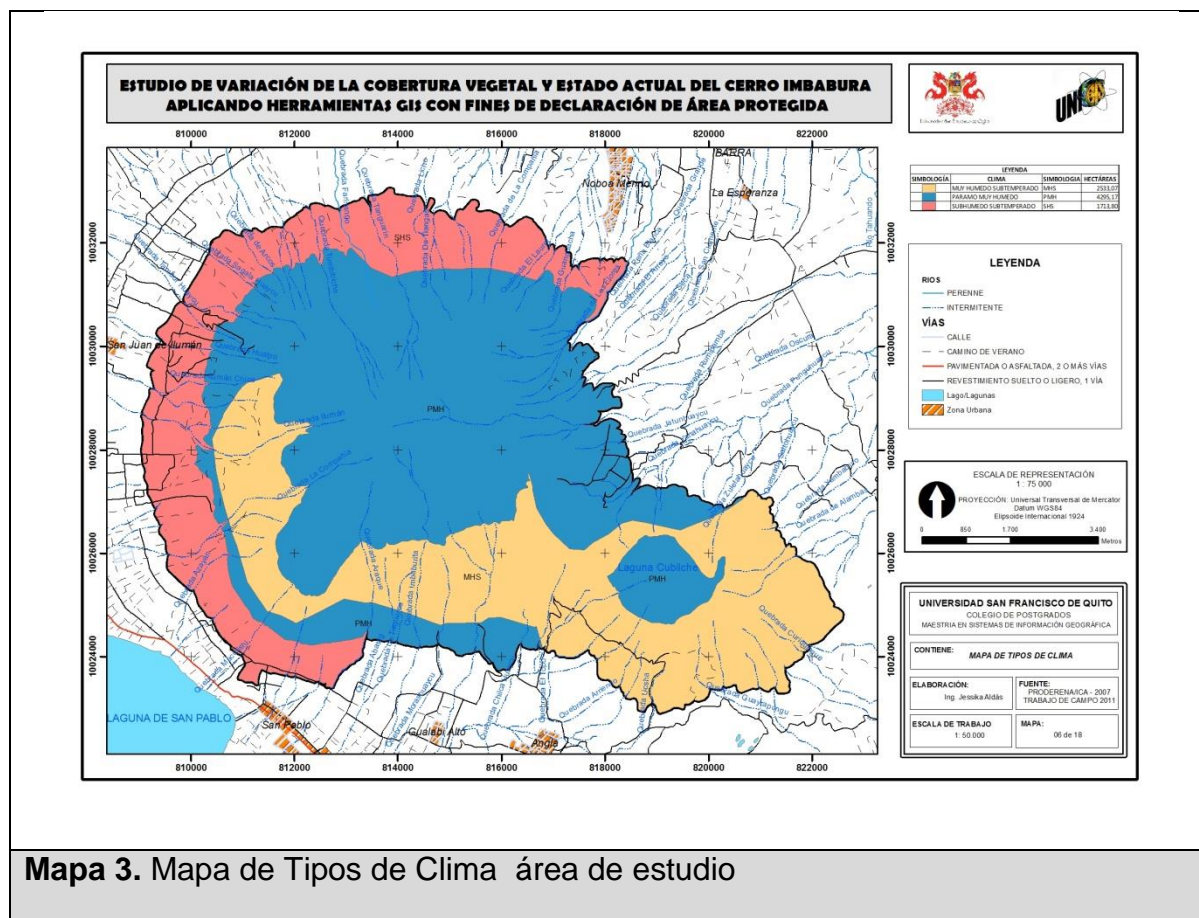
Octubre, Noviembre y Diciembre, y con dos meses semihúmedos en Junio y Septiembre.

En base a la clasificación de Cañadas, 1983 y el Mapa de Tipos de Clima (Anexo 8) en el área de estudio se identificaron tres tipos de clima, como se indican en el cuadro 7.

**Cuadro 7:** Clima área de estudio

<b>N°</b>	<b>CLIMA</b>	<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>SUPERFICIE (%)</b>
<b>1</b>	Muy húmedo subtemperado	MHS	2533,07	29,65
<b>2</b>	Páramo muy húmedo	PMH	4295,17	50,28
<b>3</b>	Subhúmedo subtemperado	SHS	1713,80	20,06
<b>TOTAL</b>			<b>8542,04</b>	<b>100,00</b>

El clima Sub-Húmedo Temperado con una temperatura que fluctúa entre los 4°-8°C, y la precipitación de 1000 y 2000 mm anuales, ocupando el 15,81% del cantón, este clima se localiza en los sectores Angochagua, La Esperanza.



#### 4.1.8. HIDROGRAFÍA

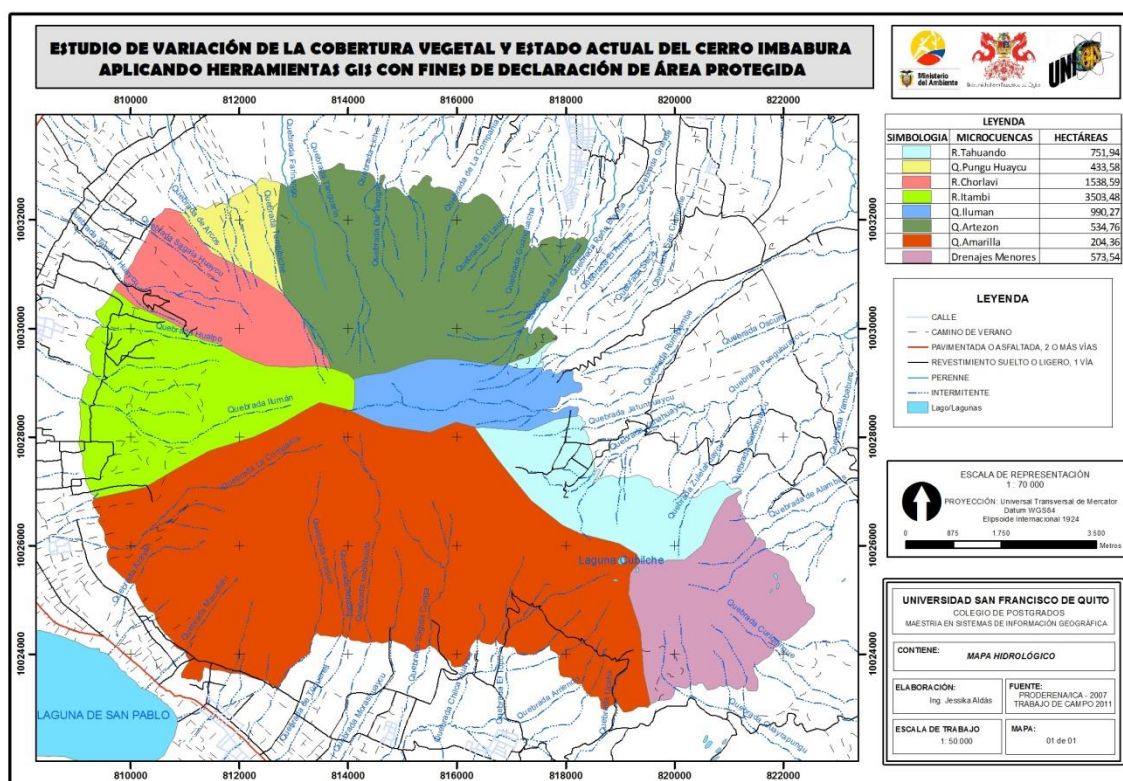
Se identifican ocho microcuencas en base al Mapa Hidrológico (Anexo 9), la red de drenaje presenta un carácter regular, por lo que la mayor parte de las características ambientales son comunes en las microcuencas.

En el cuadro 8 se indican las microcuencas existentes en el área de estudio y la superficie en hectáreas.

**Cuadro 8.** Microcuencas área de estudio

<b>NRO.</b>	<b>MICROCUENCAS</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>SUPERFICIE (%)</b>
1	Río Tahuando	751,94	8,81
2	Quebrada Pungu Huaycu	433,58	5,08
3	Río Chorlavi	1538,59	18,04
4	Río Itambi	3503,48	41,07
5	Quebrada Iluman	990,27	11,61
6	Quebrada Artezon	534,76	6,27
7	Quebrada Amarilla	204,36	2,40
8	Drenajes Menores	573,54	6,72

La microcuenca del Río Itambi ubicada en el cantón Otavalo es la microcuenta con mayor superficie en el área de estudio, seguida de la microcuenca del Río Chorlaví ubicada en el cantón Ibarra que representa el 18,04% del área de estudio.



#### Mapa 4. Mapa Hidrológico

Elaborado en base Mapa Hidrológico PRODERENA/ICA (2007)

#### - Usos del agua

Según ICA (2007), la distribución por habitante de los caudales disponibles en la subcuenca, de 1.000 m<sup>3</sup>/hab/año, es deficitaria en relación a la demanda, especialmente del subsector riego, y mucho más si se le compara con la media de todo el país que es del orden de los 40.000 m<sup>3</sup>/hab/año. Se puede afirmar sin lugar a dudas que existe en la subcuenca una alta presión por el aprovechamiento del recurso para todos los usos. Igual situación se presenta en los sectores que utilizan el agua que provee el área de estudio.

En cuanto a usos del agua en la subcuenca del río Ambi, el riego utiliza el 59% del agua aprovechada, el sector industrial el 35% y el 6% restante es utilizado para uso doméstico. Respecto a la administración del agua, la zona en general presenta numerosos conflictos por las concesiones entregadas, lo cual contribuye a incrementar la falta de confiabilidad y eficiencia en los sistemas de aprovechamiento y a limitar las iniciativas de desarrollo productivo.

En el cuadro 9 se presentan los caudales y aprovechamientos hídricos que se dan para uso doméstico en las microcuencas del río Ambi. Las concesiones de agua en el área de estudio se aprecian en el Mapa Hidrológico.

**Cuadro 9.** Aprovechamientos hídricos para uso doméstico en el área de estudio

MICROCUENCAS	NÚMERO DE APROVECHAMIENTOS CON USUARIOS SIN CONTABILIZAR	NÚMERO DE APROVECHAMIENTOS CON USUARIOS CONTABILIZADOS	NÚMERO DE USUARIOS CONTABILIZADOS	CAUDAL TOTAL
Quebrada Ilumán	5	2	81	0.110
Río Ambi	3	4	483	0.190
Quebrada Quitumbe	4	2	422	0.028
Quebrada San Francisco	15	3	207	0.063
Río Pichaví	4	2	251	0.019
Quebrada Pastaví	4	18	10428	0.062
Río Tejar	6	6	4030	0.158
Río Jatunyacu	10	9	2760	0.464
<b>TOTAL:</b>	<b>51</b>	<b>46</b>	<b>18662</b>	<b>1.094</b>

**Fuente:** SENAGUA (2011)

#### 4.1.9. SUELOS

Los suelos del área se encuentran principalmente sobre relieves fuertemente colinados y abruptos, en las partes más bajas los suelos se encuentran sobre relieves ondulados a fuertemente ondulados. La localización de los tipos de suelo dentro del área se presenta en el Mapa de Suelos (Anexo 10). Se identifica los tipos de suelo con la superficie respectiva en el cuadro 10.

**Cuadro 10:** Tipos de suelo en el área de estudio

N°	SUELO	GRAN GRUPO	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
1	Hv	Udic EUTRANDEPTS	2280,49	26,79
2	Hc/R	Lithic ARGUODOLLS	2023,31	23,77
3	Cm-Hv	UdicEutrandepts – Udic DURUSTOLLS	57,26	0,67
4	Sin suelo	SIN SUELO	4151,066	48,77
<b>TOTAL</b>			<b>8542,04</b>	<b>100,00</b>

- **Suelos Udic EUTRANDEPTS (Hv)**

Suelos en general de negros a muy negros, profundos, limosos con arena muy fina; saturación de bases de alrededor del 50%; densidad aparente 0,8 a 0,9; régimen de humedad údico o ústico, y de temperatura isomésico; se encuentran a diferentes altitudes dentro del área de estudio, pero principalmente entre 2800 y 3000 msnm.

Los suelos Hv ocupan grandes y medianas superficies al norte, sur, oeste y noreste del área del Taita Imbabura; cubren 2280,49 hectáreas que corresponden al 26,79% del área.

- **Suelos Lithic ARGIUOLLIS (Hc/R)**

Ocupan superficies de tamaño mediano a grande, localizadas principalmente al noreste y sureste del taita Imbabura. Cubren 2023,31 hectáreas que corresponden al 23,77% del área de estudio. Actualmente están cubiertos con vegetación de páramo, plantaciones forestales, matorral y otros; las limitaciones más importantes son heladas, frío, y exceso de humedad, por lo que es recomendable mantener con la cubierta vegetal actual.

- **Suelos Lithic ARGIUOLLIS (Cm-Hv)**

Ocupan solamente un sector mediano localizado al sureste del Taita Imbabura; cubre 57,26 hectáreas que corresponden al 0,67% de toda el área en estudio. Los suelos C, en general, se caracterizan por ser limosos o arenosos muy finos sobre ceniza dura (duripan o cangagua) a menos de un metro de profundidad; presentan horizonte argílico muy negro de 20 a 50 cm. de espesor; cangagua dura se encuentra a 60 cm. de profundidad con revestimientos muy negros y a veces micelios de carbonato; el régimen de humedad es údico o ústico y el de temperatura es isomésico; se encuentran en la vertiente alta o en lomas de pendiente muy variada de la sierra; el uso actual es, en general, de pastos.

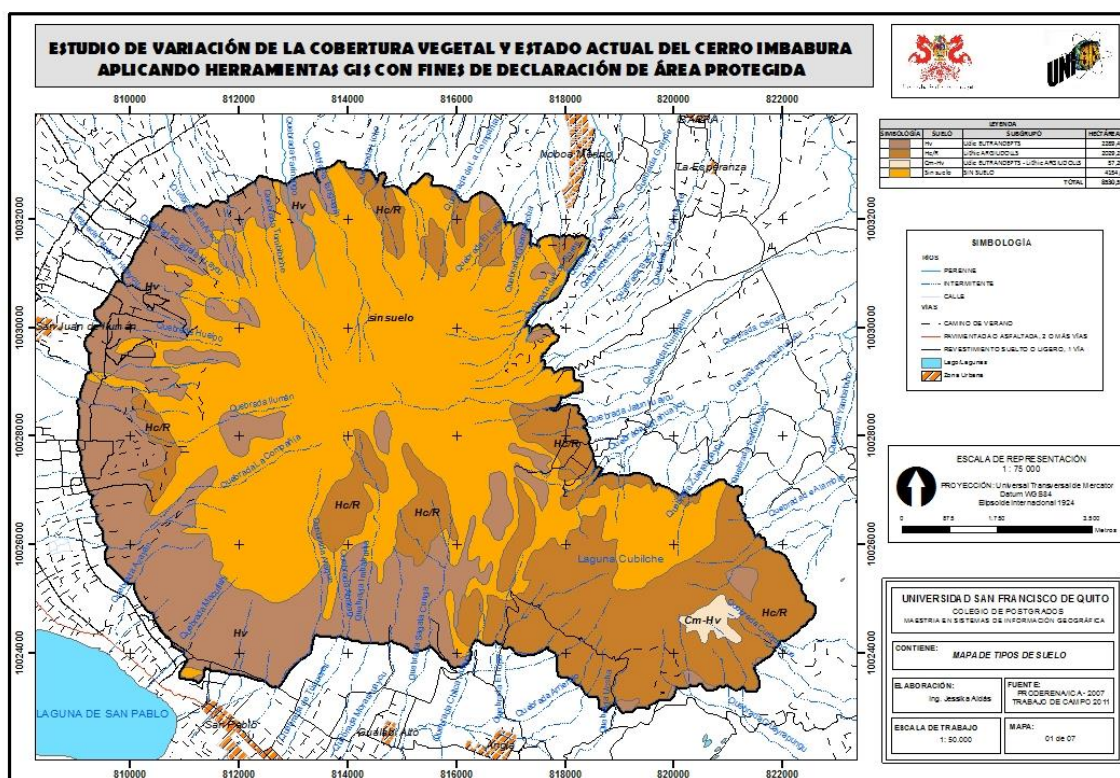
Las limitaciones más importantes se refieren a falta de agua, heladas y erosión; podrían ser adecuados para trigo y cebada en pendientes y altitudes apropiadas.



- **Suelos indiferenciados (sin suelo)**

Las áreas en las que no se ha desarrollado suelo ocupan 4151,06 hectáreas que corresponden al 48,77% del área de estudio. Estos suelos ocupan un gran sector intercalado por pequeñas superficies de otros tipos de suelos; las pendientes son de de fuertes a abruptas; las limitaciones son de suelo, pendientes y humedad, por lo que su uso es sumamente limitado.

Se puede decir que en el área del Taita Imbabura, aproximadamente el 20% de los suelos pueden ser cultivados pero con medidas estrictas de conservación de suelos y aguas, un 75% mantenido con la cobertura vegetal actual y un 15% requiere de reforestación o enriquecimiento de la vegetación actual.



**Mapa 5.** Mapa de Tipos de Suelo del área de estudio

#### 4.1.10 USO POTENCIAL DEL SUELO

Según el mapa de Uso Potencial del Suelo (Anexo 11), editado con la base de datos del SIGRENA y SIGAGRO, se ha determinado que el área de estudio tiene tres clases agroecológicas, que se indican en el cuadro 11.

**Cuadro 11:** Clases Agrológicas

Nro.	USO POTENCIAL	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
1	V	57,26	0,67
2	VII	2029,21	23,79
3	VIII	6444,06	75,54
<b>TOTAL</b>		8530,53	100,00

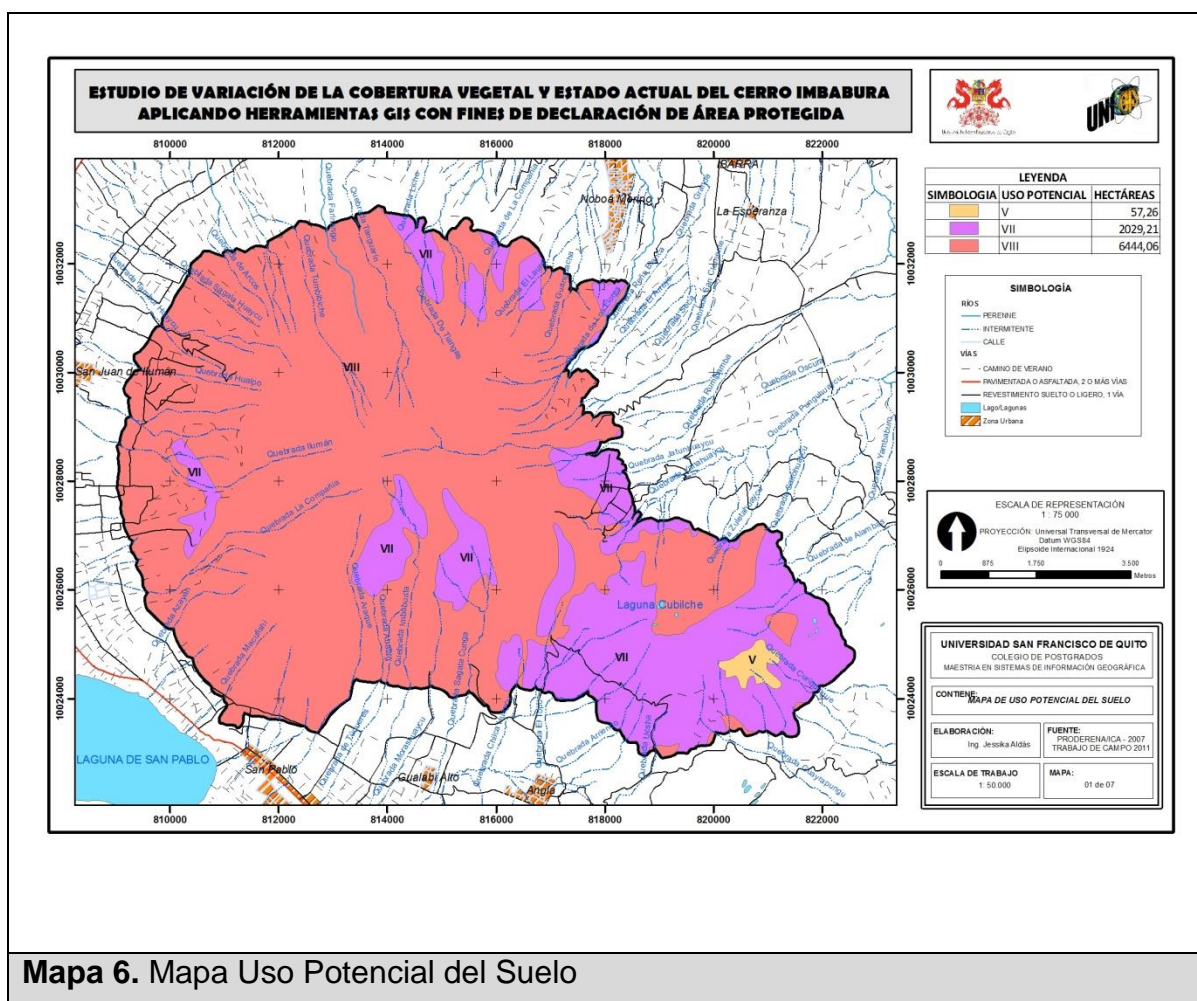
\* Fuente: Mapa de Tipos Climas

**CLASE V:** Cubre un área de 57, 26 ha que corresponde al 0,67 % de la superficie total del área de estudio, en esta clase se encuentran los suelos que son adecuados para soportar vegetación permanente, no son apropiados para cultivo y las limitaciones que poseen restringen su uso a pastos, masas forestales y mantenimiento de la fauna silvestre. No permiten el cultivo por su carácter encharcado, pedregoso o por otras causas. El pastoreo debe ser regulado para evitar la destrucción de la cubierta vegetal. En el área de estudio esta clase se localiza en el Sureste.

**CLASE VII:** Tiene un área de 2029,21 ha que corresponde al 23,79 % de la superficie total del área de estudio, distribuida en el Sureste mayormente. Estos suelos se hallan sujetos a limitaciones permanentes y severas cuando se

emplean para pastos o silvicultura. Son suelos con pendientes, erosionados, accidentados, someros, áridos o inundados.

**CLASE VIII:** Ocupa un área de 6444,06 ha que corresponde al 75,54% de la superficie total del área de estudio y se distribuye en el Norte, Sur y Oeste en su mayoría. Los suelos de esta clase no son aptos ni para silvicultura ni pastos. Deben emplearse para uso de la fauna silvestre, para esparcimiento o para usos hidrológicos.



#### 4.1.11 COBERTURA VEGETAL Y USO ACTUAL DEL SUELO

Entre la cobertura vegetal natural se encuentran:

- **Bosques naturales** que se ubican principalmente sobre los 4000 msnm. y en los taludes de los drenajes naturales.
- **Matorrales** que se encuentran principalmente entre los 2800 y los 3200 msnm, formando una faja conocida como Ceja de Montaña. Algunas veces asociada con vegetación de páramo, bosque, pasto natural e inclusive cultivos como cebada y papa.
- **Páramo** caracterizado por el pajonal (*Stipaichu*), sujeto a pastoreo y quemas durante junio a agosto. En los páramos de la parte alta hay pajonales (*Stipa*, *calamagrostis* y *festuca* en asociación con el romerillo (*Hypericum laricifolium*), *chuquiragua* (*chuquiragua insignis*), *valeriana* (*valeriana sp.*); además existen pastos naturales, gramíneas, plantas espinosas y más vegetación xerofítica.
- **Pasto natural que** se encuentran principalmente entre los 2900 y los 3200 msnm. en el área de estudio.

Entre los tipos de uso del suelo se encuentran:

- **Cultivos:** como maíz y fréjol, asociado con quinua, chocho, haba y otros como cebada, trigo, lenteja, papa, haba, fréjol, se encuentran presentes; cabe señalar, que en algunos casos, se observan procesos de erosión asociados al cultivo de cereales. Se encuentran de manera discontinua entre los 2800 y los 3300 msnm.
- **Pastos cultivados:** que se localizan como parches entre los 2800 y los 3400 msnm.

- **Plantaciones forestales:** principalmente de eucalipto y pino. Las de eucalipto se encuentran principalmente al sur del área entre los 2800 y los 3400 msnm, mientras que las plantaciones de pino se encuentran principalmente al sureste, noroeste y norte del área de estudio.

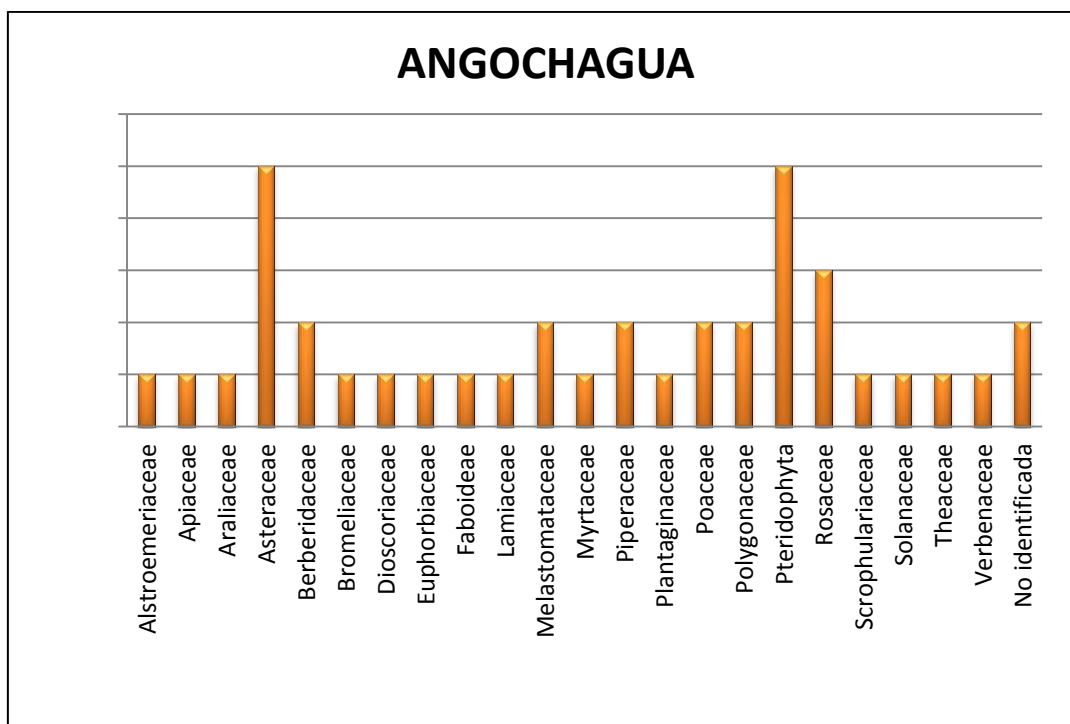
## 4.2 COMPONENTE BIÓTICO

En el área de estudio se levantó información sobre la flora y fauna mediante la Evaluación Ecológica Rápida (EER) en las parroquias de Angochagua y la Esperanza de cual se obtuvo los siguientes resultados.

### 4.2.1. FLORA

#### 4.2.1.1. Diversidad Florística

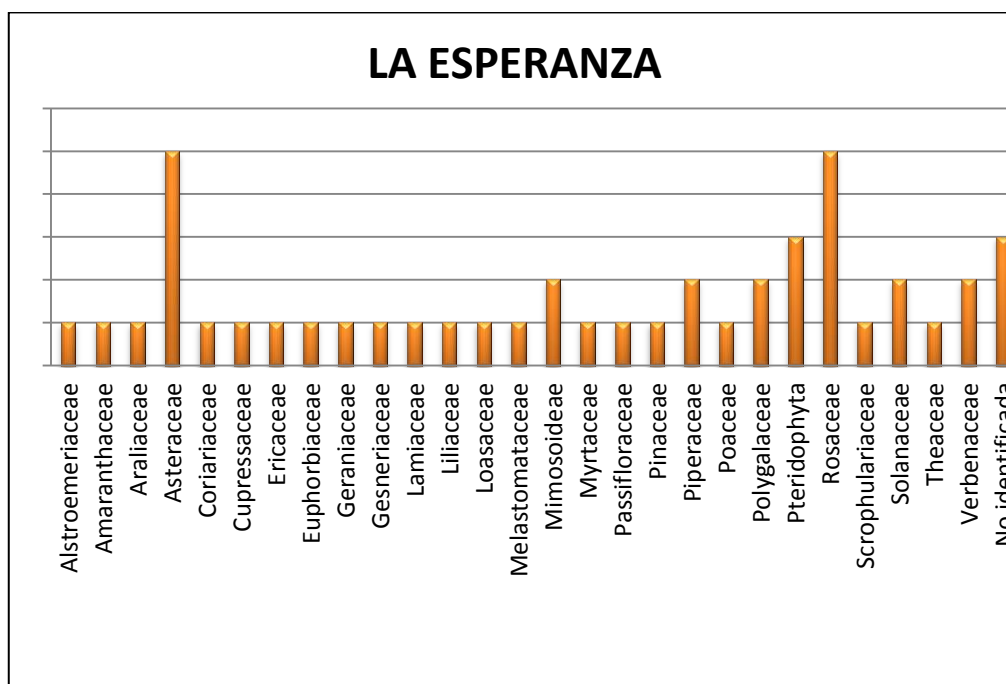
En el sector de Angochagua se registraron 39 especies de plantas, de las cuales se llegaron a identificar 22 familias con 37 especies distintas y dos especies que no fueron identificadas que pertenecen al grupo de las lianas (Ver Anexo 9). En este sitio predomina la vegetación arbustiva y herbácea, y que de acuerdo al inventario florístico se encontró que tres familias de plantas son las más predominantes por el número de especies que presentan (Ver Figura 2), Asteráceas y Pteridophyta como las más representativas con cinco especies cada una y le sigue en importancia la familia Rosácea con tres especies. Entre las Asteraceae arbustivas encontramos: la *chilca* *Baccharis polyantha*, Hierba de zorro *Ambrosia arborescens*, y entre las especies herbáceas *Gnaphalium elegans*, niachag *Bidens andicola*, y la achicoria *Warneria nubigena*. Entre las Pteridophyta se destacan: *Blechnum sp.*, *Elaphoglossum sp.*, *Ptelypteris sp.*, *Adiantum sp.*, y *Asplenium sp.* Entre las Rosácea arbustivas se destacan: piojito *Margyrycarpus sp.*, mora silvestre *Robus roseus*, y entre las especies herbáceas tenemos a la orejuela *Lachemilla orbiculata*.



**Figura 3:** Familias por el número de especies Angochagua del cantón Ibarra

En el sitio denominado El Abra en la parroquia de La Esperanza, se registraron 45 especies de plantas, de las cuales, tres no fueron identificadas y corresponden a los estratos de arbustos, hierbas y lianas respectivamente, por consiguiente se llegaron a determinar 27 familias con 42 especies distintas (Ver Anexo 9). En este sector predomina la vegetación arbustiva y herbácea, siendo las familias más representativas de acuerdo al número de especies que presentan (Ver Figura 3) las siguientes: Asteraceae y Rosaceae con cinco especies cada una y le sigue en importancia la familia Pteridophyta con tres especies. Entre las Asteraceae arbustivas encontramos: la chilca *Baccharis polyantha*, y *Gynoxyshallii*; en el estrato de hierbas se ubican: *Gnafalium spicatum* y el diente de león *Taraxacum densleonis*; en el estrato de las lianas se encuentra la especie *Tagetes* sp. Entre las Rosaceae arbustivas se destacan: piojito *Margyrycarpus* sp., mora silvestre

*Robu sroseus* y mora blanca *Robusniveus*; en el estrato de las hierbas se tiene la orejuela *Lachemilla orbiculata*. En la familia de las Pteridophyta se encuentran: *Blechnum* sp., *Niphidium* sp., y *Ptelypteris* sp.

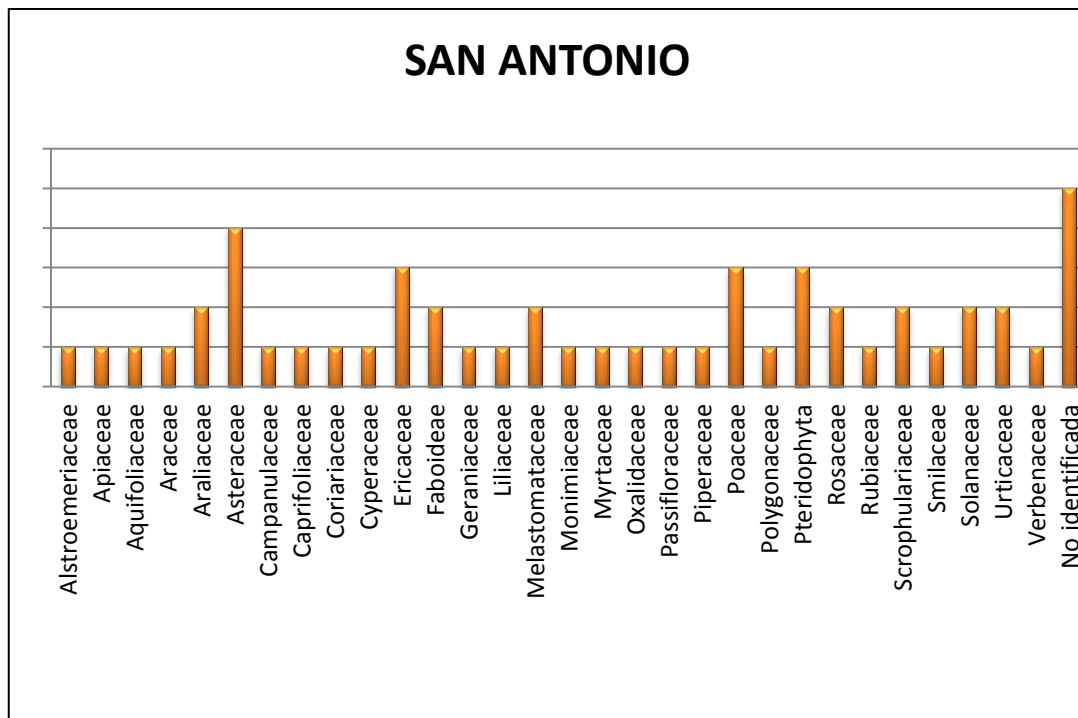


**Figura 4:** Familias de acuerdo al número de especies

En el sector de Tanguarín, parroquia San Antonio, se registraron 51 especies de plantas, de las cuales, cinco individuos no fueron identificados y corresponden a los estratos de arbustos y hierbas respectivamente. Se determinaron 30 familias con 46 especies distintas (Ver Anexo 9) donde predomina la vegetación arbustiva y herbácea, siendo las familias más representativas, de acuerdo al número de especies que presentan (Ver Figura 4) las siguientes: Asteraceae con cuatro especies y le sigue en importancia las familias Ericaceae, Poaceae y Pteridophyta con tres especies cada una. Entre las Asteraceae arbustivas encontramos: la chilca *Baccharis polyantha*, *Liabumignia rummy* *Bardanesia* sp.; y en el estrato de



hierbas: *Gnaphalium* sp. Entre las Ericaceae arbustivas se destacan: *Cavendishabracteata*, *Macleania floribunda* y *Pernetia* sp. En la familia de las Poaceae arbustivas tenemos al suro *Chuusqueascandens*, y en el estrato de las herbáceas se encuentran: *Bromus* sp y *Poa* sp. En la familia de las Pteridophyta se encuentran: *Blechnum* sp., *Polypodium calaguala* y *Ptelypteris* sp.



**Figura 5:** Familias de acuerdo al número de especies

#### 4.2.2. FAUNA

Debido a la complejidad de este estudio se tomó como referencia estudios anteriormente realizados, de los cuales la metodología en su mayoría fue a través de técnicas de monitoreo a través de observación directa e indirecta en el campo.

Se aplicó la metodología de “búsqueda generalizada” en los cuales se señala no solamente los animales que se observaron, sino también la cantidad.

La fauna silvestre ha sido amenazada en un índice muy elevado, se puede señalar especies representativas como el oso de anteojos (*Tremactosornatus*), conejo de páramo (*Sylvilagusbrasiliensis*), venado (*Odocoileusvirginianus*).

En el cantón Ibarra particularmente en los páramos que se encuentran en la parroquia de Angochahua, La Esperanza y San Antonio existen zonas para cultivo que a su vez son aprovechadas para el pastoreo de ganado caballar , ovino y vacuno, que son de raza criolla

En lo que se refiere a la avifauna se encuentran especies sobresalientes, cóndor (*Vulturgryphus*), colibrí (*Chalcostigma* sp.), también existen golondrinas (*Turdusfuscater*), pájaro brujo (*Pyrocephalusrubinus*), quílco (*Falco sparverius*), gorrión (*Zonotrichiacapensis*), gallinazo (*Coragypsartratus*).

Por otro lado se puede señalar a la herpetofauna sobresaliendo la lagartija de jardín (*Pholidobolusmontium*), rana marsupial (*Gastrothecariobambae*).

Cuadro 13. Aves Identificadas

AVES REGISTRADAS			
No	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO
1	PASSERIFORMES	Emberazidae	<i>Zonotricha capensis</i>
2	APODIFORMES	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>
3	PASSERIFORMES	Fringillidae	<i>Carduelis magellanica</i>
4	PASSERIFORMES	Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>
5	COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Columba fasciata</i>
6	COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>
7	PASSERIFORMES	Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysogaster</i>
8	PELECANIFORMES	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>
9	PASSERIFORMES	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>
10	FALCONIFORMES	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>
11	APODIFORMES	Trochilidae	<i>Colibrí corunscans</i>
13	PASSERIFORMES	Thraupidae	<i>Buthraupis eximia</i>
14	APODIFORMES	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>
20	PASSERIFORMES	Thraupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>
21	ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>
22	ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	<i>Buteo poecilochrous</i>
23	ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>

Dentro del área de estudio se puede encontrar las siguientes familias de mamíferos:

**Cuadro 14.** Mamíferos registrados

<b>MAMÍFEROS REGISTRADOS</b>			
<b>No</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>
1	Lepodidae	<i>Silvilagus brasiliensies</i>	Conejo de monte
2	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Lobo de páramo
3	Didelphidae	<i>Didelphis marsupiales</i>	Raposa
4	Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	Raposa blanca
8	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Chucuri
13	Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratoncillo

El área de estudio presenta gran cantidad de Biotas y riqueza ancestral que requieren de cuidado, protección y un manejo especial para su conservación y disfrute de las futuras generaciones.

#### **4.2.3 ZONAS DE VIDA**

Para definir las zonas de vida o formaciones ecológicas se utilizó el sistema de clasificación propuesto por Leslie Holdridge (1979), que relaciona la climatología con la vegetación, en especial considera la humedad, la biotemperatura y la precipitación con las formaciones vegetales que se desarrollan con estos

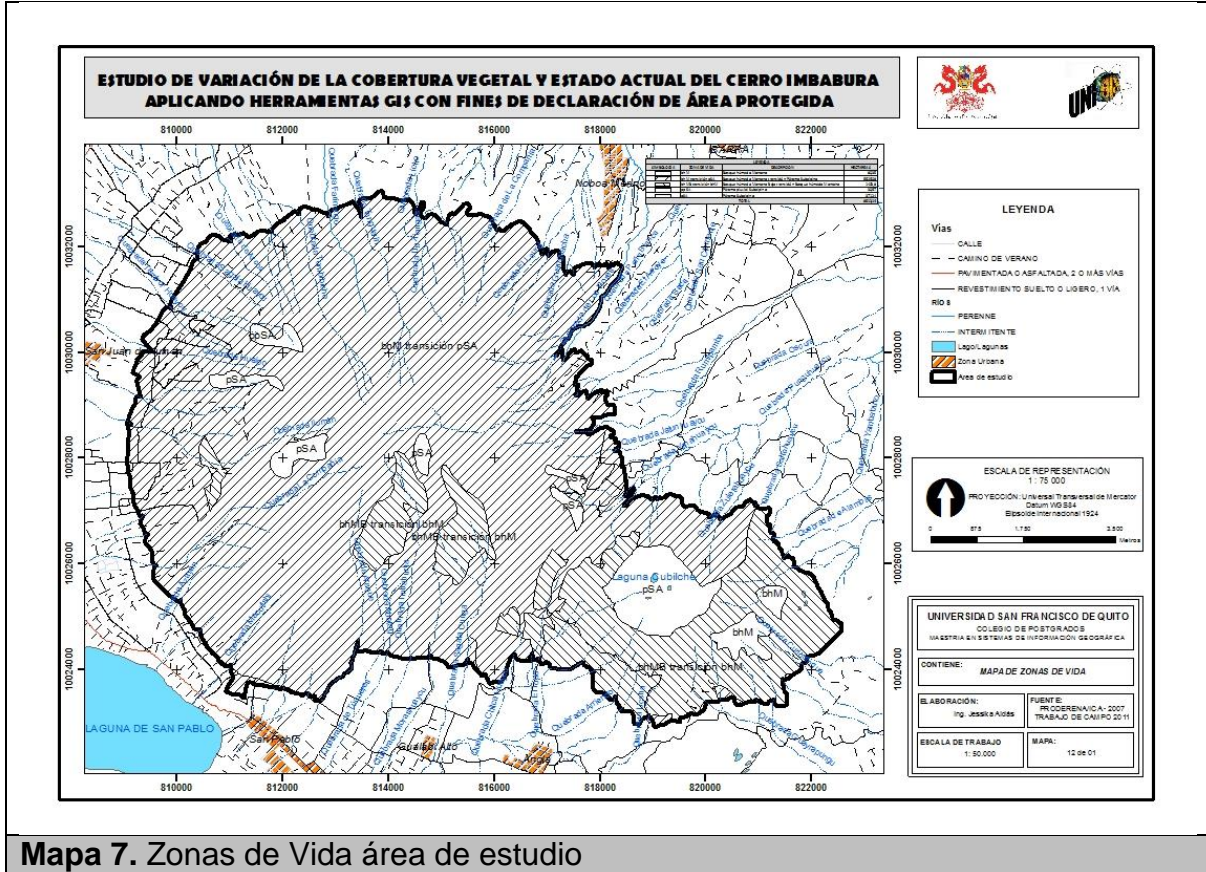
parámetros y con los factores físicos y edáficos, permitiendo así una comparación a escala mundial.<sup>6</sup>

El mapa de Zonas de Vida (Anexo 12) indica las tres zonas de vida: bosque húmedo Montano con 80,35 hectáreas, páramo pluvial Subalpino con una superficie de 30,67 hectáreas y páramo Subalpino con 371,24 hectáreas; además dos transiciones que son: bosque húmedo Montano transición páramo Subalpino con una superficie de 6626,08 hectáreas siendo la más grande en el área y la transición bosque húmedo Montano Bajo/ bosque húmedo Montano con 1403,08 hectáreas. En el cuadro 15 se indica las zonas de vida y su respectiva superficie.

**Cuadro 15.** Zonas de vida área de estudio

<b>NRO.</b>	<b>ZONA DE VIDA</b>	<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>SUPERFICIE (%)</b>
1	bosque húmedo Montano	bhM	80,35	0,94
2	bosque húmedo Montano/ páramo Subalpino	bhM/ppSA	6626,08	77,84
3	bosque húmedo Montano Bajo / bosque húmedo Montano	bhMB/bhM	1403,8	16,49
4	páramo pluvial Subalpino	ppSA	30,67	0,36
5	Páramo Subalpino	Psa	371,24	4,36
<b>TOTAL</b>			<b>8512,14</b>	<b>100</b>

<sup>6</sup> HOLDRIDGE, L. Ecología Basada en Zonas de Vida. Editorial IICA. Costa Rica. 1979.



### **4.3 COMPONENTE SOCIO - ECONÓMICO**

El estudio socio económico en el Taita Imbabura hace referencia especialmente a la población que se encuentra dentro de la posible área de conservación, se realizó mediante: la revisión de la bibliografía entregada por MAE/GESOREN; la elaboración de tablas y análisis de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2011 INEC; la aplicación de una encuesta socio/económica/cultural en las familias/casas ubicadas de Angochagua, La Esperanza, San Francisco de Natabuela, San Pablo, para respaldar cualitativamente los datos encontrados en la bibliografía entregada como en el Censo 2011; se realizaron 2 entrevistas a profundidad, una a la Promotora Social del INFA Proyecto Creciendo con Nuestros Hijos, quien trabaja con las familias de las zonas altas de las parroquias de la Esperanza y Angochagua; otra a una líder comunitaria de San Francisco de Natabuela encargada de un proyecto turístico hacia el Imbabura con apoyo del Municipio de Antonio Ante.

#### **4.3.1. DEMOGRAFÍA**

El Taita Imbabura forma parte de los cantones Ibarra, Otavalo y Antonio Ante; y en sus faldas se genera una especie de franja habitada por pobladores de varias parroquias y sus comunidades. Históricamente han ocurrido deslizamientos importantes dado lo escarpado de sus flancos que han alcanzado el pie del cono, lo que ha ocasionado que la demografía en algunos sitios se vaya desarrollando en torno al volcán y su geomorfología.

La provincia de Imbabura tiene, según el Censo de Población y Vivienda 2011, 398.244 habitantes, registrando una mayor concentración en áreas urbanas

209.780 habitantes y en el área rural de 188.464. La población según sexo es, mujeres con 204.580 y hombres con 193.664 personas. Dentro de los cantones que conforman la franja poblada que circunda al Taita Imbabura encontramos a los cantones de Ibarra con una población de 181.175 habitantes, Otavalo con 104.874 y Antonio Ante con 43.518 habitantes.

**Cuadro 16.** Población según sexo cantones del área de estudio

CANTÓN	SEXO	ÁREA URBANA O RURAL		TOTAL
		ÁREA URBANA	ÁREA RURAL	
IBARRA	HOMBRE	63,349	24,437	87,786
	MUJER	68,507	24,882	93,389
OTAVALO	HOMBRE	18,821	31,625	50,446
	MUJER	20,533	33,895	54,428
ANTONIO ANTE	HOMBRE	10,216	10,853	21,069
	MUJER	11,070	11,379	22,449
<b>TOTAL</b>		192,496	137,071	329,567

Fuente: Censo de Población y Vivienda (2011) INEC.



De los cantones en mención las parroquias y comunidades que se encuentran sobre la cota de los 2800msnm desde donde comprendería el área de conservación se indican en los cuadros 17, 18 y 19 de cada cantón respectivamente.

**Cuadro 17.** Población parroquias y comunidades cantón Ibarra

<b>CANTÓN IBARRA</b>		
<b>PARROQUIAS</b>	<b>COMUNIDADES</b>	<b>POBLACIÓN</b>
SAN ANTONIO	Los Óvalos Altos	17.522
IBARRA	Turupamba, San Cristóbal	139.721
LA ESPERANZA	Naranjito, San Clemente, Chirihuasi, Paniquindra, El Abra	7.363
ANGOCHAGUA	Sigsiloma, La Cocha, Zuleta	3.263
<b>TOTAL</b>		<b>167.869</b>

\* Fuente: INEC Censo de Población y Vivienda (2011)

En el cantón Otavalo las parroquias y comunidades que se encuentran dentro del área de estudio son las siguientes:

**Cuadro 18.** Población parroquias y comunidades cantón Otavalo

<b>CANTÓN OTAVALO</b>		
<b>PARROQUIAS</b>	<b>COMUNIDADES</b>	<b>POBLACIÓN</b>
OTAVALO	La Compañía, Camuendo	52.753
SAN PABLO	Ugsha, Cubliche, El Topo, Imbaburita, Imbabura	9.901
SAN MIGUEL EGAS CABEZAS	Agato	4.883
SAN JUAN DE ILUMAN	Iluman	8.584
<b>TOTAL</b>		<b>76.121</b>

Fuente: INEC Censo de Población y Vivienda (2011).

En el cantón Antonio Ante se encuentran dos parroquias dentro del área del estudio y se indica a continuación:

**Cuadro 19.** Población parroquias y comunidades cantón Antonio Ante

<b>CANTÓN ANTONIO ANTE</b>		
<b>PARROQUIAS</b>	<b>COMUNIDADES</b>	<b>POBLACIÓN</b>
SAN ROQUE	Agualongo	10.142
SAN FRANCISCO DE NATABUELA	Santa Isabel	5.651
<b>TOTAL</b>		<b>15.793</b>

Fuente: INEC Censo de Población y Vivienda (2011).

Las familias poseen en promedio 1 hectárea de terreno y este es usado mayoritariamente para la cosecha con autoconsumo, las viviendas en su mayoría son propias y poseen luz eléctrica, pero no disponen de alcantarillado, ni agua potable. El patrón común de tipo de vivienda es de hormigón.

### **4.3.2. SERVICIOS BÁSICOS**

Dentro del tema de servicios básicos toda la población ubicada bajo la cota de los 2800 msnm., cuenta con servicio de alcantarillado, agua de la red pública y no teléfono. El servicio de luz eléctrica este, está cubierto en la totalidad de las parroquias.

En la mayoría de parroquias el baño es de uso exclusivo de ese hogar, no obstante existen parroquias también donde el baño es compartido con más hogares o como dato 2.865 hogares que no cuentan con baño. No obstante en relación con instalaciones o ducha para baño, este aumenta en más de tres veces a 9.904 hogares que no poseen este servicio. Por otro lado sólo 27.969 hogares de 103.009 hogares en Imbabura poseen teléfono.

### **4.3.3 COSMOVISIÓN DE LAS COMUNIDADES**

En base al estudio de CEPCU(1999), una característica de los indígenas es su relación con el medio natural, especialmente con las montañas, el agua, los árboles, respecto de quienes se conservaba un cúmulo de significados que inspiraron cuentos, mitos y leyendas, ritos y fiestas alrededor de los cuales ha sido posible la cohesión, autoidentificación y resistencia étnico cultural.

El principio de oposición complementaria determina las relaciones entre los hombres y de éstos con el espacio y las deidades. Desde las concepciones indígenas, las montañas son consideradas como entes que tienen nombre propio, vida, sexo, edad y jerarquía, los mismos se casan, se aman y se odian, se comunican y visitan. La infidelidad entre ellos provoca erupciones, los

relámpagos son las cartas que se remiten. Las mujeres que pastorean o duermen en las faldas de los cerros machos, quedan embarazadas, dando luz a niños albinos, las personas que duermen en sus laderas se enferman y tienen que recurrir a los Yachacs para curarse.

Los cerros, en nuestro caso el Taita Imbabura es el protector de los indios, de él dependen las buenas cosechas y el buen tiempo. En época de sequía o cuando demoran las lluvias, las comunidades realizan rituales en el cerro o lomas cercanas a cada comunidad, se realiza el Huaccha Caray (regalo de los pobres) que consiste en recoger alimentos preparados por las familias que participan, las mismas que son bendecidas por el Yachac o maestro mayor, para luego de una ceremonia ser compartirla entre todos. El rito central consiste en reunir a niñas y niños de la comunidad siendo ubicados a la izquierda y derecha del maestro respectivamente para luego iniciar una rogativa en la que nombrando a Dios y a Taita Imbabura se pide agua. Otros rituales en casos de sequía o de invierno prolongado, consisten en hacer ofrendas consistentes en comida, animales, velas encendidas.

Por otro lado, se conservan visiones relacionadas con el principio dual del mundo y la naturaleza que se expresan en la creencia de que los días y los meses los hay positivos y negativos. Por ejemplo, los meses de marzo y noviembre son meses estériles, lo mismo que los días lunes y jueves. De ahí que esos meses y días son propicios para visitar a los muertos, nunca para sembrar o castrar animales. De acuerdo a estas creencias y los atributos que el indígena ve en los elementos de la naturaleza se organiza el trabajo y la vida, el espacio. La luna

indica el momento de la siembra, el corte de los árboles, el castramiento de los animales.

De esta manera una de las visiones importantes que la gente le da, es de un Taita Imbabura proveedor de agua, no obstante las tradiciones se mantienen pero ahora también la mayoría de gente interpreta sus realidades de una manera relacional, es decir si yo cuido al Imbabura, este me proveerá sino no lo cuido, no lo hará. *“Hay que cuidar porque si se quema se va el agua” don Gregorio Colta, 66 años Yachac, Comunidad El Topo.*

#### 4.4 ESTUDIO DE VARIACIÓN COBERTURA VEGETAL

Este análisis se llevó a cabo por comparación entre los distintos rasgos analizados, interpretados, clasificados y mapeados sobre imágenes satelitales LANDSAT 1991, 1999 y ASTER 2007. De esta manera una primera comparación fue desarrollada a nivel analítico-interpretativo a partir de los rasgos objeto de estudio, mientras que la segunda comparación se ejecutó a nivel de los datos numéricos generados en la fase de clasificación digital y en la etapa de SIG a partir de las coberturas temáticas digitales.

En base al trabajo de campo se establecieron 8 clases de uso de suelo que se indican a continuación:

- **Áreas Agropecuarias:** Se refiere a las áreas intervenidas con presencia de cultivos o actividades agropecuarias.
- **Bosque:** Corresponde a vegetación natural constituida predominantemente por árboles.
- **Bosque plantado:** Corresponde a vegetación plantada constituida predominantemente por árboles.
- **Cuerpo de agua:** Se consideran a lagos, lagunas.
- **Pajonal:** Cobertura vegetal donde predomina la paja, conocido también como páramo.
- **Pajonal en regeneración:** Corresponde al pajonal que ha sido afectado por incendios o que se encuentra en regeneración natural

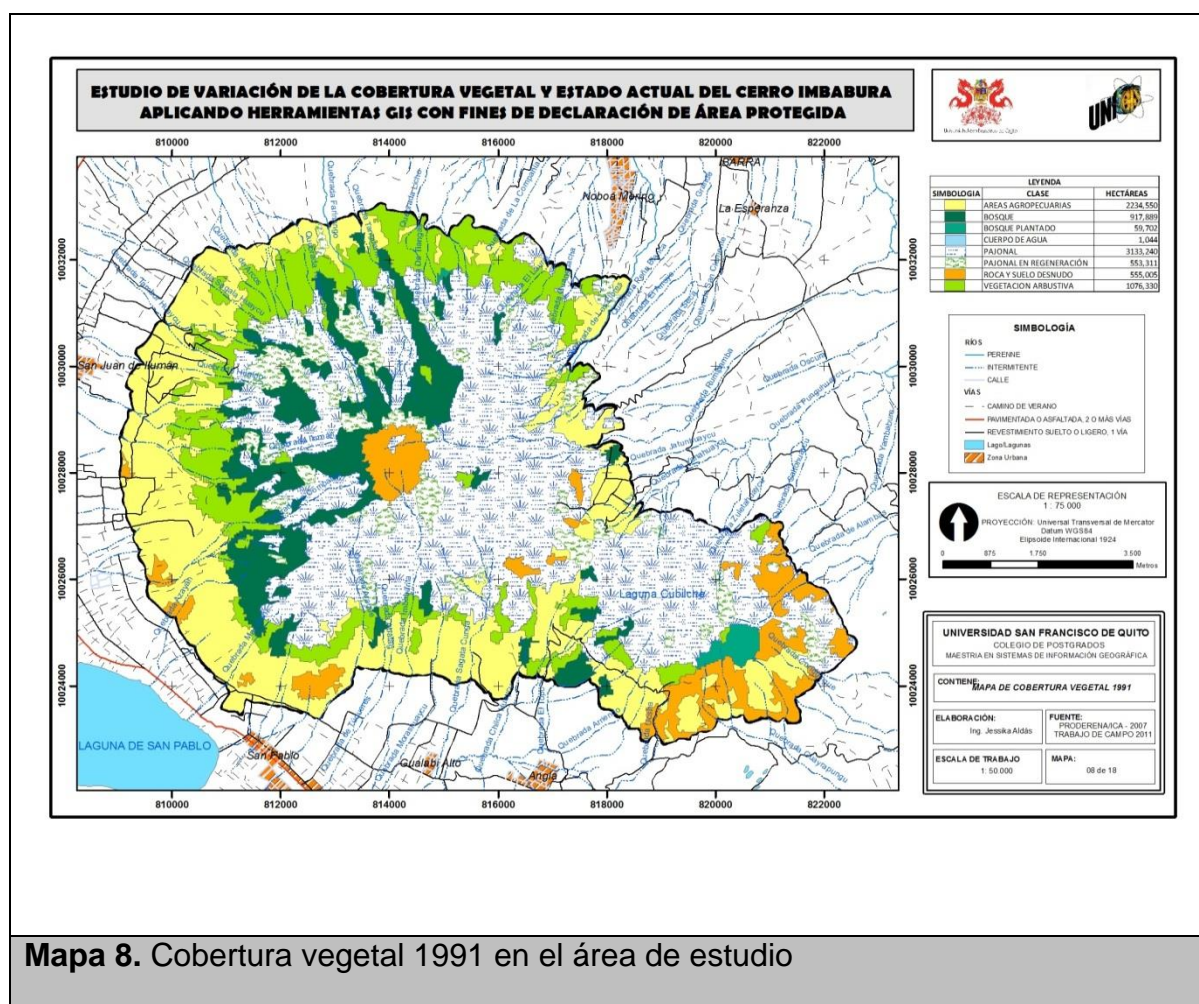
- **Roca y suelo desnudo:** Al ser el área de estudio un volcán, se puede encontrar roca en su cima, además dentro de esta clase se considera a suelo desnudo que puede estar siendo afectado por procesos erosivos.
- **Vegetación arbustiva:** Cobertura vegetal constituida principalmente por matorral y arbusto.

#### **4.4.1 COBERTURA VEGETAL 1991**

El primer estudio de cobertura vegetal se realizó empleando la imagen satelital Landsat 1991, la clase con mayor número superficie es Pajonal con 3133,240 hectáreas y corresponde al 36,76%, las áreas agropecuarias tienen el 26,19% con una superficie de 2234,550 hectáreas, la vegetación arbustiva con 1076,330 hectáreas que representa el 12,62%, el bosque corresponde al 10,76% con una superficie de 917,889 hectáreas, las clases de bosque plantado, cuerpo de agua, pajonal en regeneración, roca y suelo desnudo tienen valores inferiores al 10%; en el cuadro se indica el resumen de los resultados obtenidos.

**Cuadro 20.** Superficie de las Clases de Uso de Suelo en el área de estudio

NRO.	CLASE	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
1	AREAS AGROPECUARIAS	2234,550	26,19
2	BOSQUE	917,889	10,76
3	BOSQUE PLANTADO	59,702	0,70
4	CUERPO DE AGUA	1,044	0,01
5	PAJONAL	3133,240	36,73
6	PAJONAL EN REGENERACIÓN	553,311	6,49
7	ROCA Y SUELO DESNUDO	555,005	6,51
8	VEGETACION ARBUSTIVA	1076,330	12,62

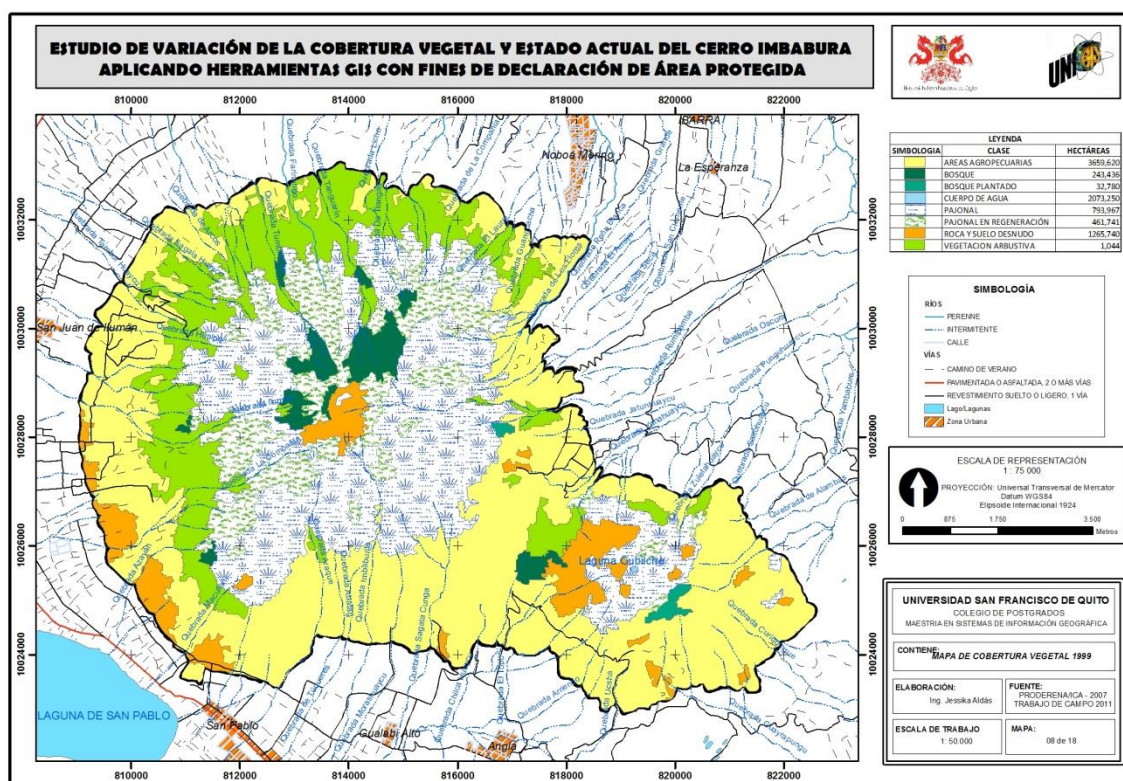
**Mapa 8.** Cobertura vegetal 1991 en el área de estudio**4.4.2 COBERTURA VEGETAL 1999**



El segundo estudio de cobertura vegetal se realizó empleando la imagen satelital Landsat 1999, para este año la clase con mayor superficie son las áreas agropecuarias con 3659,620 hectáreas que corresponde al 42,89%, el pajonal representa el 24,30% con una superficie de 2073,250 hectáreas, la vegetación arbustiva corresponde al 14,84% con una superficie de 1265,740 hectáreas, las siguientes clases, bosque, bosque plantado, cuerpo de agua, pajonal en regeneración, roca y suelo desnudo no superar el 10%.

**Cuadro 21.** Superficie de las Clases de Uso de Suelo en el área de estudio

<b>NRO.</b>	<b>CLASE</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>SUPERFICIE (%)</b>
1	AREAS AGROPECUARIAS	3659,620	42,89
2	BOSQUE	243,436	2,85
3	BOSQUE PLANTADO	32,780	0,38
4	CUERPO DE AGUA	1,044	0,01
5	PAJONAL	2073,250	24,30
6	PAJONAL EN REGENERACIÓN	793,967	9,31
7	ROCA Y SUELO DESNUDO	461,741	5,41
8	VEGETACION ARBUSTIVA	1265,740	14,84



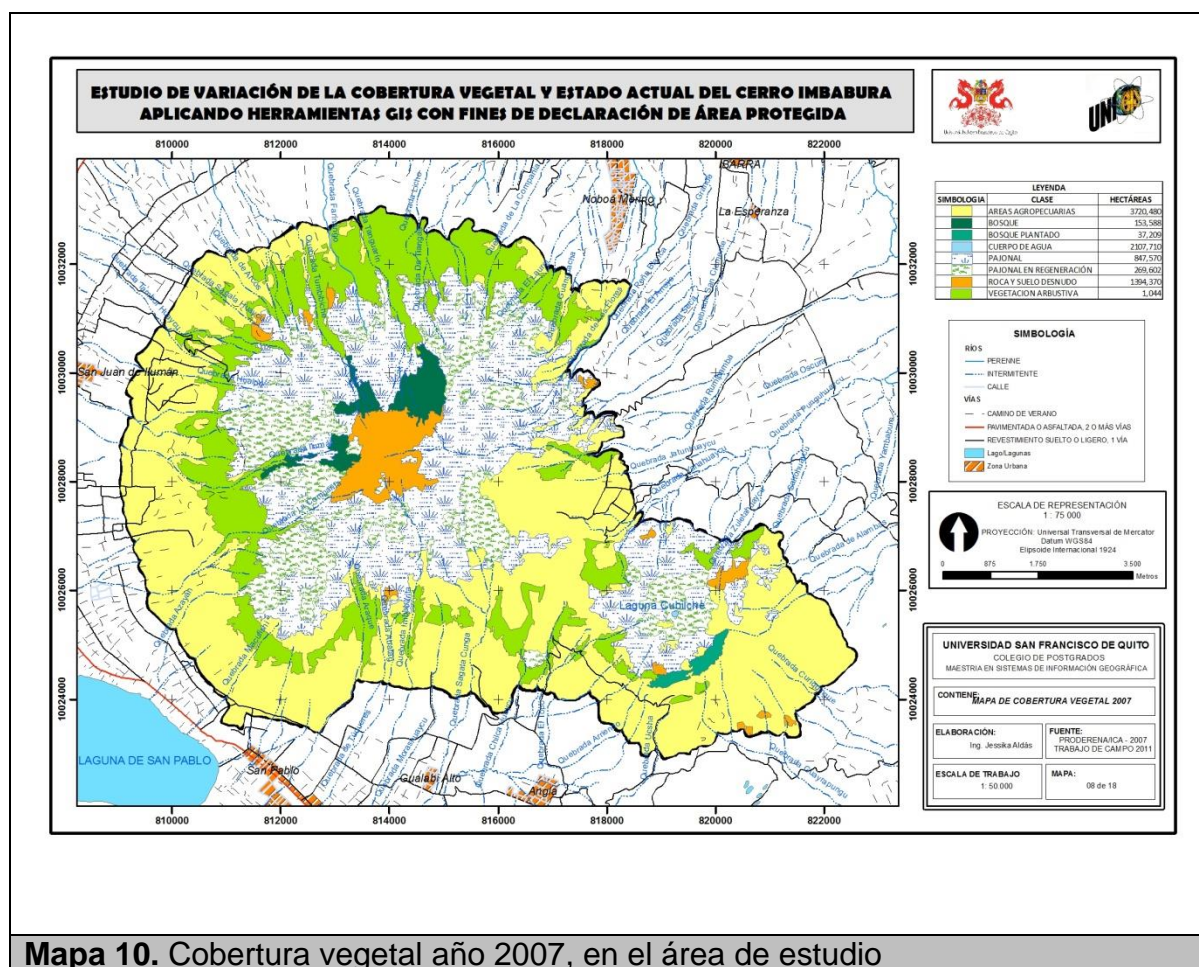
**Mapa 9.** Cobertura vegetal 1999 en el área de estudio

#### 4.4.3 COBERTURA VEGETAL 2007

El tercer estudio de cobertura vegetal se realizó mediante la imagen satelital ASTER 2007, obteniendo los siguientes resultados: las áreas agropecuarias representan el 43,61% del área de estudio con 3720,480 hectáreas, la vegetación arbustiva con 2107,710 hectáreas representa el 24,70%, la roca y suelo desnudo el 16,34% con una superficie de 16,34%, las clases bosque, bosque plantado, cuerpo de agua, pajonal, pajonal en regeneración cada una tiene un porcentaje menor a 10%.

**Cuadro 22.** Superficie de las Clases de Uso de Suelo en el área de estudio

NRO.	CLASE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
1	AREAS AGROPECUARIAS	3720,480	43,61
2	BOSQUE	153,588	1,80
3	BOSQUE PLANTADO	37,209	0,44
4	CUERPO DE AGUA	1,044	0,01
5	PAJONAL	847,570	9,93
6	PAJONAL EN REGENERACIÓN	269,602	3,16
7	ROCA Y SUELO DESNUDO	1394,370	16,34
8	VEGETACION ARBUSTIVA	2107,710	24,70



#### **4.4.4 ANÁLISIS MULTITEMPORAL**

- **PRIMER PERIODO 1991 - 1999**

Este análisis se llevó a cabo por comparación entre los distintos rasgos analizados, interpretados, clasificados y mapeados sobre las imágenes satelitales

De esta manera una primera comparación fue desarrollada a nivel analítico-interpretativo a partir de los rasgos, objeto de estudio sobre las imágenes satelitales, mientras que la segunda comparación se ejecutó a nivel de los datos numéricos generados en la fase de clasificación digital y en la etapa de SIG a partir de las coberturas temáticas digitales.

Se utilizó modelos de cambios, los cuales indican procesos de Degradación/Recuperación, dividiendo a las clases en: Usos/Coberturas Humanas y Coberturas Naturales y empleando Matrices de Cambios.

**Cuadro 23.** Matriz de Cambio 1991 - 1999

COBERTURA VEGETAL	COBERTURA 1991		COBERTURA 1999		VARIACIÓN	
	Ha	%	Ha	%	AUMENTO	DESCENSO
Áreas agropecuarias	2234,55	26,19	3659,620	42,89	1425,07	
Bosque	917,889	10,76	243,436	2,85		-674,453
Bosque Plantado	59,7023	0,70	32,780	0,38		-26,922
Cuerpo de Agua	1,044	0,01	1,044	0,01		0
Pajonal	3133,240	36,73	2073,250	24,30		-2339,273
Pajonal en regeneración	553,311	6,49	793,967	9,31		-91,57
Roca y suelo desnudo	555,005	6,51	461,741	5,41	710,735	
Vegetación Arbustiva	1076,330	12,62	1265,740	14,84	996,92	

La tasa de cambio fue calculada a través de la fórmula (González S.; 2005);

$$\delta_n = \sqrt[n]{\frac{S_2}{S_1}} - 1$$

En donde:

δ: Tasa de cambio (para expresar en % hay que multiplicar por 100)

S1: Superficie en la fecha 1

S2: Superficie en la fecha 2

n: Número de años entre las dos fechas

Los resultados obtenidos mediante la fórmula de tasa de cambio se indican en el cuadro 24.

**Cuadro 24.** Tasa de cambio 1991 - 1999

COBERTURA VEGETAL	COBERTURA 1991		COBERTURA 1999		VARIACIÓN		TASA DE CAMBIO	
	Ha	%	Ha	%	AUMENTO	DESCENSO	AUMENTO	DESCENSO
Áreas agropecuarias	2234,55	26,19	3659,620	42,89	1425,07		6	
Bosque	917,889	10,76	243,436	2,85		-674,453		-15
Bosque Plantado	59,7023	0,70	32,780	0,38		-26,922		-7
Cuerpo de Agua	1,044	0,01	1,044	0,01		0		0
Pajonal	3133,240	36,73	2073,250	24,30		-2339,273		-16
Pajonal en regeneración	553,311	6,49	793,967	9,31		-91,57		-2
Roca y suelo desnudo	555,005	6,51	461,741	5,41	710,735		10	
Vegetación Arbustiva	1076,330	12,62	1265,740	14,84	996,92			-15

- **SEGUNDO PERIODO 1999 - 2007**

Se realizó la matriz de cambios para el periodo 1999 – 2007 que se indica en el cuadro 25.

**Cuadro 25. Matriz de Cambio 1999 - 2007**

COBERTURA VEGETAL	COBERTURA 1999		COBERTURA 2007		VARIACIÓN	
	Ha	%	Ha	%	AUMENTO	DESCENSO
Áreas agropecuarias	3659,620	42,89	3720,480	43,61	60,86	
Bosque	243,436	2,85	153,588	1,80		-89,848
Bosque Plantado	32,780	0,38	37,209	0,44	4,429	
Cuerpo de Agua	1,044	0,01	1,044	0,01		0
Pajonal	2073,250	24,30	847,570	9,93		-1225,68
Pajonal en regeneración	793,967	9,31	269,602	3,16		-524,365
Roca y suelo desnudo	461,741	5,41	1394,370	16,34	932,629	
Vegetación Arbustiva	1265,740	14,84	2107,710	24,70	841,97	

Mediante la fórmula (González S.; 2005) establecida se realiza el cálculo de la tasa de cambio para el periodo 1999 – 2007 obtenido los resultados que se muestran en el cuadro nro 26.

**Cuadro 26.** Tasa de cambio 1999 - 2007

COBERTURA VEGETAL	COBERTURA 1999		COBERTURA 2007		VARIACIÓN		TASA DE CAMBIO	
	Ha	%	Ha	%	AUMENTO	DESCENSO	AUMENTO	DESCENSO
Áreas agropecuarias	2234,55	26,19	3659,620	42,89	60,86		0,2	
Bosque	917,889	10,76	243,436	2,85		-89,848		-6
Bosque Plantado	59,7023	0,70	32,780	0,38	4,429		2	
Cuerpo de Agua	1,044	0,01	1,044	0,01		0	0	
Pajonal	3133,240	36,73	2073,250	24,30		-1225,68		-11
Pajonal en regeneración	553,311	6,49	793,967	9,31		-524,365		-13
Roca y suelo desnudo	555,005	6,51	461,741	5,41	932,629		14	
Vegetación Arbustiva	1076,330	12,62	1265,740	14,84	841,97		6,6	



- **TERCER PERIODO 1991 – 2007**

Se realizó la matriz de cambios para el periodo 1999 – 2007 que se indica en el cuadro nro. 27.

**Cuadro 27.** Matriz de Cambio 1999 - 2007

COBERTURA VEGETAL	COBERTURA 1999		COBERTURA 2007		VARIACIÓN	
	Ha	%	Ha	%	AUMENTO	DESCENSO
Áreas agropecuarias	2234,55	26,19	3720,480	43,61	1485,93	
Bosque	917,889	10,76	153,588	1,80		-764,301
Bosque Plantado	59,7023	0,70	37,209	0,44		-22,4933
Cuerpo de Agua	1,044	0,01	1,044	0,01	0	0
Pajonal	3133,240	36,73	847,570	9,93		-2285,67
Pajonal en regeneración	553,311	6,49	269,602	3,16		-283,709
Roca y suelo desnudo	555,005	6,51	1394,370	16,34	839,365	
Vegetación Arbustiva	1076,330	12,62	2107,710	24,70	1031,38	

Mediante la fórmula establecida (González S.; 2005), se realiza el cálculo de la tasa de cambio para el periodo 1999 – 2007 obtenido los resultados que se muestran en el cuadro nro. 28.

**Cuadro 28.** Tasa de cambio 1991 - 2007

COBERTURA VEGETAL	COBERTURA 1991		COBERTURA 1999		VARIACIÓN		TASA DE CAMBIO	
	Ha	%	Ha	%	AUMENTO	DESCENSO	AUMENTO	DESCENSO
Áreas agropecuarias	2234,55	26,19	3720,480	43,61	1485,93		3,2	
Bosque	917,889	10,76	153,588	1,80		-764,301		-10,5
Bosque Plantado	59,7023	0,70	37,209	0,44		-22,4933		-3
Cuerpo de Agua	1,044	0,01	1,044	0,01	0	0		0
Pajonal	3133,240	36,73	847,570	9,93		-2285,67		-8
Pajonal en regeneración	553,311	6,49	269,602	3,16		-283,709		-4
Roca y suelo desnudo	555,005	6,51	1394,370	16,34	839,365		6	
Vegetación Arbustiva	1076,330	12,62	2107,710	24,70	1031,38		4	

#### 4.4.5 ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN

Se entiende como deforestación a la pérdida de la cobertura vegetal, siendo uno de los principales procesos que afectan directamente la integridad de los ecosistemas forestales, generando cambios en la estructura y función de los mismos. La cobertura vegetal juega un papel muy importante en el estado armónico de los ecosistemas, pues forma el nicho ecológico que sostiene otras formas de vida, además de brindar servicios ambientales como la limpieza de la atmósfera, el suministro y regulación del ciclo del agua y la conservación del

suelo. La deforestación es generada por diversas causas: el cambio de uso del suelo para agricultura, ganadería, asentamientos humanos, construcción y funcionamiento de vías de comunicación y transporte; construcción de represas, explotación del subsuelo y por otros factores como fenómenos meteorológicos.

Para calcular la tasa deforestación de las coberturas de bosque natural y páramo de los años 1991 y 2007 se utilizó la fórmula:

$$P = \frac{100}{(t_2 - t_1)} \times \ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right)$$

Donde A2 y A1 son las áreas de bosque en la fecha final (t2) e inicial (t1), respectivamente (Puyravaud, 2003). En el presente estudio se realizó un análisis de deforestación desde 1991 al 2007 de las clases bosque y pajonal que es la cobertura vegetal natural, se obtuvo los siguientes resultados:

**Cuadro 29.** Tasa de deforestación 1991 - 2007

COBERTURA VEGETAL	COBERTURA 1991	COBERTURA 2007	TASA DEFORESTACIÓN
Bosque	917,889	153,588	47,77
Pajonal	3133,240	847,570	142,85

#### 4.4.6 TASA DE DEFORESTACIÓN ANUAL

En el presente trabajo se calculó la tasa de deforestación anual mediante la fórmula de (Puyravaud, 2003).

$$R = \frac{A_1 - A_2}{t_2 - t_1}$$

En donde:

P: Tasa de deforestación por año

t1: Año de inicio del período

t2: Año final del período

A1: Superficie de bosque al inicio del período

A2: Superficie de bosque al final del período

n: Número de años entre las dos fechas

El área de estudio para el año 1991 contaba con un área de Bosque Natural de 917, 89 hectáreas, esta superficie para el año 2007 se redujo a 153,588 hectáreas, deforestándose el 47,22 % de la totalidad del área de bosque natural. Este porcentaje representa una pérdida de 764,301 hectáreas de bosque entre los años 1991-2007, a una tasa anual de deforestación de 11,074% equivalente a una pérdida de 84,63 hectáreas de bosque por año. Para la cobertura de pajonal la tasa anual de deforestación fue de 8,41 %, provocando una reducción del área de la cobertura de 3133,240 hectáreas a 847,570 hectáreas, con una pérdida de 142,85 hectáreas anuales.

## 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 5.1 ANÁLISIS DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

En el capítulo anterior se realizó el levantamiento de los componentes biótico, abiótico y socio económico lo que permite tener visión del estado actual del cerro Imbabura, a continuación en los cuadros 30 y 31, se analizan los principales factores ambientales en el área de estudio.

**Cuadro 30.** Factores Componente Abiótico

COMPONENTE	TEMA	SUBTEMA	SITUACION ACTUAL
ABIÓTICO	GEOLOGIA	LITOLOGIA	<i>Andesita, aglomerado,lahar 88,11%</i> <i>Depósito laháritico 7,17%</i>
	RELIEVE	PENDIENTES	<i>Pendiente fuertes 31,51%</i> <i>Pendientes muy fuertes 23,85%</i> <i>Pendientes abruptas 23,49%</i>
	CLIMA	TIPO	<i>Páramo muy húmedo 50,28%</i> <i>Muy húmedo subtemperado 29,65%</i>
	SUELO	CLASES AGROLÓGICAS	<i>Clase VIII 75,54%</i> <i>Clase VI 23,79%</i>

Se ha considerado para el análisis a la parte litológica debido a que el 88,11% del área de estudio se encuentra sobre Andesita, aglomerado lahar esto corresponde a la naturaleza del volcán, en cuanto a pendientes se identifica que la mayor parte del área se encuentra en pendientes fuertes, muy fuertes y abruptas con un porcentaje del 70,85%, el clima páramo muy húmedo nos permite tener una perspectiva de la temperatura y precipitación existente dominado por temperaturas bajas y precipitaciones considerables. Adicionalmente las clases agroecológicas una zonificación de las actividades que se pueden realizar según las condiciones del área, en este caso la clase VIII, los suelos de esta clase no

son aptos ni para silvicultura ni pastos. Deben emplearse para uso de la fauna silvestre, para esparcimiento o para usos hidrológicos.

**Cuadro 31.** Factores Componente Biótico

COMPONENTE	TEMA	SITUACIÓN ACTUAL
BIÓTICO	FLORA	<p>ANGOCHAGUA:</p> <p><i>Diversidad Florística: Asteraceae, Pteridophyta, Rosácea</i></p> <p><i>Densidad Poblacional: Rara y común</i></p> <p>LA ESPERANZA:</p> <p><i>Diversidad Florística: Asteraceae, Rosácea Pteridophyta</i></p> <p><i>Densidad Poblacional: Común y ocasional</i></p> <p>SAN ANTONIO:</p> <p><i>Diversidad Florística: Asteraceae, Ericaceae, Poaceae, Pteridophyta</i></p> <p><i>Densidad Poblacional: Común y abundante.</i></p>

## 5.2 ANÁLISIS MULTITEMPORAL

Se utilizó modelos de cambios, los cuales indican procesos de Degradación/Recuperación, dividiendo a las clases en: Usos/Coberturas Humanas y

Coberturas Naturales y empleando Matrices de Cambios.

## 5.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ÁREA

La destrucción del matorral con fines de ampliación de la frontera agrícola es un problema ambiental muy importante en las partes bajas del Taita Imbabura, la

destrucción de este ecosistema muy importante que originalmente formaba una franja continua entre los 2800 y 3200-3400, y que tiene su gran diversidad de especies, disminuye la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, incrementa la erosión superficial, se pierde biodiversidad y podría facilitarse la ocurrencia de movimientos en masa debido a las fuertes pendientes, todo lo cual afecta a la vida de los habitantes de las partes bajas, más aún cuando ellos utilizan muchas de las especies de este ecosistema.

La plantación de especies arbóreas exóticas en el páramo de pajonal es una acción que deberá ser analizada con sumo cuidado, pues podría estar disminuyendo la capacidad de almacenamiento del suelo, desecando los sitios en los que se ha sembrado estos árboles, liberando el CO<sub>2</sub> atrapado en el suelo orgánico formado por el pajonal, etc.

Otro problema ambiental significativo en el área de estudio y que el MAE enfrenta es, en épocas secas, la quema del pajonal, matorral o bosque, lo que ya trajo como consecuencia, como se mencionó anteriormente, efectos de disminución del almacenamiento de agua en esos sectores, así como aceleración de la erosión.

Un problema muy importante que está presente en las partes bajas del área de estudio se refiere al agua no apta para consumo humano. De acuerdo a los recorridos y entrevistas se distingue como problema que el agua entubada tiene contaminación, la que se debe primordialmente a que las comunidades en la parte superior, pasado los 2800 msnm y donde no llega en carro recolector de basura, arrojan los desperdicios a las quebradas o vertientes generando así un foco de contaminación del agua, que luego es usada directamente del tubo para beber o preparar alimentos.

Existen también otros impactos no de carácter espacial grandes, sino más bien que se refieren a contaminación en ciertas comunidades por ejemplo de Antonio Ante con ladrilleras y chancheras que no cumplen especificaciones para el cuidado del ambiente cercano.

Sin duda que un problema importante que subyace a los demás es la, en general, insuficiente educación y conciencia ambiental de la población que vive o tiene responsabilidades e intereses, o visita el área. El escaso conocimiento de los recursos naturales del área, sus características y funcionamiento, constituye un grave problema.

Potencialmente habrían amenazas que podrían afectar al área, especialmente en las partes bajas, como la ampliación de las superficies de cultivos intensivos con uso de abundantes agroquímicos que degradarían al suelo y al agua de los drenajes naturales superficiales y vertientes que se encuentren aguas abajo, los que afectaría también gravemente al lago San Pablo.

#### **5.4 CONFLICTOS**

La tierra en su proceso dinámico está sujeta a cambios en sus características físicas, químicas y biológicas, lo que da lugar a un proceso de redistribución y remoción del suelo, la utilización de éste de una forma inadecuada produce cambios radicales alterando sus características y produciendo acciones como la erosión, degradación y pérdida de fertilidad.

El uso actual obedece a patrones de utilización de orden social, económico, cultural, no siendo siempre adecuada a la capacidad y función de las tierras, que



se basa en las características físico químicas del suelo y de las condiciones medio ambientales, lo que supone una clasificación de tierras que permita el desarrollo y manejo de las mismas, sin que ocurra problemas de deterioro acelerado.

Dentro del área de estudio delimitada del Taita Imbabura existen circunstancias como la distribución de las tierras, densidad de población, falta de espacio físico para la expansión agrícola, aspectos culturales y de tradición que determinan el uso actual del suelo que muchas veces conducen a usos no adecuados provocando conflictos y presiones sobre este recurso.

Un conflicto importante registrado en las encuestas es que la población quiere obtener más terrenos para ampliar la frontera agrícola sobre los 3000 msnm., altitudes en que la producción no compensa las inversiones realizadas, el tiempo de cultivo continuo allí no supera los cuatro años, la degradación de los suelos es acelerada y su recuperación lenta.

Existen también conflictos de tenencia de la tierra, donde se ubican terrenos comunales que se quieren vender o terrenos particulares que quieren venderse en la posible zona de conservación donde para la gente el objetivo será hacerles productivos sin importar que sea zona de conservación y que las reglas comiencen a ser diferentes a las de uso del suelo metros abajo.

## **5.5 ANÁLISIS DE LAS POTENCIALIDADES PARA EL MANEJO DEL ÁREA A DECLARARSE**

### **5.5.1. IMPORTANCIA DEL ÁREA TAITA IMBABURA**

En el área de estudio se encuentran fundamentalmente los ecosistemas de pajonal, bosque nativo y matorral. El pajonal si bien tiene una relativamente importante diversidad de especies de flora y fauna asociadas, la integralidad y continuidad del pajonal en el área es muy importante por su provisión de servicios ecosistémicos y turísticos. La vegetación existente en el área de estudio cumple funciones ecológicas muy importantes como el secuestro de CO<sub>2</sub> fundamentalmente en la parte subterránea del pajonal, la producción de oxígeno, el control de la erosión, la producción de materia orgánica producto de la muerte de sus raíces y la formación de una gran capa orgánica con alto valor de retención de agua y su regulada liberación para usos múltiples en las partes bajas.

Por tanto, los recursos naturales del área de estudio en su conjunto sostienen a la población de una amplia zona que rodea al volcán, en función de ello la conservación y el manejo deben realizarse con un enfoque regional, lo que significaría que los esfuerzos de conservación deben abarcar la totalidad del Taita Imbabura para beneficiar a todas las comunidades y centros poblados de sus alrededores. Más aún, el lago San Pablo, de gran importancia para la región, la provincia y el país, depende en gran medida del agua acumulada en los suelos del volcán Imbabura y que alimenta al lago.

Si en un momento dado se destruiría la vegetación existente y se sustituiría por otra, se alteraría la relación suelo-agua-planta-atmósfera, disminuyendo la fauna, degradando la cobertura vegetal, aumentando la compactación del suelo y disminuyendo el volumen de almacenamiento de agua en el mismo, aumentando el escurrimiento y escorrentía, acelerando los procesos erosivos. Lo que daría como consecuencia una alteración en el régimen hidrológico, aumentando las crecidas e inundaciones en la época lluviosa y las sequías en las épocas secas, la menor disponibilidad de agua para diferentes usos en la época de menores lluvias que es cuando más se requiere, azolvando las tierras bajas y el lago de San Pablo. Adicionalmente liberaría más CO<sub>2</sub> que la que atraparía la vegetación nueva, aportando al calentamiento global.

### **5.5.2. DEL VALOR HÍDRICO**

La importancia como área de captación, almacenamiento y entrega regulada del agua es de un valor muy alto. De acuerdo a la base de datos del Consejo Nacional de los Recursos Hídricos (CNRH), citado por Vega (2006), se puede resaltar lo siguiente:

- Para Otavalo, se reporta una concesión de 1,790 l/s para un rango de altura de 2,532 a 4,000 metros de altura. De un total de 37 reportadas, el 68% son vertientes y el 19% son acequias. En cuanto al uso, el 54% de las concesiones es para uso doméstico y el 27% para riego, preferentemente.

- Para Antonio Ante, se reporta una concesión de 103 l/s, para un rango de altura de 2,560 a 3,600 metros de altura. De un total de 9, tenemos que el 78% son vertientes, mientras que el 22% son quebradas. En cuanto al uso, el 33% de las concesiones es para uso doméstico y el 67% para riego. Nótese que las preferencias de usos del agua, se invierten notablemente.

Bajo este análisis, debemos comprender el ciclo del agua asociado a las zonas de páramo que se encuentran en el entorno del lago Imbakucha y su componente hidrológico sub superficial, tal como observamos en el predominio de fuentes de agua tipo vertiente, lo cual significa la interrelación de este recursos con el páramo y lo vital e importante de su conservación.

Es importante anotar que desde los 2500 hasta los 4000 msnm, existen en el Cantón Otavalo 37 concesiones y el Antonio Ante 9. Mientras que en el área de conservación solamente existen 12 concesiones, 10 en Otavalo y 2 en Antonio Ante.

### **5.5.3. INVESTIGACIÓN**

El área de conservación apoyará al desarrollo del conocimiento científico en varios temas:

- **ASPECTOS BIOLÓGICOS**

Los ecosistemas presentes presentan valores altos de endemismo, diversidad de especies y abundancia, lo que permitiría la realización de proyectos científicos sobre los aspectos florísticos.

El bosque conocido como Jardín de Dios es de gran importancia por su muy buen estado de conservación, lo que facilitará a los investigadores generar conocimientos sobre la relación suelo-agua-planta-atmósfera en ese sitio.

- **ASPECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS**

Las diferentes coberturas vegetales existentes en distancias relativamente cortas (matorral, bosque, pajonal, bosque plantado de pino y eucalipto, pastos y cultivos anuales) permitirán diseñar e implementar proyectos de investigación sobre las relaciones hidrometeorológicas entre estas coberturas vegetales, lo que permitirá tomar decisiones sobre la conservación y el uso de cada una de ellas.

#### **5.5.4. TURISMO**

El Taita Imbabura con sus unidades de paisaje y ecosistemas, el lago San Pablo y las características culturales de las diferentes etnias que se encuentran en los alrededores del volcán (Kichwa Kayampi, Kichwa Otavalo, Kichwa Natabuela y Kichwa Caranqui), conforman un paisaje de gran valor turístico. Este no es solamente la suma de elementos, sino que es un conjunto interrelacionado en el cual la degradación de uno supondrá la degradación de los otros.

El área de conservación presenta una imponente presencia y se aprecian rápidamente diferentes unidades de paisaje que le hacen mucho más interesante, correspondientes con esas unidades de paisaje y los pisos altitudinales con sus características climáticas, se ordena la variada e importante vegetación existente.

De gran valor para el turismo es la dominante presencia del pajonal, vegetación que forma un cuerpo continuo solamente interrumpido por los bosques y matorrales que comparten el espacio. En el Ecuador el ecosistema de páramo es muy apreciado por los turistas, por la paz que se encuentra en esos parajes, a esto se suma en el Taita Imbabura las corrientes de agua que en algunos sitios forman cascadas, la presencia en cortas distancias de diferentes formaciones vegetales y la posibilidad de admirar las ciudades de Otavalo, Atuntaqui, Ibarra, Cotacachi y muchas otras, así como el paisaje interandino en su integridad.

## **5.6 ANÁLISIS DE AMENAZAS**

El crecimiento de la población en los sectores bajos aledaños al Taita Imbabura y por tanto la ampliación y densificación de los asentamientos humanos obligaría a que las áreas de uso agropecuario se extienda a mayores altitudes. En este aspecto, el crecimiento de la ciudad de Ibarra hacia las partes altas y de pendientes fuertemente onduladas del sector de La Esperanza amenaza también la conservación del área.

Potencialmente en las partes bajas que limitan con el límite inferior del área de conservación se produciría un incremento de las superficies de cultivos intensivos con uso de abundantes agroquímicos que degradarían al suelo y al agua de los drenajes naturales superficiales y vertientes que se encuentren aguas abajo, los que afectaría también gravemente al lago San Pablo. Concordante con el crecimiento poblacional en los alrededores del área de estudio, las actividades

agrícolas y pecuarias reclamarán para si más superficies, y estas se encuentran en mayores altitudes en tierras ocupadas actualmente por matorral y pajonal, es decir en el área de conservación; esta población en aumento requerirá más madera para construcción, leña, plantas medicinales y para otros usos, lo que podría ocasionar la sobre explotación del bosque y su degradación.

Como consecuencia de lo anterior, disminuirá la protección del suelo aumentando su compactación y disminuyendo su infiltración y almacenamiento de agua, lo que significaría inundaciones en épocas lluviosas y sequías en épocas secas. Adicionalmente con la degradación de la vegetación incrementará la erosión superficial y los movimientos en masa facilitados por las fuertes pendientes, lo que influiría en la calidad del agua. Todo esto tendría un efecto gravemente negativo en la vida de los habitantes de las partes bajas del área de conservación.

En el cerro Imbabura cada año se registran incendios ocasionados, lo que causa pérdida de vegetación y disminución en el almacenamiento de agua en el pajonal que es el tipo de vegetación mayormente afectado. Al no existir ningún tipo de control de ninguna institución el fácil acceso hace que estos incidentes se repitan anualmente perjudicando a todos los habitantes de la zona.

## 5.7 ANÁLISIS DE VIABILIDAD

### 5.7.1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Se analizaron tres opciones, una que sería como el escenario de techo (Protección estricta), una intermedia que significa el mejoramiento de la situación de protección actual (Reserva) y una que sería el escenario de piso (Mantenimiento de la situación actual).

- **Alternativa A: Protección Estricta**

Proteger estrictamente el área del Taita Imbabura, es decir impedir la intervención humana, sería la medida ideal para la protección y la recuperación completa de los recursos naturales del área. Con ello la orientación del manejo sería hacia el mantenimiento de la biodiversidad y de las funciones ecológicas, así como a la potenciación de los servicios ecosistémicos, con lo que se favorecerían las actividades de investigación y ecoturismo.

Pero el área, especialmente en su parte inferior, está habitada por poblaciones que dependen de diferentes formas de los recursos naturales del área. Por tanto es una opción que no se ajusta a la realidad e implicaría negar a los pobladores locales el acceso a los bienes y servicios del Taita Imbabura, lo cual social y económicamente no es viable.

- **Alternativa B: Reserva (Conservación y Manejo de Recursos)**

Una segunda opción analizada tiene que ver con la declaratoria de una Reserva que considere por un lado la conservación de los recursos naturales y por otro el



uso sustentable de tales recursos por parte de los pobladores que desde hace mucho tiempo viven o utilizan los recursos del área de estudio.

Se puede decir que esta alternativa es menos proteccionista que la anterior, pero tiene la ventaja de que constituye una garantía para la permanencia de los procesos sociales y culturales de las poblaciones y garantiza también la continuidad de los procesos ecológicos y la provisión de los servicios ecosistémicos. La consideración de esta opción tiene como requisito el diseño y ejecución de un plan de manejo en colaboración, que regule el aprovechamiento de los recursos biológicos en determinados sectores y proteja otros sitios prioritarios. Lo anterior hace a esta alternativa ambiental y socialmente viable.

- **Alternativa C: Mantenimiento de la situación actual**

Otra opción es mantener la situación presente sin una política específica de conservación. Esta medida favorecería la permanencia y agudización de los problemas y conflictos actuales, consecuentemente ocasionaría la ascensión de la frontera agrícola a costa de la vegetación de matorral, continuaría la desprotección de los drenajes naturales y la contaminación del agua, seguirían las quemas y el pastoreo del pajonal, habría pérdida del patrimonio natural para las generaciones futuras y una agudización de las ya malas condiciones económicas de los pobladores locales. Por lo anotado esta opción es totalmente inaceptable.

### **5.7.2. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS ADECUADA**

La propuesta que permita lograr la conservación del ambiente, la satisfacción sostenible de las necesidades de los pobladores locales y considere los intereses generales antes que los particulares y los objetivos de largo plazo antes que los inmediatos, es la propuesta más adecuada para el área del Taita Imbabura. Esta propuesta es la alternativa B (Reserva).

Las características ecológicas del área de estudio y la importancia de los recursos naturales para la población que vive o utiliza aquellos justifican el establecimiento de un Área de Conservación Municipal en el Volcán Imbabura. La fragilidad de los ecosistemas, su importante diversidad biológica y las presiones humanas a las que están sometidos por la ampliación de la frontera agropecuaria son base suficiente para la protección del área.

Es necesario señalar que la población que vive en las partes bajas, especialmente del este, sur y noreste, de los alrededores del volcán Imbabura tiene un crecimiento significativo, por lo que la ocupación urbana crecerá utilizando espacios mayores y obligando a que las áreas de uso agropecuario sobrepasen la cota actual afectando fuertemente a las vegetación nativa de matorral y pajonal. Además, se vislumbran negocios nuevos como las florícolas que si bien requieren mano de obra no calificada, también afectan fuertemente a los recursos naturales.

Es primera prioridad la conservación del páramo en el país, y específicamente en el Taita Imbabura, no solamente porque de sus servicios ecológicos depende gran

parte de la producción agropecuaria, de la industria y la permanencia de las poblaciones en las partes bajas que lo circundan, sino también porque tiene mucha influencia en la permanencia de las características y condiciones del lago San Pablo que constituye un destino turístico importantísimo para la provincia de Imbabura y el norte del país, y obviamente contabiliza grandes beneficios económicos para los GADs de los cantones Otavalo, Antonio Ante e Ibarra.

En vista de la escasa atención que ha tenido históricamente la conservación del Taita Imbabura por parte del Estado, a pesar de que en la última década se han realizado varios estudios y acciones puntuales en esa dirección, la creación de una Reserva parece ser la política de conservación más adecuada para los objetivos indicados anteriormente

Una vez definida y explicada la necesidad de proteger el área de estudio se procedió a determinar la categoría de manejo que garantice de mejor manera su conservación y administración.

### **5.7.3. SELECCIÓN DE LA CATEGORÍA DE MANEJO**

Identificada y explicada la necesidad de proteger el área de estudio el paso siguiente fue determinar la categoría de manejo que garantice una adecuada conservación y administración, de acuerdo a las categorías establecidas para el Subsistema de Áreas Protegidas de Gobiernos Seccionales (APGS) establecidas

en Las Políticas y Plan Estratégico del SNAP 2007-2016. Estas categorías son las que se citan a continuación y cuyos objetivos y características se presentan en el cuadro 32.

- Monumento Natural y Cultural (MNC)
- Área Natural de Recreación (ANR)
- Reserva Marino Costera (RMC)
- Reserva de Producción de Flora y Fauna (RPFF)
- Área Ecológica de Conservación (AEC)

CATEGORÍA DE MANEJO	DESCRIPCIÓN	OBJETIVOS	CARACTERÍSTICAS
<b>Monumento Natural y Cultural</b>	Área de tamaño pequeño (menos de 5.000 ha)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservar rasgos naturales y culturales sobresalientes a nivel nacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su matriz natural puede estar medianamente alterada</li> <li>- Soporta la presencia humana a un nivel medio.</li> <li>- Las actividades prioritarias serán el turismo, la investigación y el monitoreo ambiental, la restauración de ecosistemas y la educación ambiental.</li> <li>- El nivel de restricción de uso será medio (medianamente restringido).</li> </ul>
<b>Área Natural de Recreación</b>	Área de tamaño mediano (entre 5.000 y 10.000 ha)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservar el paisaje natural</li> <li>- Fomentar las actividades recreativas y turísticas en ambientes naturales, para grandes grupos humanos.</li> <li>- Proporcionar oportunidades para la educación e interpretación ambiental y la investigación científica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede estar medianamente alterado.</li> <li>- Soporta medianamente la presencia humana.</li> <li>- Las actividades principales se relacionan con el turismo y la recreación, la restauración de ecosistemas y la investigación y monitoreo ambiental.</li> <li>- El nivel de restricción de uso será bajo (poco restringido).</li> <li>- Cuenta con grandes atractivos para la recreación pública al aire libre, adecuada para grandes concentraciones humanas.</li> <li>- Áreas poco vulnerables que soportan una utilización intensiva del recurso turístico.</li> <li>- Existen fundamentalmente bellezas escénicas, recursos turísticos o de recreación en ambientes naturales o seminaturales; fácilmente accesible desde los grandes centros poblados del país</li> </ul>
<b>Reserva Marino-Costera</b>	Áreas de tamaño variable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservar los ecosistemas y especies relacionadas a este ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pueden estar poco o medianamente alterados.</li> <li>- La presencia humana podrá ser media.</li> <li>- Las actividades prioritarias tienen que ver con el manejo sustentable de la vida silvestre, la investigación y monitoreo ambiental, la educación ambiental, la restauración de ecosistemas y el turismo orientado a la naturaleza.</li> <li>- El uso de los recursos será medianamente restringido.</li> </ul>
<b>Reserva de Producción de Flora y Fauna</b>	Área de tamaño medio (entre 5.000 y 10.000 ha)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservación de los ecosistemas y especies susceptibles de manejo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecosistemas y especies deberán estar poco alterados</li> <li>- Pueden tener un nivel medio de presencia humana (dependen de los recursos biológicos locales).</li> <li>- Las acciones prioritarias están relacionadas con el manejo sustentable de la vida silvestre, la educación ambiental, la restauración de ecosistemas y el turismo orientado a la naturaleza.</li> <li>- El nivel de restricción de uso será bajo (poco restringido).</li> </ul>
<b>Área Ecológica de Conservación</b>	Área de tamaño variable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservar las fuentes de agua, paisajes, elementos naturales de interés regional o local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El estado de conservación del entorno podrá ser medianamente alterado, con niveles medios de presencia humana.</li> <li>- Las acciones prioritarias serán el manejo sustentable de los recursos naturales, la restauración de ecosistemas, la investigación y monitoreo ambiental, la educación ambiental y el turismo.</li> <li>- El uso de los recursos será poco restringido.</li> </ul>

Para seleccionar la categoría de manejo más adecuada para el Área de Conservación Municipal del Taita Imbabura se utilizó una matriz de doble entrada en la que se comparó los objetivos de conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y las características del área, con las categorías de manejo que pueden formar parte del subsistema de APGS.

- **OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN DEL SNAP**

### **OBJETIVOS GENERALES**

- a) Conservar la diversidad biológica y los recursos genéticos contenidos en el SNAP.
- b) Brindar alternativas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la prestación de bienes y servicios ambientales.
- c) Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Proteger muestras representativas de ecosistemas terrestres, dulceacuícolas, marinos y marino-costeros.
- b) Proteger las cuencas hidrográficas, humedales y otros recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- c) Proteger especies endémicas y amenazadas de extinción.
- d) Manejar recursos paisajísticos, históricos, arqueológicos, paleontológicos y formaciones geológicas sobresalientes.

- e) Manejar los espacios naturales que contribuyan al mantenimiento de manifestaciones culturales y de los conocimientos tradicionales de las comunidades locales, pueblos indígenas y afroecuatorianos.
- f) Restaurar espacios naturales intervenidos.
- g) Recuperar poblaciones de especies amenazadas de extinción.
- h) Facilitar la investigación científica y la educación ambiental.
- i) Proporcionar bienes y servicios ambientales que sean valorados y utilizados sustentablemente.
- j) Brindar alternativas para el turismo y recreación sustentable y la interpretación ambiental.
- k) Brindar oportunidades para el manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.

Para cada objetivo se estableció un rango de valores que van de cero a tres, dependiendo de si el objetivo analizado puede cumplirse con menor o mayor efectividad, bajo las diferentes categorías de manejo.

La categoría de manejo que logró el mayor puntaje fue el Área Ecológica de Conservación (29 puntos); la que permite proteger los ecosistemas naturales y realizar otras actividades como la investigación científica, la educación ambiental, la recuperación de zonas degradadas y el turismo. Adicionalmente las actividades agrícolas y ganaderas sustentables y tradicionales de la población local son aceptables en esta categoría de manejo.

En conclusión, las acciones que se realicen en este tipo de áreas de conservación municipal pueden ir encaminadas a la conservación y al aprovechamiento tradicional y sostenible de los recursos naturales.

La matriz con los objetivos de conservación del SNAP y las diferentes categorías de manejo con su respectivo puntaje se presentan en la tabla 19.

Con el propósito de determinar en qué medida se cumpliría con los Objetivos de Conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, con los atributos físicos, biológicos y socioeconómicos del área del Taita Imbabura, se relacionaron dichos objetivos con los atributos del área de estudio.

Cada uno de los objetivos de conservación tuvo una calificación entre 0 y 3, según si el objetivo evaluado puede cumplirse con menor o mayor efectividad, en función de las características del área. En la tabla 20 se presentan los resultados



**Cuadro 33: Calificación de las Categorías de Manejo**

<b>OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN DEL SNAP</b>	<b>MNC</b>	<b>ANR</b>	<b>RMC</b>	<b>RPFF</b>	<b>AEC</b>
Proteger muestras representativas de ecosistemas terrestres, dulceacuícolas, marinos y marino-costeros.	1	1	0	3	3
Proteger las cuencas hidrográficas, humedales y otros recursos hídricos superficiales y subterráneos.	1	2	0	1	3
Proteger especies endémicas y amenazadas de extinción.	1	2	0	3	3
Manejar recursos paisajísticos, históricos, arqueológicos, paleontológicos y formaciones geológicas sobresalientes.	3	3	0	2	3
Manejar los espacios naturales que contribuyan al mantenimiento de manifestaciones culturales y de los conocimientos tradicionales de las comunidades locales, pueblos indígenas y afroecuatorianos.	3	1	0	1	1
Restaurar espacios naturales intervenidos.	1	1	0	2	3
Recuperar poblaciones de especies amenazadas de extinción.	1	1	0	3	2
Facilitar la investigación científica y la educación ambiental.	3	2	0	3	3
Proporcionar bienes y servicios ambientales que sean valorados y utilizados sustentablemente.	1	2	0	1	3
Brindar alternativas para el turismo y recreación sustentable y la interpretación ambiental.	1	3	0	2	2
Brindar oportunidades para el manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.	0	0	0	1	3
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>29</b>

MNC: Monumento Natural y Cultural

ANR: Área Natural de Recreación

RMC: Reserva Marino Costera

RPFF: Reserva de Producción de Flora y Fauna

AEC: Área Ecológica de Conservación

3 - Objetivo Primario para el manejo del área

2 - No necesariamente primario. pero siempre incluido como objetivo

1 - Incluido como objetivo donde los recursos lo permiten

0 - No Aplicable

**Cuadro 34:** Capacidad del área del Taita Imbabura para cumplir con los objetivos de conservación del SNAP.

<b>OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN DEL SNAP</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
Proteger muestras representativas de ecosistemas terrestres, dulceacuícolas, marinos y marino-costeros.	3
Proteger las cuencas hidrográficas, humedales y otros recursos hídricos superficiales y subterráneos.	3
Proteger especies endémicas y amenazadas de extinción.	2
Manejar recursos paisajísticos, históricos, arqueológicos, paleontológicos y formaciones geológicas sobresalientes.	2
Manejar los espacios naturales que contribuyan al mantenimiento de manifestaciones culturales y de los conocimientos tradicionales de las comunidades locales, pueblos indígenas y afroecuatorianos.	1
Restaurar espacios naturales intervenidos.	3
Recuperar poblaciones de especies amenazadas de extinción.	2
Facilitar la investigación científica y la educación ambiental.	2
Proporcionar bienes y servicios ambientales que sean valorados y utilizados sustentablemente.	3
Brindar alternativas para el turismo y recreación sustentable y la interpretación ambiental.	2
Brindar oportunidades para el manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.	3
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	<b>26</b>

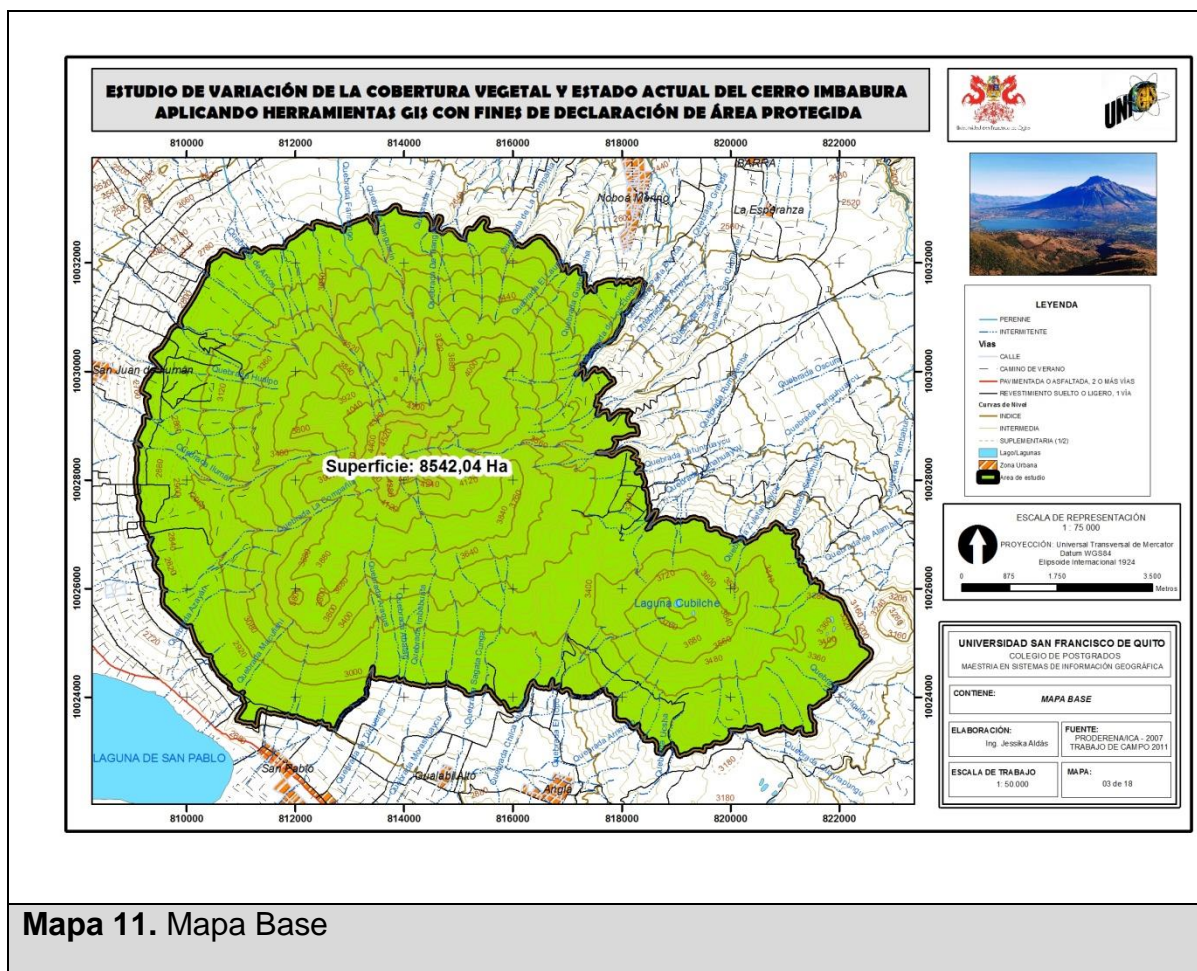
**CALIFICACIÓN:** 3 excelente 2 Bueno 1 Insuficiente 0 No aplicable

## 5.8. ÁREA DE CONSERVACIÓN

Se sugiere que el nombre del área de estudio sea “Área Ecológica de Conservación Municipal Taita Imbabura”.

Por ser el Taita Imbabura, en su parte inferior, de forma aproximadamente circular, los límites se designaron utilizando como referencia las curvas de nivel en cada sector, y cuando se debía cambiar de una curva a otra, se lo hizo siguiendo los drenajes naturales. El área es compacta, es decir que toda la superficie que se encuentra dentro de sus límites es parte del área de conservación, debido a que no existen centros poblados, obras de infraestructura,

proyectos de desarrollo, etc. dentro del área, no se realizaron exclusiones de sectores.



### 5.8.1 OBJETIVOS DE MANEJO DEL ÁREA

- **OBJETIVOS GENERALES**

- Mantener la integridad del área de conservación y evitar la división, invasión, adjudicación y cualquier perturbación que deteriore su valor integral.

- b) Proteger los ambientes naturales y promover la recuperación y restauración de las áreas degradadas, para lograr el mantenimiento de los procesos ecológicos y el equilibrio ambiental.
- c) Fomentar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales del área.
- d) Incentivar la participación de los pobladores de la zona de estudio en el manejo del área.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Conservar los ambientes naturales y las especies silvestres.
- b) Fomentar el aprovechamiento sostenible de especies vegetales y animales.
- c) Utilizar el suelo de acuerdo a su vocación y con la aplicación de prácticas apropiadas de conservación de suelos y aguas.
- d) Aportar al mejoramiento del nivel de vida de los pobladores locales mediante su participación activa en las actividades de manejo a realizarse en el área.
- e) Restaurar áreas de vegetación degradadas, con especies y mezclas presentes en esas áreas.
- f) Promover la investigación científica, especialmente aquella aplicada al manejo de los recursos naturales del área.
- g) Propiciar la recreación y ecoturismo, con el fin de generar recursos que beneficien a los pobladores locales y permitan financiar el manejo del área.

- h) Proporcionar oportunidades de educación ambiental e interpretación a los pobladores locales y a los turistas.
- i) Promover la cooperación interinstitucional para lograr mayor efectividad en el manejo del área.
- j) Sistematizar y difundir los valores históricos y culturales del área.

## 6. CONCLUSIONES

- Mediante el empleo del Sistemas de Información Geográfica se determinó que el área de estudio para el año perdió a 153,588 hectáreas de Bosque natural en los 16 años de estudio, deforestándose el 47,22 % de la totalidad del área de bosque natural. Este porcentaje representa una pérdida de 764,301 hectáreas de bosque entre los años 1991-2007, a una tasa anual de deforestación de 11,074% equivalente a una pérdida de 84,63 hectáreas de bosque por año. Para la cobertura de pajonal la tasa anual de deforestación fue de 8,41 %, provocando una reducción del área de la cobertura de 3133,240 hectáreas a 847,570 hectáreas, con una pérdida de 142,85 hectáreas anuales.
- La población que vive en el área de estudio y sus alrededores es de aproximadamente 259783 habitantes de los tres cantones que representa el 65,23% de la población total de la provincia de Imbabura, lo que implica que el desarrollo de sus actividades están ligadas a los recursos que proporciona el Imbabura constituyéndose de vital importancia, pero también involucra la presión antrópica hacia los recursos del volcán.
- El desarrollo de las actividades de la población que vive en las partes bajas del Taita Imbabura depende directamente del agua que este almacena y luego libera de forma regulada. Sin cobertura natural en el Imbabura la funcionalidad hidrológica las actividades de la población de los alrededores se verían seriamente limitadas.

- Mediante el diagnóstico del área de estudio y posterior análisis de los factores ambientales nos permite establecer que las condiciones ambientales del área de estudio establece que el Imbabura debe ser un área protegida por su importancia biótica y condiciones extremas climáticas, litológicas de relieve.

## 7. RECOMENDACIONES

- Conociendo la situación histórica mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica y el diagnóstico actual del volcán Imbabura es urgente que se tomen medidas para la conservación del área de estudio, para lo cual es necesario cumplir con los requisitos de la normativa ambiental vigente, se deberá establecer la situación actual de la tenencia de la tierra en toda el Área de Conservación, enfatizando en la franja comprendida entre los 2800 y 3200 m. de altitud.
- Se ha evidenciado en este trabajo el vínculo estrecho que existe entre la población y el cerro Imbabura, es necesario estudiar las relaciones entre las etnias existentes en el área de estudio y su zona de amortiguamiento, y la ocupación, uso, manejo y conservación de los recursos naturales y culturales.
- El presente estudio presenta una propuesta de creación de área de conservación municipal que debe considerarse entre los tres cantones, de manera que se genere recursos económicos que sean invertidos en la conservación del Taita Imbabura, que año a año sufre incendios forestales los mismos que fueron evidenciados en el análisis de las imágenes satelitales, sin un cuidado y concienciación de quienes viven en los alrededores esta importante área puede perder su cobertura vegetal y esto ocasionaría graves consecuencias para los imbabureños.



## 8. BIBLIOGRAFIA

Chuvieco, E (1990). *Fundamentos de Teledetección Espacial*. (Segunda Edición)

Madrid España: Ediciones RIALP S.A

Chuvieco, E. & Salas, J. (2002) Empleo de la teledetección en el Análisis de la deforestación tropical: el caso de la reserva forestal de Ticoporo (Venezuela).

*Serie Geográfica Serie Geográfica*, vol. 10, 55 - 76

Gobierno Municipal de Otavalo. (2009). *Estudio de Flora y Fauna del Taita Imbabura. Proyecto Taita Imbabura*. Otavalo, Ecuador.

Gobierno Municipal de Otavalo. (2003). *Inventario de atractivos turísticos en la cuenca del lago San Pablo – Imbakucha*. Otavalo, Ecuador.

González, S. (2005). La Geografía escalar del capitalismo actual. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona*, v.9, n.189, p.91-111.

Gubio, J. (2009). *Análisis de un área de la zona alta del Cerro Imbabura para declaratoria de Bosque Protector del Cantón Ibarra*. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Quito.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2011). *Censo de población y vivienda 2011*. Quito, Ecuador.

Ministerio de Ambiente Ecuador. (2010). *Acuerdo Ministerial 168. Establecer las Normas del Subsistema de Gobiernos Autónomos Descentralizados – Área Protegidas Municipales*. Quito, Ecuador.

Ministerio de Ambiente Ecuador. (2010). *Lineamientos para la creación de Áreas Protegidas Municipales y directrices para su incorporación al Subsistema de Gobiernos Autónomos Descentralizados del SNAP*. Quito, Ecuador.

Ministerio de Ambiente Ecuador. (2010). *Propuesta para la protección y conservación de los recursos naturales en áreas del Volcán Imbabura*. Ibarra, Ecuador.

Ministerio de Ambiente Ecuador. (2009). *Plan de Ordenamiento Territorial y Ambiental del Taita Imbabura*. Imbabura, Ecuador.

Ministerio de Ambiente Ecuador (2009). *Diagnóstico de los bienes del patrimonio cultural comunitario e inventario turístico del Taita Imbabura*. Ibarra, Ecuador.

Ministerio de Ambiente Ecuador (2008). *Plan de Ordenamiento Territorial y Ambiental del Taita Imbabura*. Imbabura, Ecuador.

Ministerio de Ambiente Ecuador. (2006). *Políticas y Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007 – 2016*. Quito, Ecuador.

PRODERENA/ICA. (2007). *Gestión de los recursos hídricos en las subcuencas de los ríos Ambi y El Angel*. Ibarra, Ecuador.

Puyravaud J., (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management* 177, 593-596.

Sánchez R. (2003). *La Deforestación en el Ecuador*, Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos.

Secretaría Nacional del Agua. (2007). *Concesiones de agua aledañas al volcán Imbabura*. Ibarra, Ecuador

## 9. ANEXOS

### ANEXO 1. CLASIFICACIÓN DE POURRUT

#### TEMPERATURA

<b><i>Tipos de Climas</i></b>	<b><i>Rangos</i></b>
Climas megatérmicos	t °C = o > 25 °C
	t °C entre 15° y 24 °C
	t °C entre 20° y 26 °C
Climas mesotérmicos	t °C entre 10° y 20 °C
	t °C entre 18° y 22°C
Climas de alta montaña	t °C = o < 8 °C

#### PRECIPITACIÓN

<b><i>Tipos de Climas</i></b>	<b><i>Rangos</i></b>
Climas lluviosos	3 000 mm a 6 000 mm
Climas húmedos megatérmicos	2 000 mm a 5 000 mm
Climas semihúmedos megatérmicos	1 000 mm a 2 000 mm
Climas secos megatérmicos	500 mm a 1 000 mm
Climas semiáridos megatérmicos	< 500 mm
Climas semihúmedos mesotérmicos	500 a 2 000 mm
Climas secos mesotérmicos	< 500 mm
Climas de alta montaña	Variable de 1 000 a 2 000 mm

## ANEXO 2. TABLA DE ESPECIES REGISTRADAS EN EER ANGOCHAGUA

N°	Nombre Vulgar	Especie	Familia	Estructura Vegetación					Frecuencia
				A	Ar	H	L	E	
1	Ashpa coral	<i>Bomarea multiflora</i>	Alstroemeriaceae				X		Rara
2		<i>Cicuta sp</i>	Apiaceae		X				Rara
3	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Araliaceae	X					Rara
4	Hierba de zorro	<i>Ambrosia arborescens</i>	Asteraceae		X				Común
5	Chilca	<i>Baccharis polyantha</i>	Asteraceae		X				Abundante
6	Niachag	<i>Bidens andicola</i>	Asteraceae			X			Rara
7		<i>Gnaphalium elegans</i>	Asteraceae			X			Ocasional
8	Achicoria	<i>Warneria nubigena</i>	Asteraceae			X			Rara
9	Espino chivo	<i>Berberis hallii</i>	Berberidaceae		X				Común
10		<i>Berberis sp</i>	Berberidaceae		X				Rara
11	Achupalla	<i>Pitcairnia sp</i>	Bromeliaceae					X	Ocasional
12		<i>Dioscoria sp</i>	Dioscoriaceae				X		Rara
13	Lechero	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Euphorbiaceae		X				Ocasional
14	Trébol	<i>Trifolium repens</i>	Faboideae			X			Común
15		<i>Salvia sp</i>	Lamiaceae				X		Rara
16		<i>Brachyotum ledycifolium</i>	Melastomataceae		X				Rara
17	Colca	<i>Miconia papillosa</i>	Melastomataceae		X				Ocasional
18	Ecualipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	X					Abundante
19	Cordoncillo	<i>Peperomia galiodes</i>	Piperaceae			X			Rara
20		<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae		X				Ocasional
21	Llantén	<i>Plantago mayor</i>	Plantaginaceae				X		Rara
22	Paja de páramo	<i>Calamagostris intermedia</i>	Poaceae			X			Abundante
23		<i>Poa sp</i>	Poaceae			X			Común
24	Angoyuyo	<i>Muelaembeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae				X		Común
25	Lengua de vac	<i>Rumex obtusifolia</i>	Polygonaceae			X			Común
26	Culantrillo	<i>Adiantum sp</i>	Pteridophyta					X	Rara
27	Helecho	<i>Asplenium sp</i>	Pteridophyta					X	Rara
28	Helecho	<i>Blechnum sp</i>	Pteridophyta					X	Común

N°	Nombre Vulgar	Especie	Familia	Estructura Vegetación				Frecuencia
29	Helecho	<i>Elaphoglossum sp</i>	Pteridophyta				X	Común
30	Helecho	<i>Ptelypteris sp</i>	Pteridophyta				X	Común
31	Orejuela	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae		X			Común
32	Piojito	<i>Margyrycarpus sp</i>	Rosaceae	X				Abundante
33	Mora silvestre	<i>Robus roseus</i>	Rosaceae	X				Rara
34	Zapatitos	<i>Calceolaria crenata</i>	Scrophulariaceae		X			Común
35	Sauco	<i>Cestrum peruvianum</i>	Solanaceae	X				Rara
36	Cucharo	<i>Freziera canescens</i>	Theaceae	X				Rara
37	Supirrosa	<i>Lantana rugulosa</i>	Verbenaceae	X				Común
38		<i>No identificada</i>				X		Común
39		<i>No identificada</i>				X		Común

A: Árbol

Ar: Arbusto

H: Hierba

L: Liana

E: Epífita

## ANEXO 3. TABLA DE ESPECIES REGISTRADAS EN LA ESPERANZA

N°	Nombre Vulgar	Especie	Familia	Estructura Vegetación					Frecuencia
				A	Ar	H	L	E	
1	Ashpa coral	<i>Bomarea multiflora</i>	Alstroemeriaceae				X		Común
2		<i>Althernatera sp</i>	Amaranthaceae						Común
3	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Araliaceae	X					Ocasional
4	Chilca	<i>Baccharis polyantha</i>	Asteraceae		X				Común
5		<i>Gnaphalium spicatum</i>	Asteraceae			X			Ocasional
6		<i>Gynoxys hallii</i>	Asteraceae		X				Ocasional
7		<i>Tagetes sp</i>	Asteraceae				X		Abundante
8	Diente de león	<i>Taraxacum dens leonis</i>	Asteraceae			X			Abundante
9	Shanshi	<i>Coriaria rhuzifolia</i>	Coriariaceae		X				Abundante
10	Ciprés	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Cupressaceae	X					Ocasional
11	Penca	<i>Pernetia sp</i>	Ericaceae					X	Ocasional
12	Lechero	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Euphorbiaceae		X				Común
13		<i>Geranium diffusum</i>	Geraniaceae			X			Ocasional
14	Shungojigua	<i>Heppiella ulmifolia</i>	Gesneriaceae		X				Común
15		<i>Salvia sp</i>	Lamiaceae			X			Abundante
16		<i>Lilium sp</i>	Liliaceae			X			Rara
17		<i>Loacea sp</i>	Loasaceae		X				Ocasional
18	Colca	<i>Miconia papillosa</i>	Melastomataceae		X				Común
19		<i>Acacia sp</i>	Mimosoideae	X					Común
20	Uña de gato	<i>Mimosa pudica</i>	Mimosoideae			X			Común
21	Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>	Myrtaceae	X					Abundante
22	Taxo silvestre	<i>Passiflora mollis</i>	Passifloraceae				X		Ocasional
23		<i>Pinus patula</i>	Pinaceae	X					Ocasional
24		<i>Peperomia galiodes</i>	Piperaceae			X			Común
25		<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae		X				Ocasional
26	Cortedera	<i>Cortaderia jubata</i>	Poaceae			X			Común

N°	Nombre Vulgar	Especie	Familia	Estructura Vegetación				Frecuencia
27	Higuilán	<i>Monnina crassifolia</i>	Polygalaceae			X		Ocasional
28		<i>Muelaembeckia sp</i>	Polygonaceae				X	Ocasional
29	Helecho	<i>Blechnum sp</i>	Pteridophyta				X	Abundante
30	Helecho espada	<i>Niphidium sp</i>	Pteridophyta				X	Común
31	Helecho	<i>Ptelypteris sp</i>	Pteridophyta				X	Común
32		<i>Acaena elongata</i>	Rosaceae			X		Común
33	Orejuela	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae			X		Abundante
34	Piojito	<i>Margyrycarpus sp</i>	Rosaceae	X				Común
35	Mora Blanca	<i>Robus niveus</i>	Rosaceae	X				Común
36	Mora silvestre	<i>Rubus roseus</i>	Rosaceae	X				Abundante
37	Zapatitos	<i>Calceolaria crenata</i>	Scrophulariaceae			X		Ocasional
38	Sauco	<i>Cestrum sp</i>	Solanaceae	X				Común
39	Sauco blanco	<i>Solanum ecuadorensis</i>	Solanaceae	X				Común
40		<i>Freziera canescens</i>	Theaceae	X				Ocasional
41	Supirroza	<i>Lantana rugulosa</i>	Verbenaceae	X				Abundante
42		<i>Lantana sp</i>	Verbenaceae	X				Común
43		<i>No identificada</i>					X	Ocasional
44		<i>No identificada</i>				X		Ocasional
45		<i>No identificada</i>		X				Abundante

A: Árbol

Ar: Arbusto

H: Hierba

L: Liana

E: Epífita

## ANEXO 4. TABLA DE ESPECIES REGISTRADAS EN SAN ANTONIO

N°	Nombre Vulgar	Especie	Familia	Estructura Vegetación					Frecuencia
				A	Ar	H	L	E	
1		<i>Bomarea sp</i>	Alstroemeriaceae				x		Común
2		<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	Apiaceae			x			Abundante
3		<i>Ilex andicola</i>	Aquifoliaceae		x				Común
4		<i>Anthurium sp</i>	Araceae			x			Común
5	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Araliaceae	x					Común
6		<i>Oreopanax sp</i>	Araliaceae	x					Común
7		<i>Liabum igniarum</i>	Asteraceae		x				Común
8		<i>Gnaphalium sp</i>	Asteraceae			x			Común
9		<i>Barnadesia sp</i>	Asteraceae		x				Común
10	Chilca	<i>Baccharis polyantha</i>	Asteraceae		x				Abundante
11	Pucunero	<i>Syphocampilus giganteum</i>	Campanulaceae		x				Común
12		<i>Vivurnum triphyllum</i>	Caprifoliaceae				x		Ocasional
13	Shanshi	<i>Coriaria ruhuzifolia</i>	Coriariaceae		x				Común
14		<i>Cyperus odonatus</i>	Cyperaceae			x			Abundante
15		<i>Cavendishia bracteata</i>	Ericaceae		x				Común
16		<i>Macleania floribunda</i>	Ericaceae		x				Común
17		<i>Pernetia sp</i>	Ericaceae		x				Abundante
18	Trinitaria	<i>Otobium mexicanum</i>	Faboideae		x				Común
19	Tres reales	<i>Desmodium sp</i>	Faboideae			x			Abundante
20		<i>Geranium diffusum</i>	Geraniaceae			x			Abundante
21		<i>Lilium sp</i>	Liliaceae			x			Ocasional
22	Colca	<i>Miconia crocea</i>	Melastomataceae		x				Abundante
23		<i>Brachiotum sp</i>	Melastomataceae		x				Común
24		<i>Ciparuna sp</i>	Monimiaceae		x				Común
25		<i>Myrcianthes hallii</i>	Myrtaceae		x				Abundante
26	Chulco	<i>Oxalis spiralis</i>	Oxalidaceae				x		Común
27	Taxo silvestre	<i>Passiflora mollissima</i>	Passifloraceae				x		Ocasional
28		<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae		x				Común
29		<i>Poa sp</i>	Poaceae			x			Común
30	Suro	<i>Chusquea scandens</i>	Poaceae		x				Común
31		<i>Bromus sp</i>	Poaceae			x			Común
32	Angoyuyo	<i>Muelaembeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae				x		Abundante
33	Helecho	<i>Blechnum sp</i>	Pteridophyta					x	Abundante
34	Helecho	<i>Polypodium calaguala</i>	Pteridophyta					x	Abundante
35	Helecho	<i>Ptelypteris sp</i>	Pteridophyta					x	Abundante



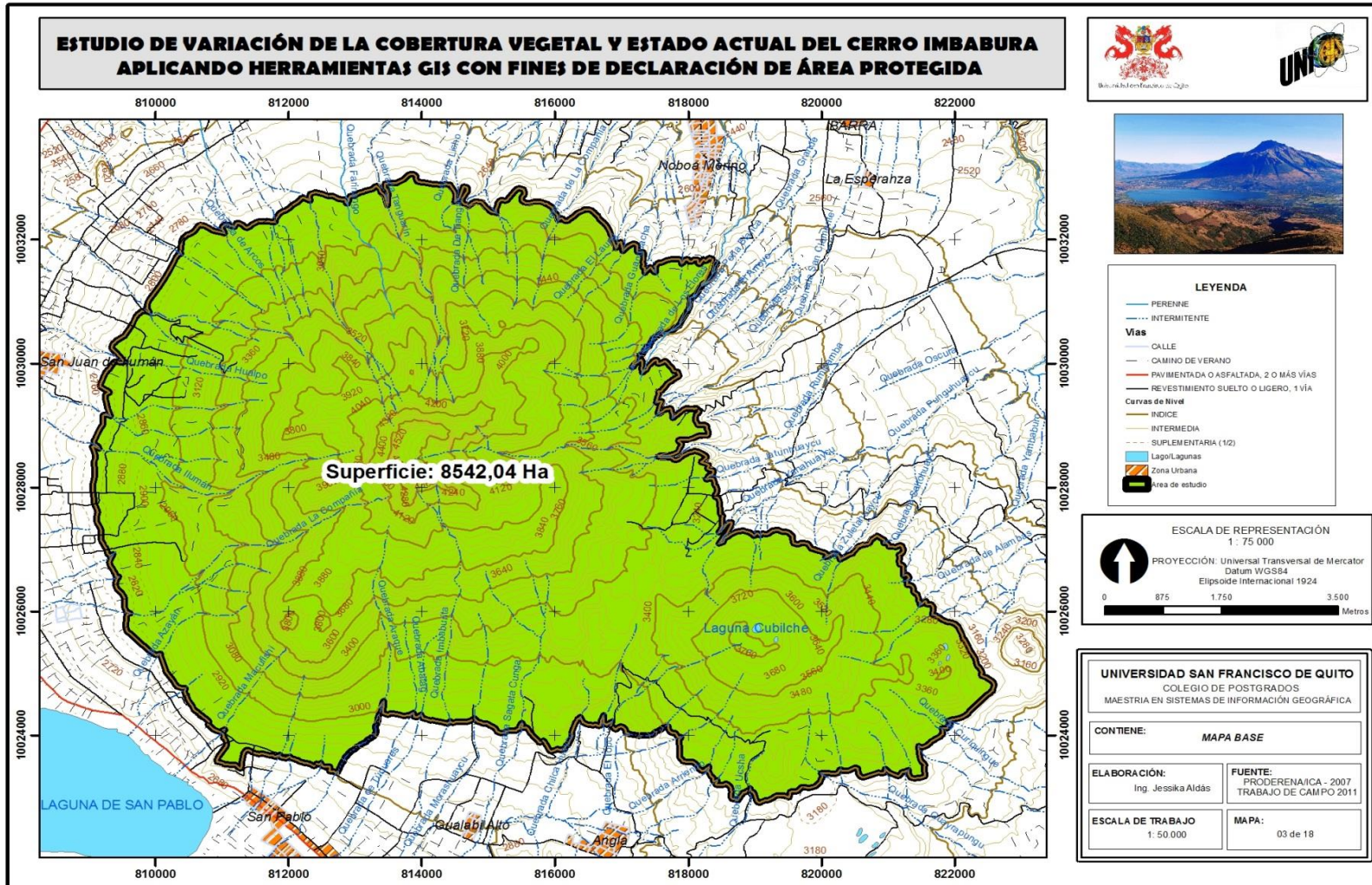
N°	Nombre Vulgar	Especie	Familia	Estructura Vegetación				Frecuencia
36	Mora silvestre	<i>Rubus roseus</i>	Rosaceae		x			Común
37	Almohadilla	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae			x		Abundante
38		<i>Palucourea amethystina</i>	Rubiaceae	x				Común
39		<i>Lamourouxia virgata</i>	Scrophulariaceae		x			Ocasional
40		<i>Calcoelaria crenata</i>	Scrophulariaceae			x		Común
41		<i>Smilax sp</i>	Smilacaceae				x	Común
42	Sauco negro	<i>Cestrum peruvianum</i>	Solanaceae	x				Común
43		<i>Solanum sp</i>	Solanaceae		x			Común
44		<i>Bohemeria sp</i>	Urticaceae		x			Común
45		<i>Bohemeria fallax</i>	Urticaceae		x			Común
46	Supirroza	<i>Lantana rugulosa</i>	Verbenaceae		x			Abundante
47		<i>No identificada</i>				x		Común
48		<i>No identificada</i>				x		Común
49		<i>No identificada</i>			x			Común
50		<i>No identificada</i>			x			Común
51		<i>No identificada</i>			x			Ocasional

A: Árbol

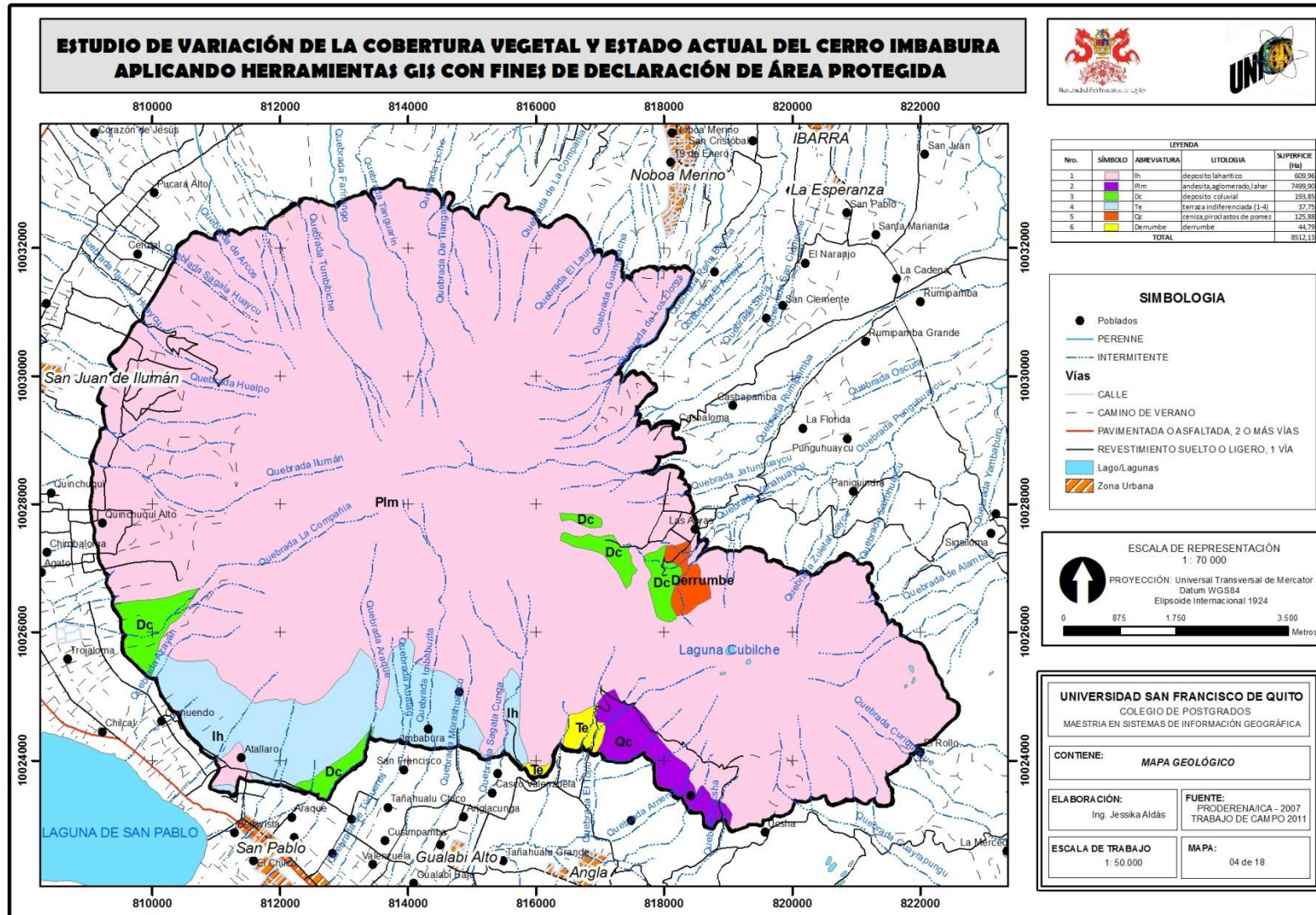
Ar: Arbusto H: Hierba L: Liana

E: Epífita

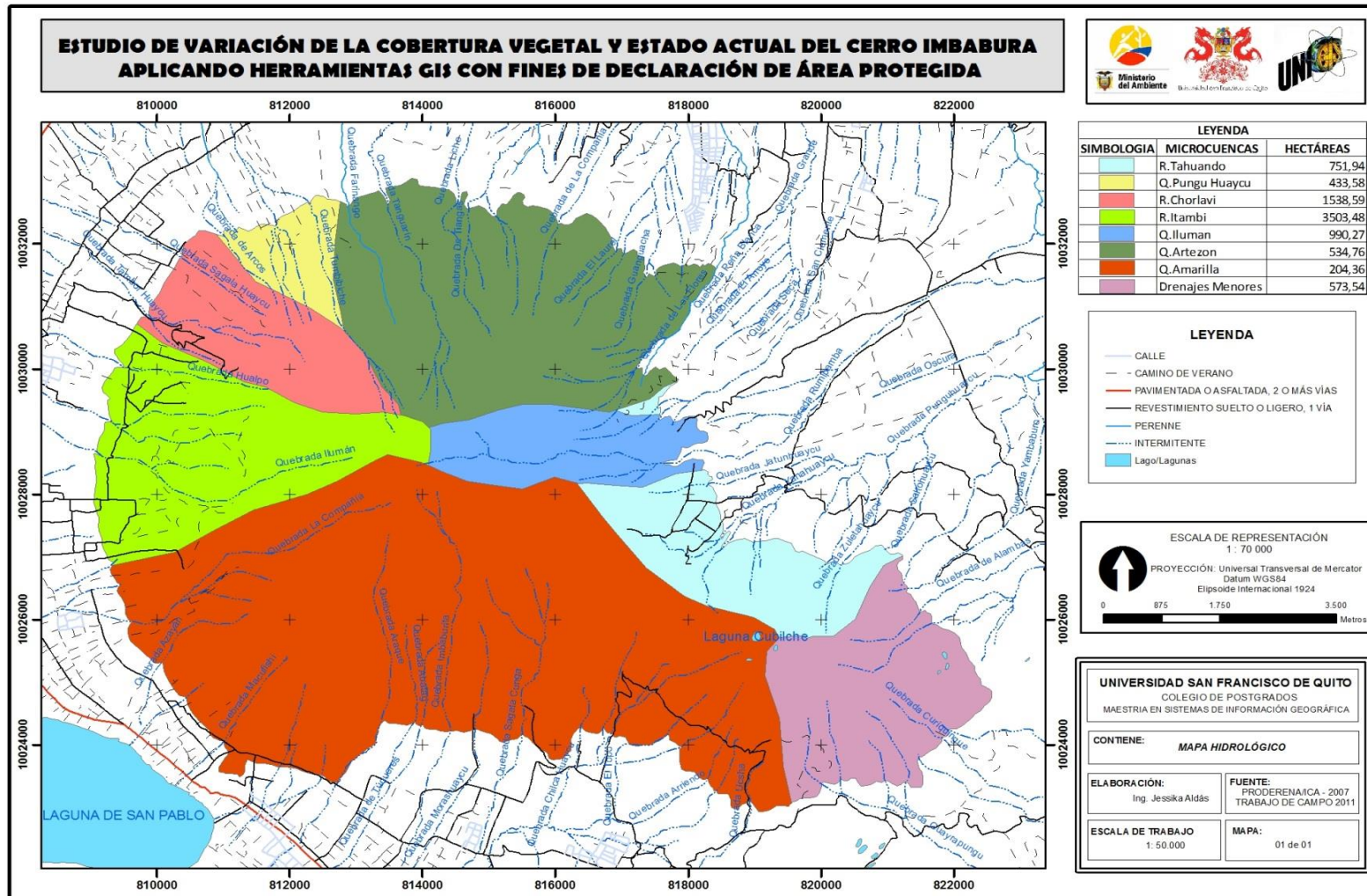
ANEXO 5. MAPA BASE



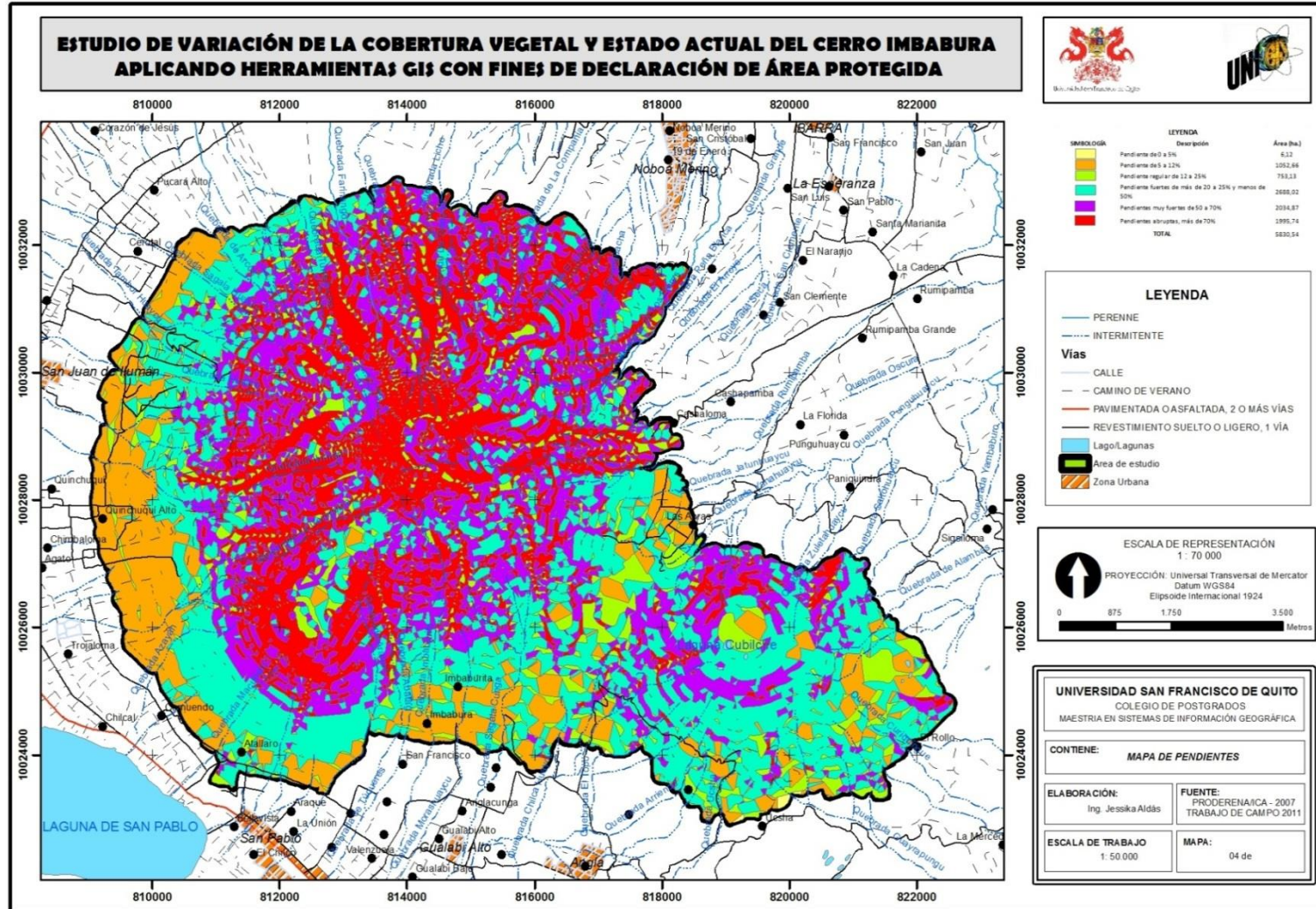
ANEXO 6. MAPA GEOLÓGICO



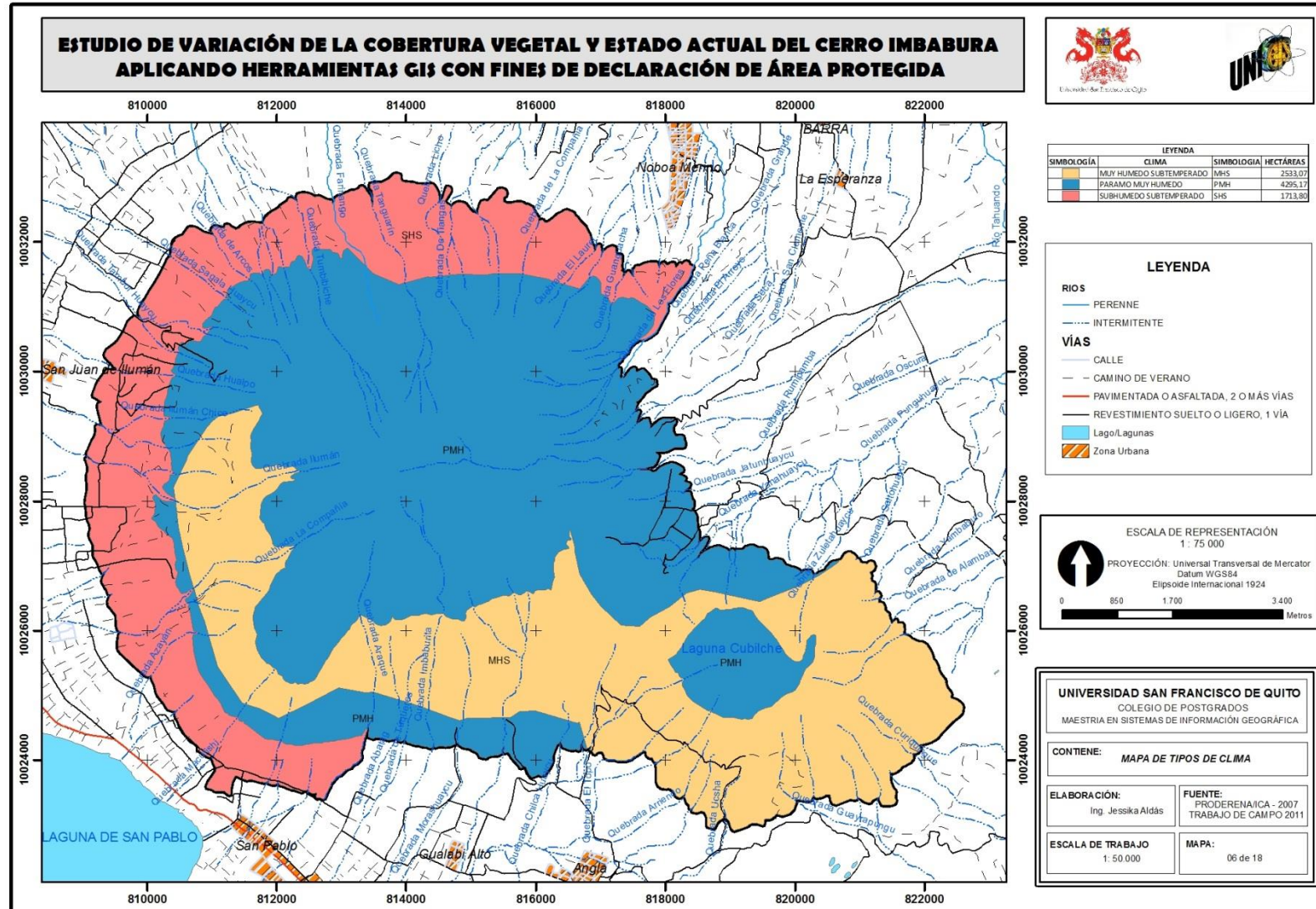
# ANEXO 7. MAPA HIDROLÓGICO



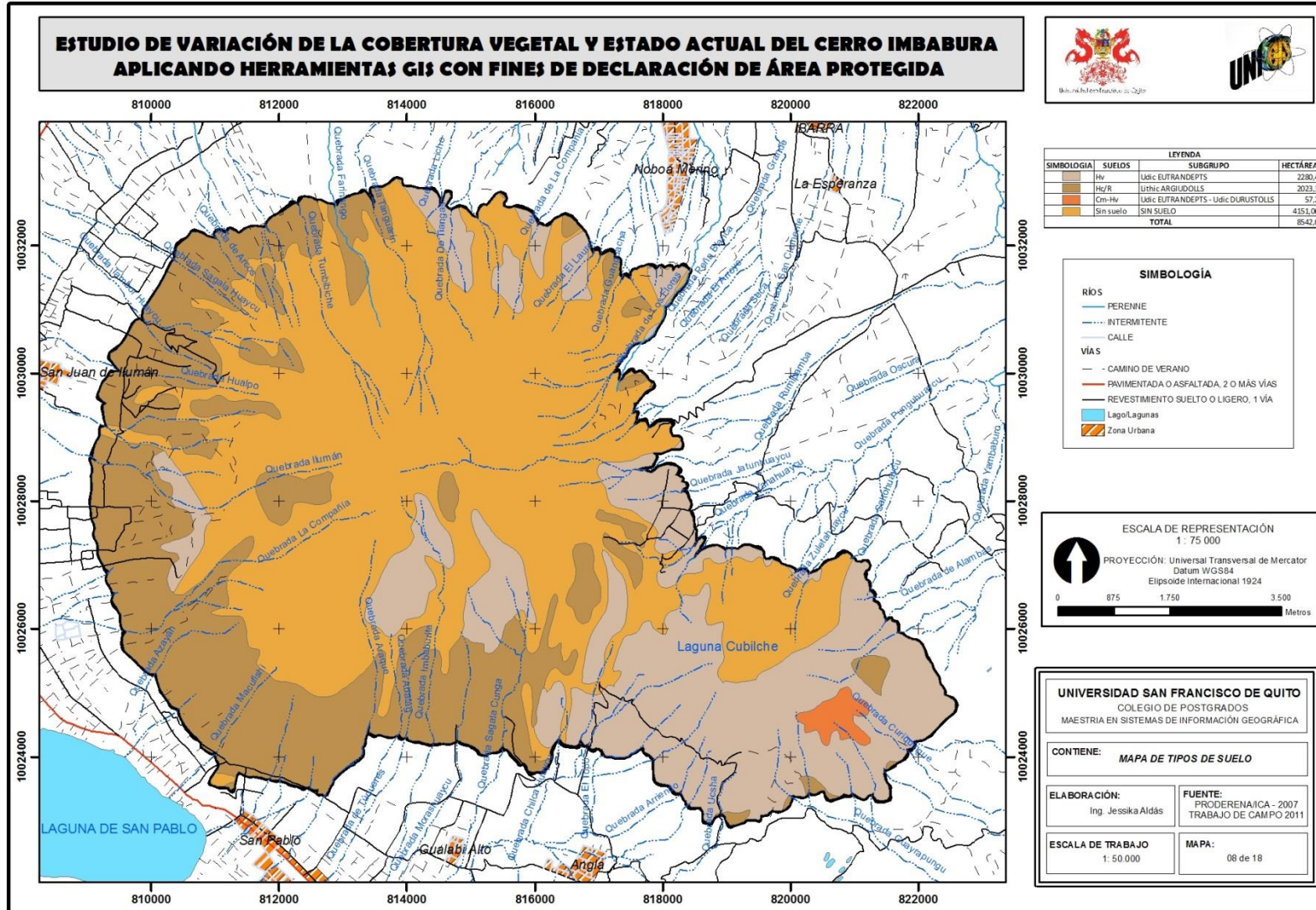
ANEXO 8. MAPA DE PENDIENTES



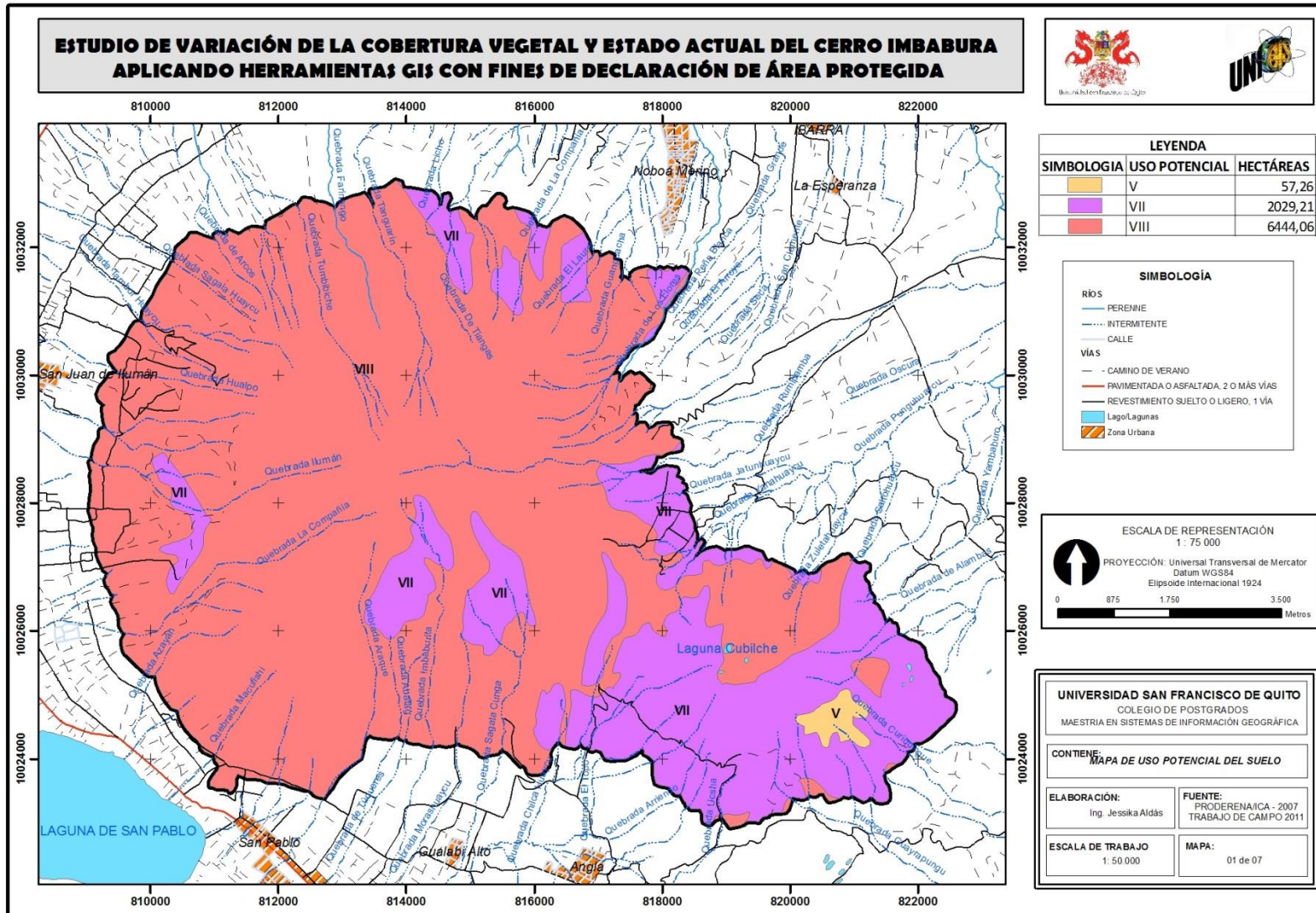
ANEXO 9. MAPA DE TIPOS DE CLIMA



ANEXO 10. MAPA DE TIPOS DE SUELO

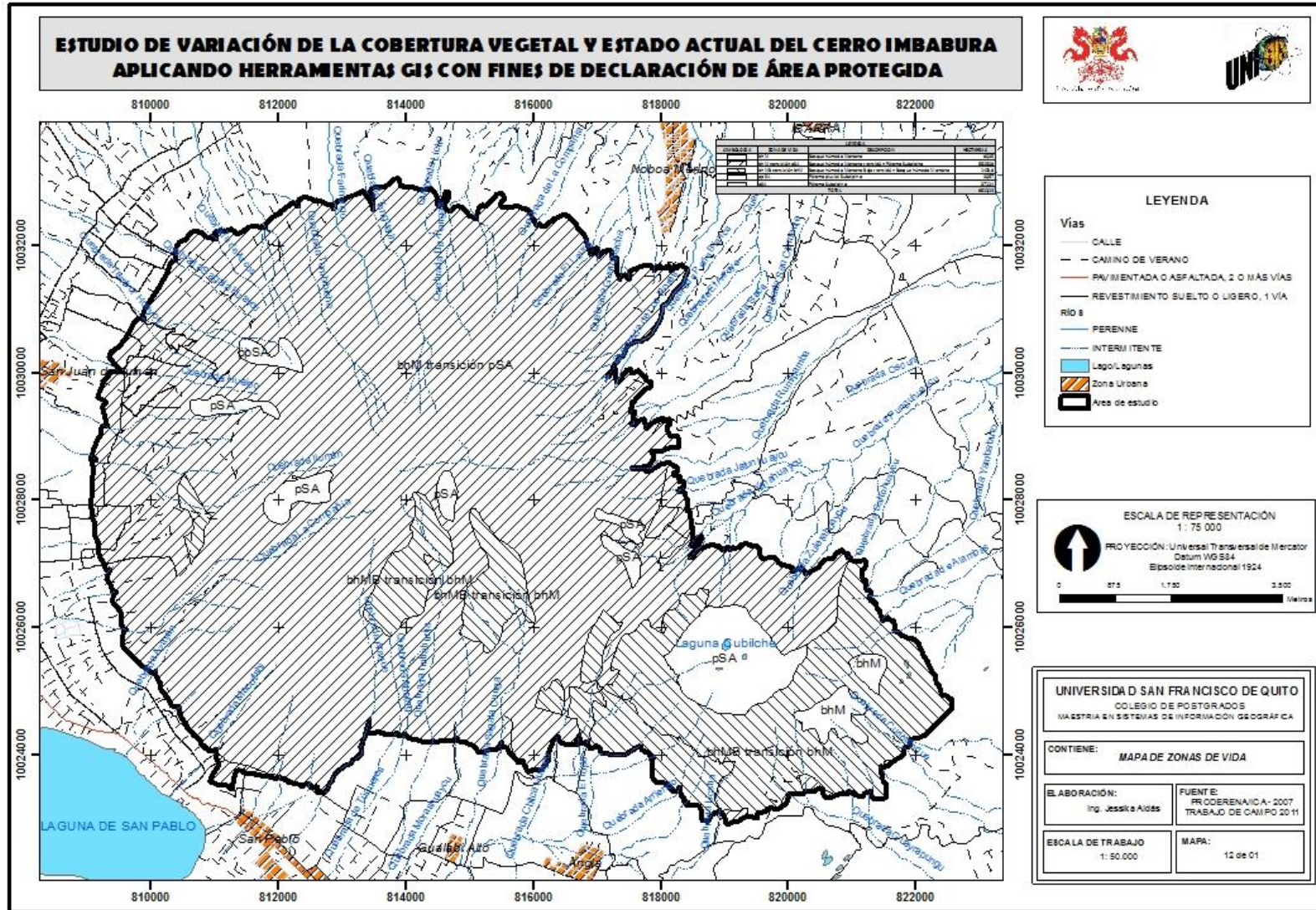


ANEXO 11. MAPA DE USO POTENCIAL DEL SUELO

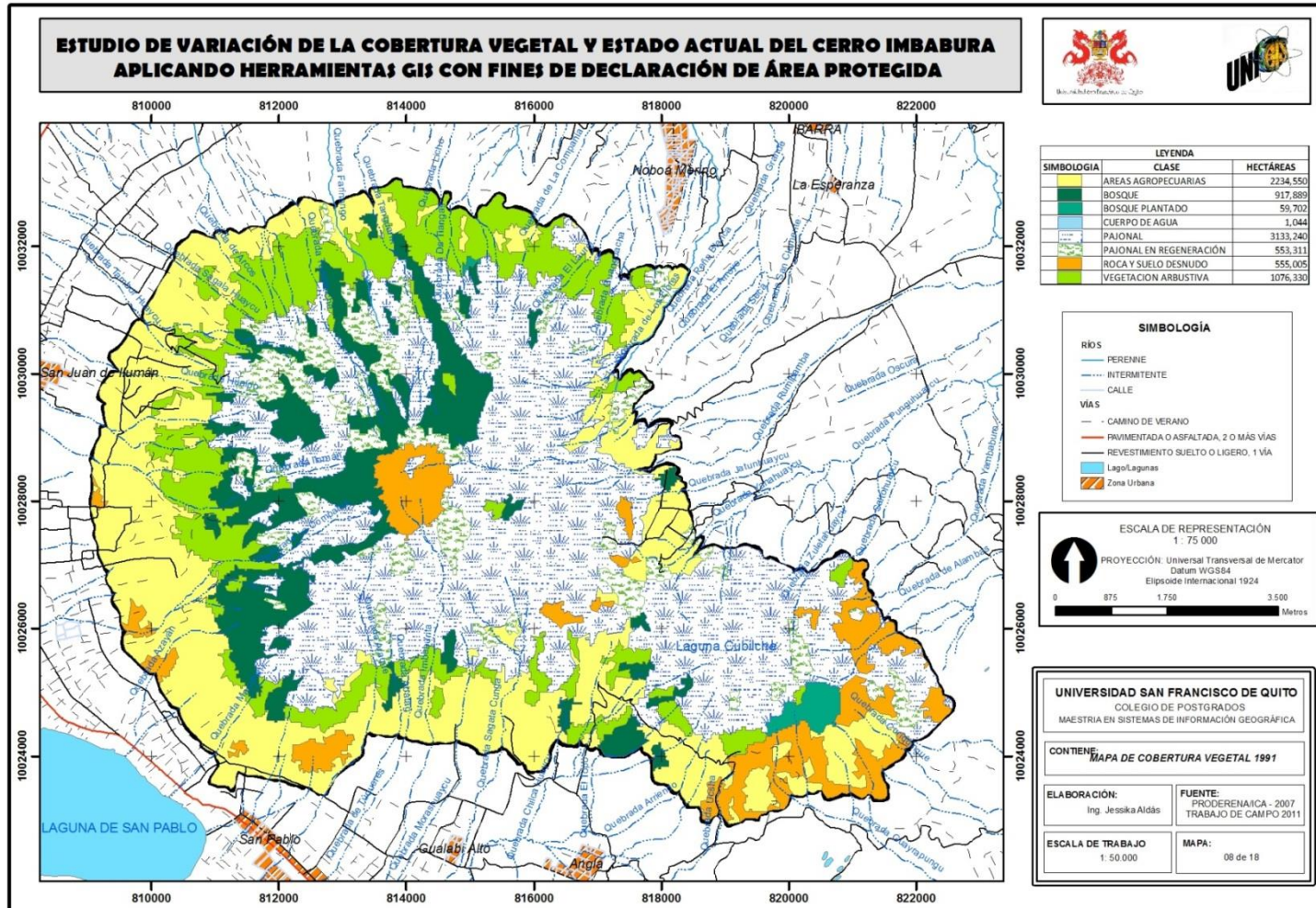




ANEXO 12. MAPA DE ZONAS DE VIDA



ANEXO 13. MAPA DE COBERTURA VEGETAL 1991



ANEXO 14. MAPA DE COBERTURA VEGETAL 1999

