



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

**“ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA-AMBIENTAL Y PROPUESTA DE
MANEJO DEL CANTÓN PIMAMPIRO – PROVINCIA DE IMBABURA”**

**Tesis previa a la obtención del Título de:
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables**

**AUTORES: Grijalva Guerra Tatiana Elizabeth
Otálvaro Valencia José Libardo**

DIRECTOR: Ing. Guillermo Beltrán

Ibarra – Ecuador

2010

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA-AMBIENTAL Y PROPUESTA DE MANEJO
DEL CANTÓN PIMAMPIRO – PROVINCIA DE IMBABURA

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
parcial para obtener el título de

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADO:

Ing. Guillermo Beltrán
Director

Ing. Oscar Rosales
Asesor

Ing. Fabián Burbano
Asesor

Ing. Eduardo Gordillo
Asesor

Ibarra- Ecuador

2010

Las ideas, opiniones y criterios expresados en el presente estudio son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

DEDICATORIA

Principalmente a mis padres por el apoyo permanente a lo largo de mi carrera universitaria, así como a mi hijo Leite y esposo Alfredo por ser el motivo para querer alcanzar esta meta, siendo ellos mi soporte para llegar a la culminación del presente trabajo.

Tatiana Elizabeth Grijalva Guerra

Toda actividad la he dedicado y la dedicaré a Dios y a mi madre Graciela, por darme la vida y poder disfrutarla día con día. A mi padrino Eduardito y a los grandes amigos que desde el cielo velan por mis sueños y metas. A mi hermana Lisset y a mis dos campeones Jesús y David, los cuales se han convertido en el motor de mi lucha diaria. A mis maestros del Gimnasio de Taekwondo de la UFN, Jacinto y Marcelo, los cuales han sido para mí, mis grandes mentores y amigos, haciendo ver mis errores y ventajas. A mi amor Valeria y a todas mis hermanas y hermanos que aunque no lo son de sangre, si lo son de corazón y de lucha diaria, la gran mayoría de ellos valientes guerreros del Taekwondo, un arte marcial que nos ha dado equilibrio en nuestras vidas y en nuestros objetivos planteados.

José Libardo Otálvaro Valencia

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, a todos mis maestros universitarios, destacándose el Ing. Washington Estrada A., por su apoyo y ayuda constante; a la Ing. Fernanda Avellaneda por la información que nos proporcionó del SENPLADES; así como al director de tesis Ing. Guillermo Beltrán, a los asesores Ing. Oscar Rosales, Ing. Eduardo Gordillo y al Ing. Fabián Burbano; al Municipio de Pinampiro, en especial al Ing. Aurelio Guerrero por su ayuda y acogida en el momento de realizar el trabajo de campo, y a todos aquellos que nos apoyaron y colaboraron para la ejecución de la presente investigación.

Tatiana Elizabeth Grijalva Guerra

José Libardo Otávaro Valencia

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

1.1. GENERALIDADES

1.1	Introducción.	1
1.2	Antecedentes.	3
1.3	Justificación.	4
1.4	Objetivos.	5
1.4.1	Objetivo General.	5
1.4.2	Objetivos Específicos.	5
1.5	Preguntas Directrices.	6

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	Sustentabilidad.	7
2.2	Zonificación Ecológica – Ambiental.	8
2.2.1	Concepto.	8
2.2.2	Nivel de Zonificación.	9
2.2.3	Criterios generales para la Zonificación Ecológica-Ambiental.	10
2.2.4	Objetivos de la Zonificación Ecológica-Ambiental.	10
2.2.5	Beneficios potenciales de la Zonificación Ecológica-Ambiental.	10
2.2.6	Marco general de la Zonificación Ecológica-Ambiental.	11
2.2.7	Algunas definiciones.	12
2.2.8	Zonificación Ecológica-Económica (ZEE).	13
2.3	Plan de Manejo Ambiental.	15
2.3.1	Definición.	15
2.3.2	Organización del Plan de Manejo Ambiental.	16
2.4	Características del Sitio de Estudio.	17

2.4.1	Características Generales de las Parroquias del Cantón Pimampiro.	20
2.4.1.1	Parroquia de Pimampiro.	20
2.4.1.2	Parroquia de Mariano Acosta.	21
2.4.1.3	Parroquia de San Francisco de Sigsipamba.	23
2.4.1.4	Parroquia de Chugá.	25
2.4.2	Características Socioeconómicas.	27

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1.	Descripción del Proceso Metodológico.	31
3.1.1	Fase Preliminar.	31
3.1.2	Fase de Generación de Información Temática.	31
3.1.3	Fase de Análisis.	32
3.1.4	Fase de Evaluación.	33
3.1.5	Fase de Validación.	33
3.2	Generación de la Base de Datos Referenciada de los Componentes Abióticos, Bióticos y Socio-Económico de los Recursos Naturales del Cantón Pimampiro.	34
3.2.1	Delimitación del Área de Estudio.	34
3.2.2	Recopilación de la información.	34
3.2.3	Depuración de Datos.	35
3.2.4	Estandarización de Datos.	36
3.3	Elaboración de Cartografía Temática a Escala 1:50.000 de los Componentes Bióticos, Abióticos y Socio-Económicos del Cantón.	37
3.3.1	Metodología.	37
3.3.1.1	Entrada de Datos.	37

3.3.1.2	Digitalización.	38
3.3.1.3	Edición.	39
3.3.1.4	Generación de la Topología.	39
3.3.1.5	Generación de la Tabla de Atributos.	40
3.3.2	Elaboración de la Cartografía Temática.	40
3.3.2.1	Mapa Base.	41
3.3.2.2	Mapa Político.	43
3.3.2.3	Mapa de Isotermas.	44
3.3.2.4	Mapa de Isoyetas.	46
3.3.2.5	Mapas de Tipos de Clima.	48
3.3.2.6	Mapas de Tipos de Suelo.	50
3.3.2.7	Mapa de Zonas de Vida.	51
3.3.2.8	Mapa de Pendientes.	54
3.3.2.9	Mapa de Uso del Suelo.	56
3.3.2.10	Mapa de Cobertura Vegetal.	60
3.3.2.11	Mapa de Clases Agrológicas y Uso Potencial.	62
3.3.2.12	Mapa Geológico.	64
3.3.2.13	Mapa Hidrológico.	66
3.3.2.14	Mapa de Asentamientos Humanos.	68
3.3.2.15	Mapa de Susceptibilidad a la Erosión.	69
3.3.2.16	Mapa de Peligros Volcánicos.	70
3.3.2.17	Mapa de Sistema Nacional de Áreas Protegidas.	71
3.4	Análisis Estadístico Multitemporal de la Variación de la Cobertura Vegetal en Dos Épocas.	73
3.4.1	Procesamiento Digital.	74
3.4.2	Corrección Geométrica – Georeferenciación.	75
3.4.3	Generación de Mosaicos.	75
3.4.4	Análisis e Interpretación Temática.	76
3.4.5	Clasificación Digital (Vegetación-Cobertura del Suelo) Utilizando Sig.	77
3.4.6	Análisis Multitemporal (1978 - 2005).	77

3.7	Zonificación Ecológica - Ambiental como Elemento Clave para la Definición de Estrategias de Desarrollo del Cantón.	80
3.8	Diseño del Plan de Manejo.	83
3.8.1	Organización del Plan de Manejo Ambiental.	83

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1	Base de Datos Referenciada de los Componentes Abióticos, Bióticos y Socioeconómicos de los Recursos Naturales del Cantón Pimampiro.	85
4.2	Elaboración de la Cartografía Temática a Escala 1:5000.	85
4.2.1	Caracterización de los Componentes Abióticos.	85
4.2.1.1	Mapa Base del Cantón Pimampiro.	85
4.2.1.2	División Política del Cantón Pimampiro.	86
4.2.1.3	Geología.	86
4.2.1.3.1	Formación Geológica.	87
4.2.1.4	Suelos.	88
4.2.1.4.1	Tipos de Suelo.	91
4.2.1.4.2	Uso Actual del Suelo.	92
4.2.1.4.3	Clases Agrológicas y Uso Potencial del Suelo.	94
4.2.1.5	Geomorfología.	96
4.2.1.5.1	Pendiente.	97
4.2.1.5.2	Susceptibilidad a la Erosión.	98
4.2.1.5.3	Peligros Volcánicos.	100
4.2.1.6	Climatología	101
4.2.1.6.1	Precipitación Acumulada Anual (Isoyetas).	101
4.2.1.6.2	Temperatura Media Anual (Isotermas).	102
4.2.1.6.3	Tipos de Clima.	103
4.2.1.7	Hidrografía.	104

4.2.1.7.1	Microcuencas Hidrográficas.	104
4.2.1.7.2	Variables de las Microcuencas Hidrográficas.	105
4.2.2	Caracterización de los Componentes Bióticos.	108
4.2.2.1	Flora.	108
4.2.2.2	Tipos de cobertura Vegetal.	110
4.2.2.3	Zonas de vida.	111
4.2.2.4	Fauna.	112
4.2.2.4.1	Especies Faunísticas.	113
4.2.2.5	Áreas Naturales Protegidas.	114
4.2.3	Caracterización de los Componentes Socio-Económicos.	115
4.2.3.1	Demografía.	115
4.2.3.1.1	Asentamientos Humanos.	117
4.2.3.2	Viabilidad y Comunicación.	119
4.2.3.3	Político Administrativo.	120
4.3	Análisis Estadístico Multitemporal.	121
4.3.1	Análisis de Resultados.	121
4.3.2	Cambios en la Cobertura.	122
4.3.2.1	Bosque Natural (Bn).	122
4.3.2.2	Cultivos de Ciclo Corto (Cc).	123
4.3.2.3	Páramo (Pr).	125
4.3.2.4	Cuerpos de Agua (Wn).	126
4.3.3	Análisis de la deforestación.	127
4.4	Zonificación Ecológica - Ambiental.	128
4.5	Propuesta de Plan de Manejo.	129
4.5.1	Etapa de Construcción.	129
4.5.2	Organización del Plan de Manejo Ambiental	130
4.5.3	Reglas de Intervención.	130
4.5.4	Reglas de Uso.	131
4.5.5	Recomendaciones de Manejo.	131
4.5.6	Descripción de las Categorías del Plan de Manejo de las diferentes Zonas.	132

4.5.6.1	Zona de Conservación Activa.	132
4.5.6.2	Zona de Preservación Estricta.	134
4.5.6.3	Zona de Regeneración y Mejora.	135
4.5.6.4	Zona de Agricultura Intensiva e Extensiva.	136
4.5.6.5	Zona de Uso Ganadero.	139
4.5.6.6	Zona con Potencial de Esparcimiento y Recreo al Aire Libre.	141
4.5.6.7	Zona de Protección de Aguas Superficiales.	142
4.5.6.8	Zona de Uso Forestal.	143
4.5.6.9	Zona Urbana.	144
4.6	Validación	146

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES	147
------------------------	-----

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES	149
---------------------------	-----

7. RESUMEN	151
-------------------	-----

8. SUMMARY	153
-------------------	-----

9. BIBLIOGRAFÍA	155
------------------------	-----

10. ANEXOS	159
-------------------	-----

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA
1.	Jerarquización de los levantamientos para la Zonificación.	9
2.	Coordenadas Geográficas.	18
3.	Parroquias del Cantón Pimampiro.	18
4.	Estructura Política de Mariano Acosta.	22
5.	Estructura de la Base de Datos Georeferenciada de los Recursos Naturales del Cantón Pimampiro y sus Respectivas Fuentes.	35
6.	Layers Empleados Para la Elaboración del Mapa Base.	41
7.	Clasificación Climática para el Ecuador.	49
8.	Clasificación en un Mapa de Pendientes.	56
9.	Metadatos de la Ortofoto Cantón Pimampiro.	58
10.	Simbología de los Principales Usos del Suelo.	59
11.	Correspondencia entre el Uso Actual del Suelo y la Cobertura Vegetal, con sus Respectivos Índices de Protección al Suelo.	61
12.	Metodología para la Determinación de la Clase Agrológica y Uso Potencial del Suelo, de acuerdo a la Pendiente y a la Profundidad.	63
13.	Metodología para la Determinar las Características Físicas de la Cuenca, en cuanto a Forma, empleando SIG.	67
14.	Metadatos de las Fotografías Áreas empleadas en el Análisis Multitemporal.	74
15.	Ejemplo de Matrices de Cambio.	78
16.	Caracterización de las Zonas en base a los Mapas Temáticos	82
17.	Geología (Formación Geológica y Tipo de Suelos).	87
18.	Geología – Cantón Pimampiro.	88
19.	Conjuntos de suelos (Sigla Taxonómica) y Orden al que pertenecen.	90
20.	Características Edáficas de los Suelos del Cantón Pimampiro.	91

21.	Uso Actual del Suelo.	93
22.	Clases Agrológicas y Uso Potencial del Suelo.	95
23.	Geomorfología (Pendientes).	96
24.	Tipos de Pendientes del Cantón Pimampiro.	97
25.	Susceptibilidad a la Erosión del Cantón Pimampiro.	99
26.	Peligros Volcánicos del Cantón Pimampiro.	100
27.	Isoyetas del Cantón Pimampiro.	102
28.	Isotermas del Cantón Pimampiro.	103
29.	Tipos de Clima.	103
30.	Microcuencas del Cantón Pimampiro.	105
31.	Análisis del Coeficiente de Compacidad	107
32.	Especies de Flora en el cantón Pimampiro.	108
33.	Cobertura Vegetal del Cantón Pimampiro.	110
34.	Zonas de Vida del Cantón Pimampiro.	112
35.	Especies Faunísticas del cantón Pimampiro.	113
36.	SNAP.	114
37.	Asentamientos Humanos.	117
38.	PEA.	118
39.	División Política y Administrativa de Comunidades y Barrios por Parroquia.	120
40.	Matriz de Cambio del Uso del Suelo del cantón Pimampiro (1978-2005).	121
41.	Zonificación Ecológica – Ambiental.	128
42.	Puntaje según la importancia de las zonas obtenidas.	129

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA
1.	Ubicación Geográfica del Cantón Pimampiro.	19
2.	Mosaico de Cartas Topográficas 1:50.000 del IGM empleadas en la Elaboración de la Cartografía Base.	42
3.	Cálculo de áreas en la tabla de atributos.	43
4.	Interpolación de datos de temperatura, para la obtención de Isotermas.	45
5.	Interpolación de datos de precipitación, para la obtención de	
6.	Isoyetas.	47
7.	Unión de isoyetas e isothermas.	48
8.	Realización del “Dissolve” del layer <i>suelos</i> .	50
9.	Obtención del layer <i>z_vida</i> .	52
10.	Diagrama para la Clasificación de Zonas de Vida o Formaciones Vegetales del Mundo.	53
11.	Modelo Digital del Terreno (TIN) del cantón Pimampiro, vistas 2D y 3D.	55
12.	Ortofoto del Cantón Pimampiro.	57
13.	Obtención del layer <i>cobertura</i> .	60
14.	Elaboración del “Dissolve” del layer <i>clases_res</i> .	64
15.	Mosaico de Cartas Geológicas Digitales Escala 1:100.000, empleadas en el estudio.	65
16.	Cálculo del Ancho Promedio, por medio de “Field Calculator”.	67
17.	Creación de gráficos estadísticos en SIG.	69
18.	Tabla de atributos del layer <i>erosion_res</i> .	70
19.	Tabla de atributos del layer <i>peligros_volcani_res</i> .	71
20.	Obtención del layer <i>SNAP_pimam_dissolve</i> , mediante “Clip”.	72
21.	Mosaico Aerofotografía (1976 -1978)	76

22.	Modelo Cartográfico de la Zonificación Ecológica – Ambiental	81
23.	Longitud y Perímetro de una Cuenca Hidrográfica.	106
24.	Hidrografas según la Forma de la Cuenca.	107
25.	Variación en la cobertura del Bosque Natural (Bn).	123
26.	Variación en la cobertura de los Cultivos de Ciclo Corto (Cc).	124
27.	Variación en la cobertura del Páramo (Pr).	125
28.	Variación en la cobertura de los Cuerpos de Agua (Wn).	126
29.	Partes de una Cuenca Hidrográfica.	198
30.	Curvas Hipsométricas.	201
31.	Hidrografas según el perfil altimétrico del cauce principal.	201

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA
ANEXO 1:	Base de Datos Georeferenciada de los Recursos Naturales del Cantón Pimampiro	161
ANEXO 2:	Mapas de la zona de estudio.	172
ANEXO 3:	Propiedades de los Suelos según el Sistema Soil Taxonomy	173
ANEXO 4:	Descripción de los Suelos – Gran Grupo.	175
ANEXO 5:	Descripción de las Unidas del Uso del Suelo.	178
ANEXO 6:	Clases agrológicas (Land Capability Classification).	183
ANEXO 7:	Clasificación del mapa de ponderación para la obtención del mapa de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa.	187
ANEXO 8:	Peligros Volcánicos.	189
ANEXO 9:	Clasificación de los tipos de clima, del hidrólogo de la Orstom, Pierre Pourrut.	193
ANEXO 10:	Cuencas Hidrográficas.	195
ANEXO 11:	Descripción de las Zonas de Vida.	202
ANEXO 12:	Breve descripción de la Reserva Ecológica Cayambe Coca.	214
ANEXO 13:	El PEA en el Ecuador.	220
ANEXO 14:	Ubicación de Puntos- Verificación de Campo.	221
ANEXO 15:	Fotografías de la Zona de Estudio.	222
ANEXO 16:	Fichas de Evaluación Ecológica Rápida.	241
ANEXO 17:	Validación del Gobierno Municipal del Cantón Pimampiro.	261