



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO  
AMBIENTE**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por  
Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”**

**Andrea del Rocío Arias Chamorro**

**Sangolquí, 2007**

## **DEDICATORIA**

Lo único que me queda por decir es que este trabajo lo dedico a mis papis, Aída y Aníbal, me lo han dado todo, me han comprendido y me han aceptado como soy con todo su amor.

Para ellos todo, desde que nací.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero a mis padres por su apoyo incondicional y su gran comprensión, amor, tolerancia.

A mis herman@s que se amanecieron muchas veces conmigo y me ayudaron en todo.

A Pool, porque no hubiera realizado esto sin tu ayuda, gracias Piolín.

A mi tío, Gonzalo Tixi, por su gran ayuda en la elaboración de este documento, gracias mil por su tiempo, dedicación y paciencia.

A EcoPar, por haberme enseñado lo que es trabajar, y realizar los sueños, gracias por su apoyo, a tod@s.

Al Ing. Guillermo Beltrán por su paciencia y apoyo, y por compartir sus conocimientos.

Al Ing. Francisco León por su apoyo en el transcurso de mi carrera y ahora en este Proyecto.

Al Ing. Velásquez por ayudarme en todo lo que es información.

Al Foro de los Recursos Hídricos: Fundación Natura (FN), Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA), Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio (FEPP), Asociación Interjuntas, Servicio Holandés Para el Desarrollo (SNV), Islas de Paz, Municipio de Chunchi, Municipio de Riobamba, Municipio de Guamote, Honorable Consejo Provincial de Chimborazo.

A mis amig@s: Carla, MaGus, Paolita Q, Marthica, Xiomarín, Fernando E, por estar ayudándome incondicionalmente.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	8
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	9
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 <i>General</i> .....	10
1.3.2 <i>Específicos</i> .....	10
1.4 METAS.....	11
1.5 ALCANCE .....	11
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>12</b>
<b>CARACTERIZACIÓN DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</b> .....	<b>13</b>
2.1 GENERALIDADES .....	13
2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA (GRÁFICO 1) .....	13
2.3 ASPECTOS BIOFÍSICOS .....	15
2.3.1 <i>Clima</i> .....	15
2.3.1.1 Tipos de Clima (Anexo 1, Lámina 1) .....	16
2.3.1.2 Estaciones Meteorológicas (Gráfico 2).....	19
2.3.2 <i>Recurso Hídrico</i> .....	22
2.3.3 <i>Suelos (Gráfico 4)</i> .....	26
2.3.3.1 Clasificación de los suelos.....	27
2.3.4 <i>Geología (Anexo 1, Lámina 6)</i> .....	31
2.3.5 <i>Geomorfología (Anexo 1, Lámina 7)</i> .....	41
2.3.6 <i>Fauna (Gráfico 5)</i> .....	45
2.3.7 <i>Vegetación (Anexo 1, Lámina 8)</i> .....	48
2.4 ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS .....	50
2.4.1 <i>Población</i> .....	50
2.4.2 <i>Actividades Productivas (Gráfico 6)</i> .....	54
2.4.3 <i>Infraestructura y servicios básicos</i> .....	56
2.4.4 <i>Indicadores económicos</i> .....	57
2.4.5 <i>Salud</i> .....	58
2.4.6 <i>Educación</i> .....	60
2.4.7 <i>Infraestructura Vial</i> .....	61
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>63</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>64</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	64
3.2 METODOLOGÍA .....	64
3.2.1 <i>Recopilación de información</i> .....	65
3.2.2 <i>Validación y Depuración de la información</i> .....	68
3.2.3 <i>Procesamiento de información</i> .....	68
3.2.3.1 Mapa Base (Anexo 1, Lámina 9) .....	68
3.2.3.2 Mapa de Microcuencas (Anexo 1, Lámina 10) .....	69
3.2.3.3 Mapa de Suelos (Anexo 1, Lámina 11) .....	69
3.2.3.4 Mapa de Concesiones de Agua (Anexo 1, Lámina 12) .....	70
3.2.3.5 Mapa de Uso Actual del Suelo (Anexo 1, Lámina 13).....	70
3.2.3.6 Modelo Digital del Terreno (Anexo 1, Lámina 14) .....	70
3.2.3.7 Mapa de Pendientes (Anexo 1, Lámina 15) .....	71
3.2.3.8 Modelo de Precipitación (Anexo 1, Lámina 16).....	71

3.2.3.9	Modelo de Temperatura (Anexo 1, Lámina 17).....	72
3.2.3.10	Mapa de Densidad Poblacional por Microcuencas (Anexo 1, Lámina 18).....	74
3.2.3.11	Mapa de Clima (Anexo 1, Lámina 1).....	75
3.2.3.12	Mapa de Caudales Específicos (Anexo 1, Lámina 19).....	77
3.2.3.13	Medición de caudales (Anexo 1, Lámina 20).....	80
3.2.3.13.1	Método del Flotador.....	80
3.2.3.13.2	Método del molinete electrónico.....	81
3.2.3.14	Disponibilidad de Agua (Anexo 1, Lámina 21).....	82
3.2.3.15	Priorización de Microcuencas.....	83
3.2.3.15.1	Tipo de Suelo.....	84
3.2.3.15.2	Clima.....	84
3.2.3.15.3	Pendientes.....	85
3.2.3.15.4	Disponibilidad de Agua.....	85
3.2.3.15.5	Uso del Suelo.....	86
3.2.3.15.6	Tamaño de las Microcuencas.....	86
3.2.3.15.7	Población.....	87
3.2.3.15.8	Cruce de Mapas.....	88
<b>CAPITULO IV.....</b>		<b>89</b>
<b>MICROCUENCAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO. RESULTADOS.....</b>		<b>90</b>
4.1	LAS MICROCUENCAS.....	90
4.2	USO DEL SUELO POR MICROCUENCAS.....	92
4.3	CONCESIONES DE AGUA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	92
4.4	ESTACIONES CLIMÁTICAS Y DISPONIBILIDAD DE AGUA POR MICROCUENCAS ..	93
4.5	INFRAESTRUCTURA VIAL Y MICROCUENCAS.....	96
4.6	POBLACIÓN Y MICROCUENCAS.....	96
4.7	MICROCUENCAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	99
4.8	ELEMENTOS MÍNIMOS DE CONSERVACIÓN DE UNA MICROCUENCA.....	100
4.9	LAS MICROCUENCAS Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	100
<b>CAPITULO V.....</b>		<b>112</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>113</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	113
5.2	RECOMENDACIONES.....	117
BIBLIOGRAFÍA:.....		118
<b>ANEXOS.....</b>		<b>119</b>
<b>GRÁFICOS:</b>		
GRÁFICO 1: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....		14
GRÁFICO 2: ESTACIONES INAMHI.....		20
GRÁFICO 3: RECURSO HÍDRICO, CANTÓN PENIPE.....		22
GRÁFICO 4: ORDEN DE LOS SUELOS.....		30
GRÁFICO 5: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN FAUNA.....		47
GRÁFICO 6: DENSIDAD POBLACIONAL POR CANTONES.....		53
GRÁFICO 7: USO DEL SUELO.....		55
GRÁFICO 8: DISTRIBUCIÓN UNIDADES DE SALUD (POBLACIONES).....		59
GRÁFICO 9: INFRAESTRUCTURA VIAL PROVINCIAL.....		62
GRÁFICO 10: MODELO CARTOGRÁFICO.....		67
GRÁFICO 11: ESTIMACIÓN LINEAL.....		74
GRÁFICO 12: POLÍGONOS DE THIESSEN.....		78
GRÁFICO 13: MICROCUENCAS Y POLÍGONOS DE THIESSEN.....		79
GRÁFICO 14: TOMA DE CAUDAL CON MOLINETE.....		81
GRÁFICO 15: PRIORIZACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHAMBO.....		105

GRÁFICO 16: PRIORIZACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE.....	106
GRÁFICO 17: PRIORIZACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO YAGUACHI.....	109
GRÁFICO 18: PRIORIZACIÓN DE LAS MICROCUENCAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO UPANO.....	111

**FIGURAS:**

<b>Figura 1:</b> Esquema de Trabajo .....	64
---	----

**CUADROS:**

<b>Cuadro 1:</b> Cantones de la Provincia .....	14
<b>Cuadro 2:</b> Tipo de Clima y características .....	18
<b>Cuadro 3:</b> Estaciones Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.....	21
<b>Cuadro 4:</b> División Sistema Hídrico en la Provincia de Chimborazo.....	23
<b>Cuadro 5:</b> Distribución Poblacional por grupos étnicos.....	51
<b>Cuadro 6:</b> Distribución Cantonal de la población.....	52
<b>Cuadro 7:</b> Uso del Suelo.....	56
<b>Cuadro 8:</b> Principales Indicadores de Pobreza.....	57
<b>Cuadro 9:</b> Estaciones con Temperatura Media Anual utilizadas para el Modelo de Temperatura.....	72
<b>Cuadro 10:</b> Reclasificación Valores de Temperatura.....	76
<b>Cuadro 11:</b> Reclasificación Valores de Precipitación.....	76
<b>Cuadro 12:</b> Reclasificación Valores de Altura .....	76
<b>Cuadro 13:</b> Tabla de Priorización de Unidades Climáticas.....	84
<b>Cuadro 14:</b> Tabla de Priorización de Pendientes según la FAO.....	85
<b>Cuadro 15:</b> Tabla de Priorización de la Disponibilidad de Agua.....	85
<b>Cuadro 16:</b> Tabla de Priorización de Vegetación.....	86
<b>Cuadro 17:</b> Valores de prioridad por área de microcuenca .....	87
<b>Cuadro 18:</b> Tabla de Priorización de la Población.....	87
<b>Cuadro 19:</b> Disponibilidad por Microcuencas.....	93
<b>Cuadro 20:</b> Densidad Poblacional por Microcuencas.....	97
<b>Cuadro 21:</b> Cantidad de Microcuencas según el CNRH.....	100
<b>Cuadro 22:</b> Prioridad por Microcuenca, Subcuenca del Río Chambo.....	103
<b>Cuadro 23:</b> Priorización Subcuenca Río Patate.....	106
<b>Cuadro 24:</b> Priorización Subcuenca Río Yaguachi.....	107
<b>Cuadro 25:</b> Priorización Subcuenca Río Upano.....	110

## CAPITULO I



## INTRODUCCIÓN

### **1.1 ANTECEDENTES**

La planificación de los recursos hídricos constituye una de las actividades más importantes para asegurar una gestión sustentable basada en la eficiencia, respeto y la conservación de las fuentes de aguas superficiales y terrestres, en cuanto a su calidad y cantidad.

Una de las actividades clave para la gestión es el reconocimiento de los usuarios como responsables de la planificación y manejo del agua. Este es uno de los requerimientos para el uso sustentable de los recursos hídricos, lo que supone, además, debe ser económicamente eficiente, ambientalmente equilibrado (no perjudicial), políticamente viable, territorialmente justo y socialmente aceptable. Todo esto implica un proceso integrado de planificación, toma de decisiones y compromisos de los usuarios.

Esta planeación de los recursos hídricos debe tener un soporte en herramientas de manejo relacionadas con el ordenamiento territorial de las cuencas hidrográficas, en el que los componentes del ambiente expliquen las interacciones que condicionan el manejo del agua. De esta caracterización de las condiciones físicas, sociales y de gestión del recurso se puede obtener una jerarquización (zonificación) de las actividades a realizarse basadas en el estado del manejo y del recurso orientando a las actividades de planificación.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El presente trabajo tiene un enfoque globalizador, ya que su problemática se analizó desde ángulos y perspectivas diferentes, se confrontó la parte conceptual o teórica con la vivencia de la población o comunidad, se consideró las implicaciones climáticas, hidrográficas, sociales, económicas del individuo, la familia y la sociedad; por ello, el proyecto desarrollado resalta la importancia de su aplicación y optimiza los esfuerzos de las diferentes instituciones que convergen en el objetivo de aprovechar el recurso hídrico de una provincia tan importante del Ecuador.

Cabe resaltar que el desarrollo de este proyecto prioritario en el manejo de los recursos hídricos genera beneficio: social, económico, político, agrario, y de bienestar para la población de esta provincia, además que permite mantener el equilibrio del ecosistema, es decir, la relación entre el ser humano y el medio ambiente, entre el ser humano y el reino animal, entre el ser humano y el reino vegetal; así también permitirá el aprovechamiento de los recursos hídricos que constituyen la fuente fundamental del desarrollo agrícola y ganadero, y por tanto del desarrollo económico y la riqueza de esa provincia.

Entregar a la comunidad el estudio y planificación de los recursos hídricos es un verdadero reto ya que ello asegura una gestión sustentable basada en la eficacia, respeto y la conservación de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas observando su cantidad y su calidad.

El trabajo realizado se ejecutó en función de prioridades, las mismas que permitieron visualizar espacialmente el manejo del recurso hídrico en la provincia de Chimborazo, para lo que se zonificó a fin de obtener y generar una propuesta que permita sostenibilidad y durabilidad en el sistema de manejo del agua y que a

largo plazo regule y controle el acceso, la calidad y la cantidad de este importantísimo recurso.

Las instituciones que participaron son: Fundación Natura (FN), Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA), Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio (FEPP), Asociación Interjuntas, Servicio Holandés Para el Desarrollo (SNV), Islas de Paz, Municipio de Chunchi, Municipio de Riobamba, Municipio de Guamote, Honorable Consejo Provincial de Chimborazo, con la coordinación de ECOPAR.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 General**

Definir las prioridades de manejo del recurso hídrico por microcuencas, a través del Sistema de Información Geográfica.

#### **1.3.2 Específicos**

- Estimar la disponibilidad de agua de las microcuencas en relación a los aspectos climáticos, orográficos.
- Realizar la sectorización por microcuencas para la determinación de prioridades de las mismas, tomando como referencia la densidad poblacional, disponibilidad de agua, sistemas de riego.
- Proponer los mejores usos para las microcuencas.

## **1.4 METAS**

- Construir una propuesta que permita el manejo de las microcuencas de la Provincia de Chimborazo, sobre la base de una zonificación ambiental a una escala 1:50000
- Elaborar el mapa de definición de prioridades a una escala 1:50000, para el manejo de las microcuencas de la Provincia de Chimborazo.
- Elaborar el mapa de concesiones de agua por microcuencas a una escala 1:50000
- Elaborar el mapa de caudales a una escala 1:50000

## **1.5 ALCANCE**

El desarrollo del proyecto permitirá un aporte significativo y fundamental para el quehacer de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales de la Provincia de Chimborazo, ya que en él se encuentra perfiles y criterios guías que orientarán el desarrollo armónico y sustentable de cada una de las cuencas hidrográficas motivo de estudio, constituyéndose entonces en una herramienta de desarrollo que evite la deforestación, contaminación y la sobreutilización de los recursos naturales, entre otros.

Esta propuesta está sobre la base de la zonificación ambiental, de definición de prioridades para el manejo de microcuencas, de las concesiones del líquido vital por microcuencas, de mapa de caudales, mismos que están diseñados y elaborados a la escala de 1:50000 respectivamente.

## CAPITULO II



## **CARACTERIZACIÓN DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

### **2.1 GENERALIDADES**

La provincia de Chimborazo es conocida como la provincia de “Las Cumbres Andinas”, su aspecto orográfico pone de manifiesto una cadena montañosa que va uniendo los ramales principales de la cordillera de los Andes, en ella sobresale el nudo de Tiocajas que sirve de límites a las hoyas del Chambo y Chanchán.

Sus recursos naturales se caracterizan por ser un suelo apto para la agricultura, por ello se encuentra productos acordes con la diversidad de los pisos climáticos que posee, entre la principal producción que la provincia ofrece al país está la variedad de cereales, tubérculos, legumbres, hortalizas, caña de azúcar, café, banano y una variedad de frutas.

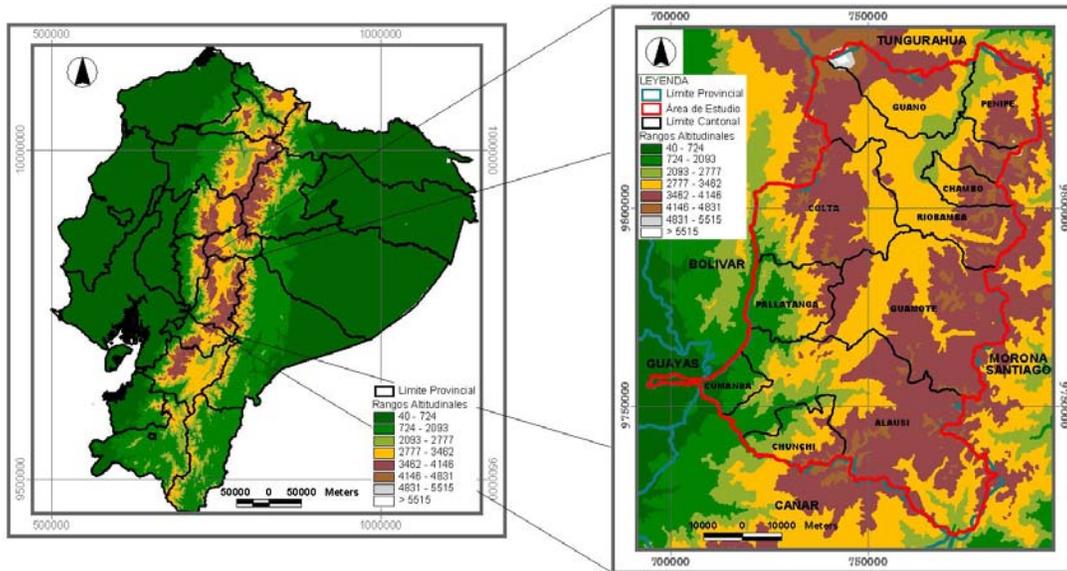
La ganadería es algo importante de destacar con una producción vacuna porcina y ovina, constituyéndose en un referente nacional; además de ello, la provincia de Chimborazo se caracteriza por albergar y entregar las condiciones adecuadas para la crianza y el desarrollo del ganado caballar, así como de las llamas y alpacas que hoy en día se constituyen en una riqueza del altiplano andino.

### **2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA (Gráfico 1)**

La provincia de Chimborazo, área, limita al norte con la provincia de Tungurahua, al sur con la del Cañar, al este con la de Morona Santiago y al oeste con Guayas y Bolívar. Su capital es Riobamba, denominada como la “Sultana de los Andes”, está ubicada a 2798 m.s.n.m. Tiene una superficie de 5637 km<sup>2</sup> y políticamente está dividida en 10 cantones; tiene variedad de climas desde el glacial hasta el

templado y seco; no tiene influencia marítima en razón de estar enclaustrada entre las cadenas montañosas.

### UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



**Gráfico 1:** Ubicación Geográfica de la Provincia de Chimborazo

CANTÓN	ÁREA (Ha)	%
ALAUÍS	163612,4	25
GUAMOTE	120235,3	19
RIOBAMBA	100718,7	16
COLTA	83339,3	13
GUANO	46243,1	7
PALLATANGA	38584,8	6
PENIPE	37133,7	6
CHUNCHI	26849,5	4
CUMANDÁ	16425,6	3
CHAMBO	15947,1	2

**Cuadro 1:** Cantones de la Provincia

## **2.3 ASPECTOS BIOFÍSICOS**

La Provincia está caracterizada por su diversidad, tanto en el aspecto físico como biológico; poseyendo una gran variedad de climas, tipos de suelo, flora, fauna, relieve, entre otros; dando a esta diferentes matices para la vida de los pobladores.

### **2.3.1 Clima**

“Si hay algún elemento del entorno geográfico que poco o nada el hombre puede manejar o modificar concientemente, ese es el clima. Si hay algún clima en extremo difícil de comprender, de pronosticar y de manejar, ese es el que resulta de la confluencia de tan complejos condicionantes como son la posición equinoccial, la constitución andina y la vecindad oceánica. Ese es clima o los climas del Ecuador” Nelson Gómez<sup>1</sup>.

Al estar la Provincia ubicada en la región central del Ecuador, se puede observar que presenta diversos tipos de clima, debido a que no se encuentra en su totalidad en la serranía ecuatoriana, ciertas partes como el Cantón Cumandá ubicado en las estribaciones occidentales de la cordillera que da a la región costanera, presenta un clima más húmedo y cálido que el resto de la provincia, así como también el Cantón Alausí, el cual se encuentra en las estribaciones de la cordillera oriental y presenta un clima más parecido a la región amazónica.

Esta diversidad de climas ha determinado la flora y fauna, y también la forma de vida de las poblaciones asentadas a lo largo de la provincia.

---

<sup>1</sup> Citado por POURRUT, Pierre y otros; El Agua en el Ecuador, Clima, precipitaciones, escorrentía, Estudios de Geografía Volumen 7, INAMHI, MAG, Quito – Ecuador, 1995, Impresión Editores Asociados, Art. III, p. 3.

### 2.3.1.1 Tipos de Clima (Anexo 1, Lámina 1)

La clasificación dada, es la usada por Pierre Pourrut, en el libro de artículos científicos, “El Agua en el Ecuador”, según esta metodología, los tipos de climas encontrados en la provincia de Chimborazo, son:

**Ecuatorial Frío Semiárido (EFA).** Este tipo de clima se caracteriza por encontrarse a una altura entre 2500 y 3200 msnm, con una temperatura promedio anual de 12°C, y una precipitación anual menor a 500mm, el tipo de vegetación en este tipo de clima son, plantas espinosas, como la chuquiragua.

**Ecuatorial Frío Semiárido de Alta Montaña (EFAAMñ).** La característica principal de este tipo de clima es la altura, presentándose a más de los 3200 msnm, con temperaturas menores a 12°C, precipitaciones menores a 500mm, y con el tipo de vegetación pajonal y plantas espinosas.

**Ecuatorial Frío Semihúmedo Alta Montaña (EFHAMñ).** Como los climas de alta montaña, este se caracteriza por la altura mayor a 3200msnm, precipitaciones entre 500 y 1000mm, y temperaturas menores a los 12°C, el tipo de vegetación encontrado es matorral, páramo, pastos y cultivos.

**Ecuatorial Frío Seco (EFS).** Se presenta con precipitaciones entre 500 y 1000mm, temperaturas menores a los 12°C, y alturas entre los 2900 a 3100msnm, el tipo de vegetación que se encuentra en este tipo de clima es pajonal y pastos.

**Ecuatorial Frío Húmedo (EFH).** Tipo de clima caracterizado por una precipitación entre 1000 y 2000mm, con temperaturas menores a 12°C, y alturas comprendidas entre 2900 y 3200msnm, el tipo de vegetación varía entre bosque denso y cultivos.

**Ecuatorial Frío Húmedo de Alta Montaña (EFHAMñ).** Se presenta en zonas con alturas mayores a los 3200msnm, con temperaturas menores a los 12°C y

precipitaciones entre 1000 y 2000mm, el tipo de vegetación que se encuentra en este tipo de clima es bosque denso, y cultivos de altura.

**Ecuatorial Frío Muy Húmedo (EFMH).** Se lo encuentra en alturas entre 2800 y 3150msnm, con temperaturas menores a 12°C, y precipitaciones mayores a los 2000mm, la vegetación que se encuentra es bosque denso.

**Ecuatorial Frío Muy Húmedo de Alta Montaña (EFMHAMñ).** Clima que se encuentra en alturas mayores a los 3200msnm, con precipitaciones mayores a 2000mm y temperaturas menores a 12°C, con vegetación densa.

**Ecuatorial Mesotérmico Semiárido (EMsSa).** Este tipo de clima se caracteriza por presentar temperaturas de 12 a 22°C, con precipitaciones menores a los 500mm, y altura de 1800 a 2800msnm, se encuentran pastos y cultivos.

**Ecuatorial Mesotérmico Semihúmedo (EMsSh).** En este tipo de clima las temperaturas varían entre 12 y 22°C, con precipitaciones entre 500 y 1000mm, en alturas que van desde 1000 a 3000msnm, y se puede encontrar matorral y cultivos.

**Ecuatorial Mesotérmico Húmedo (EMsH).** Se caracteriza por presentar temperaturas entre 12 y 22°C, con precipitaciones entre 1000 y 2000mm, y se encuentra a una altura de entre 1500 y 3000msnm, la vegetación natural ha sido reemplazada por diferentes cultivos.

**Ecuatorial Mesotérmico Seco (EMsS).** Caracterizado por presentar precipitaciones menores a 500mm, con temperaturas entre 12 y 22°C, y una altura de entre 1500 a 2800msnm, presentan una vegetación de plantas espinosas.

**Ecuatorial Mesotérmico Muy Húmedo (EMsMH).** Se encuentra por lo general a alturas de entre 2400 a 3000msnm, con temperaturas de entre 12 y 22°C, y precipitaciones mayores a los 2000mm, la vegetación natural y densa.

**Tropical Megatérmico Semihúmedo (TMgSH).** Este clima se presenta en alturas que van desde los 400 a 900msnm, en la región costanera, con temperaturas superiores a los 22°C, y con precipitaciones entre 500 y 1000mm, el tipo de vegetación es de transición.

**Uniforme Megatérmico Húmedo (UMgH).** Este tipo de clima se encuentra en la región costa y amazónica, en alturas de entre 150 y 600msnm, con temperaturas superiores a 22°C y precipitaciones entre 1000 y 2000mm, el tipo de vegetación es de transición y selvática.

**Cuadro 2:** Tipo de Clima y características

TIPO DE CLIMA	SIGLAS	ALTURA (msnm)	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	VEGETACIÓN
Ecuatorial Frío Semiárido	EFA	2500 - 3200	< 12	< 500	Plantas espinosas (Chuquirahua)
Ecuatorial Frío Semi arido de Alta Montaña	EFAAMñ	> 3200	< 12	< 500	Pajonal y plantas espinosas
Ecuatorial Frío Semi Húmedo Alta Montaña	EFSHAMñ	> 3200	< 12	500 - 1000	Matorral, páramo, Áreas cultivadas, Pastos
Ecuatorial Frío Seco	EFS	2900 - 3100	< 12	500 - 1000	Pajonal, pastos
Ecuatorial Frío Húmedo	EFH	2900 - 3200	< 12	1000 - 2000	Bosque denso, cultivos
Ecuatorial Frío Húmedo de Alta Montaña	EFHAMñ	> 3200	< 12	1000 - 2000	Bosque denso, cultivos
Ecuatorial Frío Muy Húmedo	EFMH	2800 - 3150	< 12	> 2000	Bosque denso
Ecuatorial Frío Muy Húmedo de Alta Montaña	EFMHAMñ	> 3200	< 12	> 2000	Bosque denso
Ecuatorial Mesotérmico Semiárido	EMsSa	1800 - 2800	12 - 22	< 500	Pastos, cultivos

<b>Ecuatorial Mesotérmico Semi Húmedo</b>	<b>EMsSh</b>	1000 - 3000	12 - 22	500 - 1000	Cultivos, matorral, páramo
<b>Ecuatorial Mesotérmico Húmedo</b>	<b>EMsH</b>	1500 - 3000	12 - 22	1000 – 2000	Cultivos
<b>Ecuatorial Mesotérmico Seco</b>	<b>EMsS</b>	1500 - 2800	15	< 500	Plantas espinosas
<b>Ecuatorial Mesotérmico Muy Húmedo</b>	<b>EMsMH</b>	2400 - 3000	12 - 22	> 2000	Bosque denso
<b>Tropical Megatérmico Semihúmedo</b>	<b>TMgSh</b>	400 - 900	> 22	500 - 1000	Vegetación de Transición
<b>Uniforme Megatérmico Húmedo</b>	<b>UMgH</b>	150 - 600	> 22	1000 - 2000	Vegetación Selvática

### 2.3.1.2 Estaciones Meteorológicas (Gráfico 2)

Los datos meteorológicos utilizados para el presente estudio, en muchos casos, son de fechas anteriores al año 90, esto se debe a que en el país no existen muchas estaciones meteorológicas, que permitan al usuario tener información actualizada. Es por esto que se trabajó con los datos que se tenía y obtenidos solo hasta el 2001.

En la provincia existen 31 estaciones validas para la obtención de los datos, y se utilizaron 31 estaciones más para poder interpolar los datos de precipitación, de estas la mayoría son pluviométricas, y solo unas pocas poseen datos meteorológicos, y muy pocas datos continuos.

Las estaciones que se utilizaron se presentan en el siguiente mapa, el cual está acompañado de una tabla en la cual se dan las referencias (nombre, código, y ubicación) de las mismas:

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

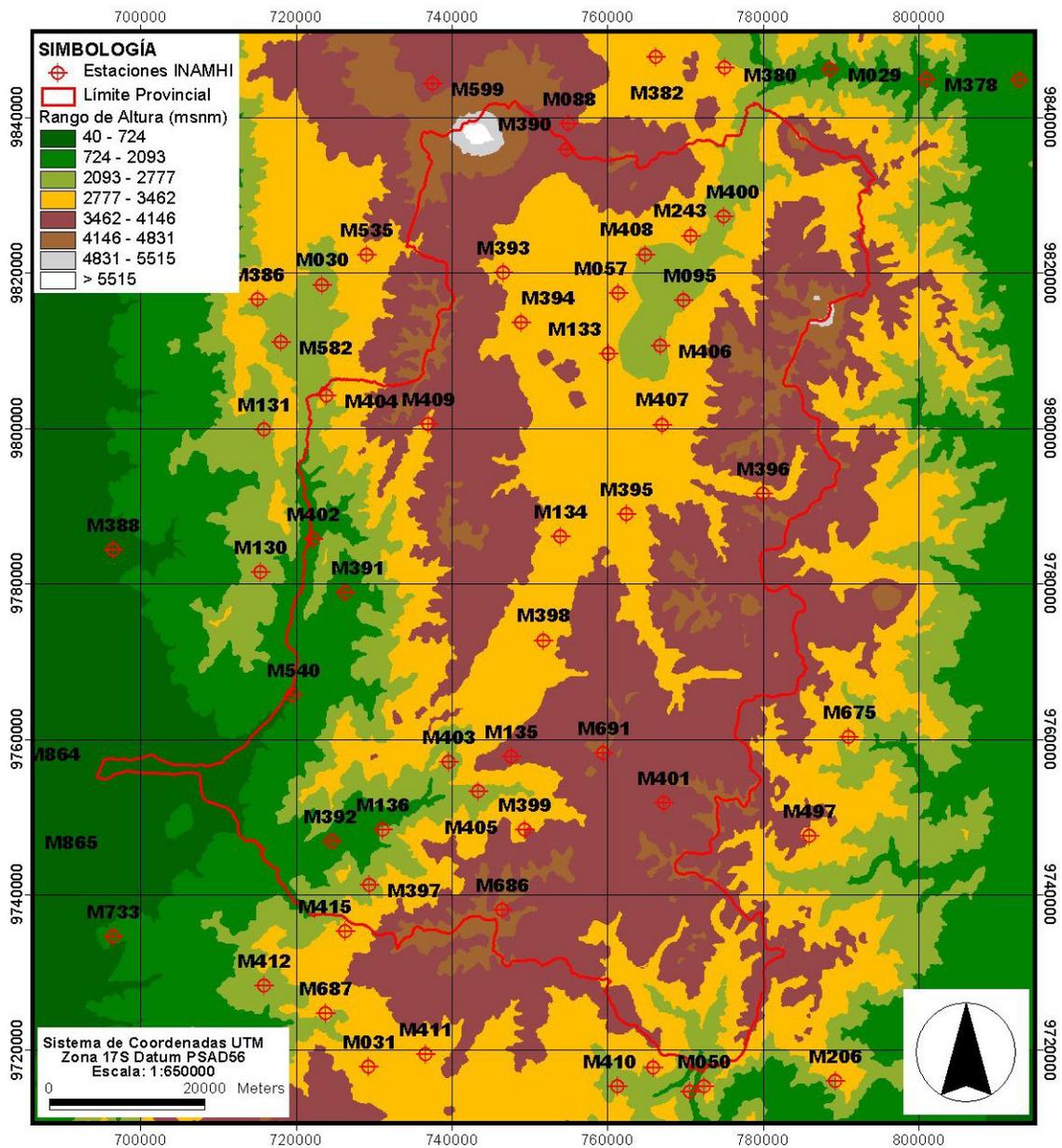


Gráfico 2: Estaciones INAMHI

**Cuadro 3:** Estaciones Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
<b>M029</b>	BAÑOS	788630	9846295
<b>M030</b>	SAN SIMON	723404	9818524
<b>M031</b>	CAÑAR	729337	9717806
<b>M050</b>	ARENALES-COLA DE SAN PABLO	772445	9715358
<b>M063</b>	PASTAZA AEROPUERTO	826451	9833984
<b>M088</b>	PUJILI (4 ESQUINAS)	755064	9839232
<b>M095</b>	QUIMIAG	769821	9816537
<b>M130</b>	CHILLANES	715425	9781512
<b>M131</b>	SAN PABLO DE ATENAS	715909	9799914
<b>M206</b>	GUARUMALES - PATIO DE MANIOBRAS	789292	9716007
<b>M217</b>	PEÑAS COLORADAS	770620	9714660
<b>M378</b>	RIO VERDE	801003	9844959
<b>M379</b>	EL TOPO-TUNGURAHUA	812951	9844828
<b>M380</b>	HUAMBALO	775144	9846525
<b>M382</b>	QUERO	766300	9847855
<b>M386</b>	COCHABAMBA(MAGDALENA)	715055	9816615
<b>M388</b>	RIO SAN ANTONIO - MONJAS	696512	9784360
<b>M410</b>	RIO MAZAR - RIVERA	761318	9715293
<b>M411</b>	INGAPIRCA	736682	9719405
<b>M412</b>	SUSCALPAMBA(CAPILLA DOLOROSA)	715893	9728340
<b>M415</b>	ANGAS LA UNION	726336	9735262
<b>M497</b>	LOGROÑO	785983	9747609
<b>M535</b>	LAS HERRERIAS	729041	9822390
<b>M582</b>	SAN MIGUEL DE BOLIVAR	718023	9811125
<b>M599</b>	RIO COLORADO	737628	9844441
<b>M671</b>	HUANGRA	765959	9717743
<b>M675</b>	ZUÑAC	791076	9760263
<b>M687</b>	HONDO HUAYCO	723755	9724758
<b>M733</b>	BOCATOMA CAÑAR	696454	9734597
<b>M864</b>	PRETORIA	685354	9754883
<b>M865</b>	ACHIOTE	685346	9747512
<b>M057</b>	RIOBAMBA - AEROPUERTO	761472	9817468
<b>M133</b>	GUASLAN	760226	9809634
<b>M134</b>	GUAMOTE	754011	9786135
<b>M135</b>	PACHAMAMA-TIXAN	747665	9757807
<b>M136</b>	CHUNCHI	731145	9748374
<b>M243</b>	PUNGALES	770759	9824833
<b>M390</b>	URBINA	754782	9835943
<b>M391</b>	PALLATANGA	726364	9778889
<b>M392</b>	HUIGRA	724591	9746909
<b>M393</b>	SAN JUAN CHIMBORAZO	746633	9820097
<b>M394</b>	CAJABAMBA	748882	9813642
<b>M395</b>	CEBADAS	762457	9788950
<b>M396</b>	ALAO	779994	9791630
<b>M397</b>	COMPUD	729436	9741249

<b>M398</b>	PALMIRA INAMHI	751767	9772753
<b>M399</b>	ACHUPALLAS-CHIMBORAZO	749357	9748365
<b>M400</b>	PENIPE	775030	9827317
<b>M401</b>	OZOGOCHÉ - LAGOS	767255	9751759
<b>M402</b>	CHIMBO DJ PANGOR	722181	9785733
<b>M403</b>	ALASI	739596	9757056
<b>M404</b>	CANNI-LLIMBE	723890	9804274
<b>M405</b>	GUASUNTOS	743454	9753333
<b>M406</b>	CHAMBO - FINCA GUADALUPE	766876	9810639
<b>M407</b>	LICTO	767018	9800499
<b>M408</b>	GUANO	764849	9822412
<b>M409</b>	PANGOR-J.DE VELASCO	737019	9800554
<b>M540</b>	MULTITUD	719609	9765655
<b>M671</b>	HUANGRA	765959	9717743
<b>M686</b>	LINDILIG	746552	9738057
<b>M691</b>	TOTORAS	759536	9758255
<b>MA10</b>	RIOBAMBA POLITECNICA	761472	9817468

### 2.3.2 Recurso Hídrico



**Gráfico 3:** Recurso Hídrico, Cantón Penipe

Los recursos hídricos se constituyen en uno de los elementos naturales renovables más importantes para la vida, es por esto que se hace necesaria y fundamental la planificación del uso de este, considerando que el agua dulce es un recurso escaso, por lo que cualquier esfuerzo que se realice permitirá usarlo de mejor manera.

En este sentido, la provincia cuenta con importantes recursos hídricos, debido a su constitución, al poseer zona de páramo la cual se constituye en una fuente importante en la reserva de este recurso. En el territorio chimboracense se encuentran ríos y riachuelos que van formando algunos de los principales de nuestro país, es el caso del Chambo, el cual tiene su nacimiento en las lagunas de Atillo y de Ozogoche. La provincia posee importantes lagunas, las cuales enriquecen la zona en lo paisajístico y en las llamadas reservas de agua.

A continuación se presenta, la división según el sistema hídrico, dado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH):

**Cuadro 4:** División Sistema Hídrico en la Provincia de Chimborazo

SISTEMA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCAS	
			CÓDIGO	NOMBRE
GUAYAS	RÍO GUAYAS	RÍO YAGUACHI	5205034	Q.Chalhuayacu
			5205033	Q.San Francisco
			5205032	R.Pumachaca
			5205035	Q.Huagra Corral
			5205036	Q.Morocho
			5205037	Q.Conventillo
			5205038	Q.Quilloyacu
			5205039	R.Zula
			5205041	R.Huasachaca
			5205042	Q.Chorrera de C.
			5205043	R.Sevilla
			5205044	Q.Yaute Huaicu
			5205045	R.Machángara
			5205046	Q.Sunticay
			5205047	R.Huatacsi
			5205048	R.Tilante
			5205049	R.Turmas
			5205050	R.Chiguangay
			5205052	R.Chilicay
			5205053	R.Azul
5205051	R.Angas			
52050562	Drenajes Menores			
5205031	R.Blanco			
5205029	Q.Chalhuayacu			
5205027	R.San Pablo			
5205019	R.Panza			

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

SISTEMA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCAS	
			CÓDIGO	NOMBRE
GUAYAS	RÍO GUAYAS	RÍO YAGUACHI	5205024	R.Guitsitse
			5205023	R.Coco
			5205025	R.Chayahuán
			5205018	Q.Cóndor Puñuna
			5205008	R.Conventillo
			5205017	R.Pangor
			5205015	R.Pallo
			5205020	R.Malpote
			5205016	R.Tangabana
			5205014	R.Cañi
			5205026	R.Citado
			5205056	Drenajes Menores
			52050561	Drenajes Menores
			5205006	R.Illangama
			5205040	R.Manzano
PASTAZA	RÍO PASTAZA	RÍO CHAMBO	7602018	R.Linilin
			7602001	R.Osogoche
			7602003	Q.Lillac
			7602004	R.Atillo
			7602005	R.Yasipan
			7602008	Q.Capahuaycu
			7602009	Q.Timbohuaycu
			7602010	Q.Pancún
			7602011	Q.Letrahuaycu
			7602014	Q.Tiocajas
			7602015	Q.Cachihuaycu
			7602013	Q.Yerbabuena
			7602017	Q.Curihuaycu
			7602016	Q.Bodega Grande
			7602023	Q.Chita Huaycu
			7602012	Q.Pucarrumi
			7602024	Q.Conpuene
			7602002	Q.Lulashi
			7602006	R.El Tingo
			7602007	Q.Chilcayacu
			7602022	Q.Pelucate
			7602052	Drenajes Menores
			7602026	Q.Bocatoma
7602027	R.Maguaza			
7602029	Q.Daldal			
7602028	Q.Quishpe			
7602030	R.Ulpán			
7602038	Q.Cachipata			

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

SISTEMA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCAS	
			CÓDIGO	NOMBRE
PASTAZA	RÍO PASTAZA	RÍO CHAMBO	7602039	Q.Puchucahuán
			7602040	Q.de Gusu
			7602048	R.Blanco
			7602037	Q.Colorada
			7602036	Q.Guaslán
			7602050	R.Puela
			7602049	R.Badcanuán
			7602019	R.Sasapud
			7602020	R.Grahujón
			7602034	Q.Tingo
			7602021	Q.Guashi
			7602033	R.Sicalpa
			7602032	R.Calera
			7602047	Q.Seca
			7602046	Q.Chocón
			7602045	Q.Macaqui
			7602051	Q.Cahuagi
			7602042	R.Guano
			76020421	R.Guano
			7602044	Q.Miraflores
			7602043	Q.Tulundo
			7602041	Q.Basacón
			7602035	Q.Las Abras
			7602031	R.Chimborazo
		7602025	R.Huargualla	
76020521	Drenajes Menores			
		RÍO PATATE	7601034	R.Blanco
			7601047	R.Mocha
			7601033	R.Colorado
SANTIAGO	RÍO SANTIAGO	RÍO SANTIAGO	7802096	R.Pomacocho
			7802098	R.Timbuyacu
			7802100	R.Púlpito
			7802099	Q.Pailacocha
			7802097	R.Juvalyacu
			7802095	R.Juval
			7802094	R.Saucay
			7802121	Drenajes Menores

En el Anexo 1, Lámina 2, podemos observar en el mapa la división del sistema hídrico en la provincia, por cuencas (3), subcuencas (4) y microcuencas (106); con sus ríos, quebradas, lagunas.

En el Anexo 1, Lámina 3, 4 y 5 se presenta el mapa hídrico de las diferentes subcuencas, que para el caso de la Provincia de Chimborazo, es de 3, la subcuenca del Río Yaguachi, perteneciente a la cuenca del Río Guayas (Lámina 3); la del Río Chambo y la del Río Patate, Cuenca del Río Pastaza (Lámina 4); y, la subcuenca del Río Upano, cuenca del Río Santiago (Lámina 5).

### **2.3.3 Suelos (Gráfico 4)**

“El suelo es la capa superficial terrestre y natural que contiene materia viva en su interior y que mantiene o es capaz de sostener vegetación”<sup>2</sup>.

La provincia de Chimborazo tiene variedad de suelos, pero didácticamente para el presente estudio, me permito asociar en tres grupos, aquellos que están cerca y junto a la cordillera oriental se caracterizan por ser pantanosos, que ecológicamente se debe mantener para buscar el equilibrio y como fuente de agua, la disecación de estos suelos son más perjudiciales que manteniéndolos en su estado natural, sin embargo en un suelo disecado se puede cultivar, pero esto representa la pérdida de una fuente importantísima del agua; en la parte central se encuentra una franja con suelos en proceso de deterioro, que a una pequeña profundidad se encuentra el suelo cangahuoso, que no es apto para la agricultura ni para la ganadería, en razón de que limita el desarrollo de la producción agrícola y de los pastos como fuente primaria del cultivo de alimentos del ganado. Estos suelos con el transcurrir del tiempo y el manejo antitécnico y por tanto en la sobreexplotación han sido deteriorados y actualmente son poco recuperables. En la franja occidental existen suelos francos que son propicios para la agricultura y la ganadería. Y a nivel de los Andes se encuentran suelos rocosos que no son aptos para la agricultura ni la ganadería, pero si son propicios para mantener el ecosistema de variedad de clima y precipitación que genera agua para el consumo animal, vegetal y humano.

---

<sup>2</sup> STRAHLER, Arthur y STRAHLER, Alan, Geografía Física, Tercera Edición, Ediciones Omega, Barcelona – España, 2000, p. 534

### 2.3.3.1 Clasificación de los suelos<sup>3</sup>

**ORDEN ALFISOLES.** Son aquellos suelos que poseen un epipedón ócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial) y moderada a alta saturación de bases. El proceso más importante asociado a estos suelos lo constituye la translocación de arcillas y su acumulación para formar los horizontes argílicos. Generalmente se desarrollan sobre superficies antiguas o en paisajes jóvenes pero estables, sin embargo son suelos aún suficientemente jóvenes pues retienen cantidades notables de minerales primarios, arcillas, minerales y nutrientes para las plantas. Son suelos recomendados para explotaciones intensivas de cultivos anuales, por su alto contenido en bases y alta reserva de nutrientes; son adecuados también para pastizales y bosques. Como limitantes generales se puede mencionar su susceptibilidad a la erosión en el horizonte argílico, poca infiltración del agua, bajo porcentaje de agua aprovechable y problemas para el desarrollo radicular de los cultivos.

**ORDEN ENTISOLES.** Son aquellos suelos que tienen muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogénicos. Hay muchas razones por las cuales no se han formado los horizontes; en muchos de los suelos el tiempo de desarrollo ha sido muy corto, otros se encuentran sobre fuertes pendientes sujetas a erosión y otros están sobre planicies de inundación, condiciones éstas que no permiten el desarrollo del suelo. Pero no todos los entisoles son suelos jóvenes, existen algunos que se han formado sobre materiales muy antiguos pero contienen arenas de cuarzo y otros minerales muy pobres que no forman horizontes sino con extremada lentitud.

Los entisoles de manera general se presentan en cualquier régimen climático. Suelen ocurrir sobre pendientes fuertes en las cuales la pérdida de suelo es más rápida que su formación, o donde la acumulación de materiales es continua, tal es

---

<sup>3</sup> GONZÁLEZ, Augusto, MALDONADO, Fausto y MEJÍA, Luis, Memoria Explicativa del Mapa General de Suelos del Ecuador, Publicación Auspiciada por el CLIRSEN, Quito – Ecuador, 1986, p.17-30.

el caso de las llanuras aluviales, estuarios, dunas, etc., o sobre materiales frescos (lavas).

Las condiciones de poco espesor o desarrollo del suelo limitan su uso; los principales problemas para su aprovechamiento constituyen la erosión, rocosidad, excesivos materiales gruesos, susceptibilidad a la inundación, saturación permanente de agua. Sin embargo los entisoles fértiles de los aluviones y llanuras costeras, sirven de sustento a una agricultura intensiva como es el caso de los suelos del banano y cacao en la cuenca del Guayas.

**ORDEN INCEPTISOLES.** Suelos que evidencian un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados; los procesos de traslocación y acumulación pueden presentarse. Constituyen una etapa subsiguiente de evolución, en relación con los entisoles, sin embargo son considerados inmaduros en su evolución.

Los inceptisoles ocurren en cualquier tipo de clima y se han originado a partir de diferentes materiales parentales (materiales resistentes o cenizas volcánicas); en posiciones de relieve extremo, fuertes pendientes o depresiones o superficies geomorfológicas jóvenes.

La definición de los inceptisoles es inevitablemente complicada. Abarca suelos que son muy pobremente drenados a suelos bien drenados y como ya se ha indicado con la presencia de algunos horizontes diagnósticos, sin embargo el perfil ideal de los inceptisoles incluiría una secuencia de un epipedón ócrico sobre un horizonte cámbico.

El uso de estos suelos es muy diverso y variado, las áreas de pendientes son más apropiadas para la reforestación mientras que los suelos de depresiones con drenaje artificial pueden ser cultivados intensamente.

**ORDEN MOLLISOLES.** Los mollisoles son en su mayoría aquellos suelos de color negro; ricos en bases de cambio, muy comunes de las áreas originalmente de praderas que han dado lugar a la formación de un horizonte superior de gran espesor, oscuro, con abundantes materiales orgánicos de consistencia y estructura favorables al desarrollo radicular (epipedón móllico), debiendo destacarse para ello la acción de microorganismos y lombrices.

En estos suelos pueden presentarse también procesos de traslocación de arcillas que permitirán la formación de un horizonte de iluviación o argílico. Los mollisoles se encuentran cubriendo áreas con regímenes climáticos secos o húmedos, cálidos y templados de la Sierra y de la Costa, y se encuentran actualmente bajo cultivo.

**ORDEN HISTOSOLES.** Corresponden a suelos compuestos principalmente por materia orgánica y en general se los conoce como turbas. Se encuentran saturados de agua, condición ésta que impide la mineralización de los materiales orgánicos. Adicionalmente las condiciones topográficas, en general cubetas y depresiones cerradas, tienden a favorecer su desarrollo al concentrar humedad en ellos.

Los suelos que son combinados, como por ejemplo: ENTISOLES+ALFISOLES, es porque poseen el 60% del primero y el 40% del segundo, de sus características y no pueden ser catalogados en un solo orden.

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

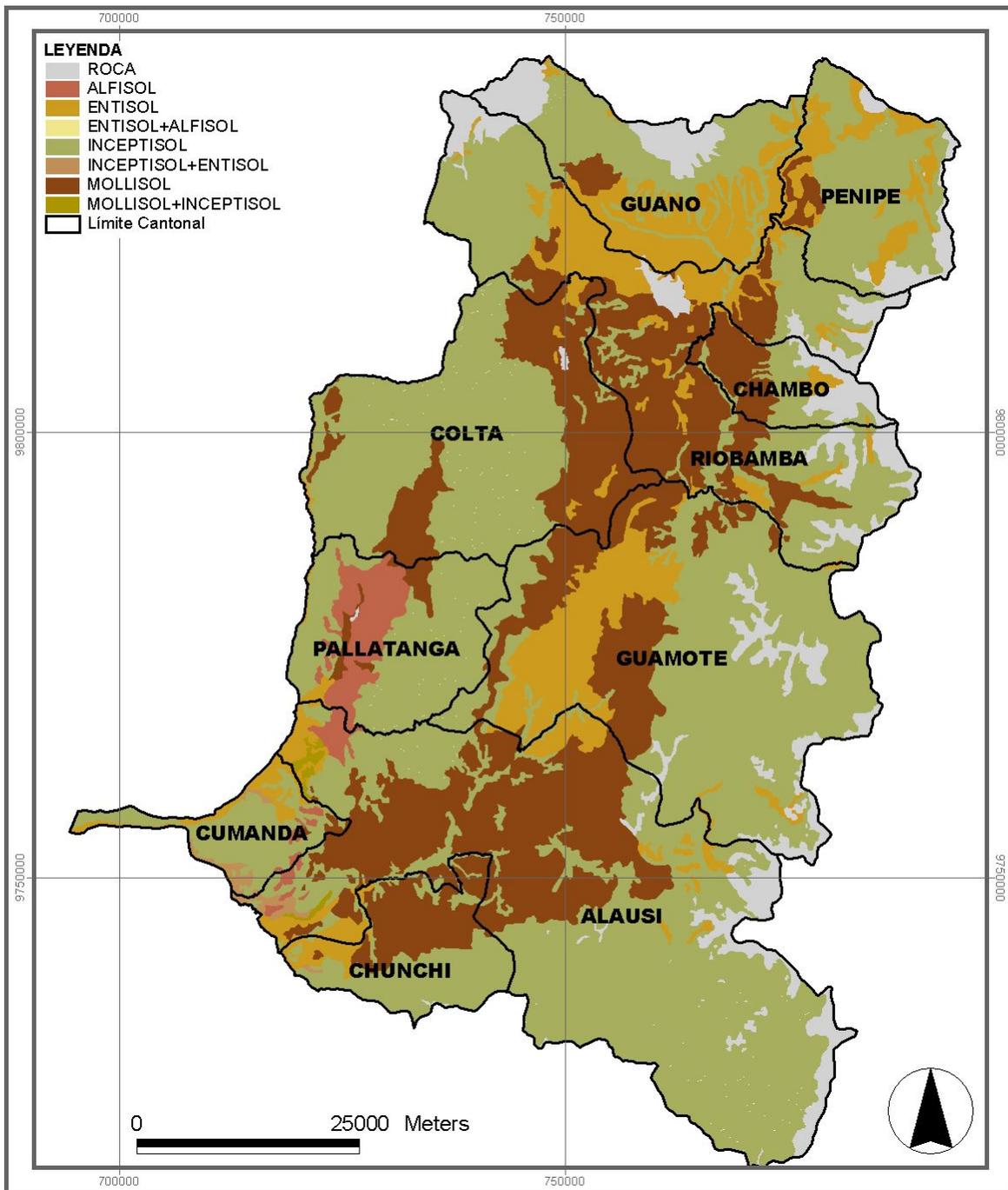


Gráfico 4: Orden de los Suelos

### 2.3.4 Geología (Anexo 1, Lámina 6)

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona central del Ecuador, por ello, también cabe destacar que en se puede encontrar tanto la cordillera Occidental y la Cordillera Real, más antigua. Debido a la ubicación, primero de nuestro país, y, luego de la provincia en sí, se puede encontrar diversas clases de periodos geológicos, como formaciones y tipo de roca. A continuación se presenta la descripción de las unidades y formaciones en la provincia.

#### **PERÍODO JURÁSICO: (Divisiones Guamote y Alao, de la Cordillera Real)<sup>4</sup>**

**UNIDAD PUNÍN (JGp):** (División Guamote) Buenos afloramientos en Punín y Guamote. Corresponden a cuarcitas de colores claros a oscuros y menormente lutitas negras (BGS-CODIGEM, 1994). Son rocas metamórficas de grado muy bajo. Su edad es Jurásico Tardío, y se interpretan como sedimentos clásticos continentales metamorfizados (Aspden & Litherland, 1992).

**UNIDAD CEBADAS Y UNIDAD GUASUNTOS (JGc y JGg):** (División Guamote) Buenos afloramientos en Guasuntos. Corresponden a pizarras negras y menormente cuarcitas. Se creen de edad Jurásico Tardío, e igualmente corresponden a sedimentos continentales levemente metamorfizados.

**UNIDAD EL PAN (JAe):** (División Alao) Aflora solo al SE de la Provincia. Consiste de esquistos pelíticos y grafíticos, esquistos verdes. Su grado de metamorfismo es bajo y tiene una edad Jurásico Tardío.

**UNIDAD ALAO-PAUTE (JAa):** (División Alao) Buenos afloramientos en el pueblo de Alao. Corresponde a rocas verdes meta-basálticas y meta-andesíticas. Además meta-sedimentos y mármoles. Son rocas de bajo grado metamórfico y tienen una

<sup>4</sup> Ministerio de Ambiente – MAG – DINAREN; Memoria técnica Mapa Geológico de la Provincia de Chimborazo; 2001

edad Jurásico Tardío (Aspden & Litherland, 1992). Su ambiente podría ser de cuenca oceánica o marginal.

**UNIDAD MAGUAZO (JAm):** (División Alao) Corresponde a metaturbiditas, metaandesitas, cherts y mármoles. Son rocas de bajo grado metamórfico y corresponderían a depósitos de cuenca oceánica.

**UNIDAD PELTETEC (JAp):** (División Alao) Buenos afloramientos cerca de Penipe. Corresponde a un melange tectónico con sedimentos oceánicos chertosos, basaltos, serpentinitas, gabros (Aspden & Litherland, 1992).

### **PERÍODO CRETÁCICO (Terreno Pallatanga de la Cordillera Occidental)**

**UNIDAD PALLATANGA (KPa):** Forma un cinturón bordeado por fallas a lo largo de las estribaciones occidentales de la Provincia. Consiste principalmente de lavas basálticas en almohadillas, masivas, con algo de hialoclastita y raramente gabros. Está mejor expuesta en valle del Chanchán al Oeste de Huigra y en la ruta Pallatanga-Alausí. En ciertas partes está altamente cizallada. Análisis químicos indican características de piso oceánico. Correlaciones con rocas de la Costa, sugieren una edad Cretácico medio, pre-senoniana (BGS-CODIGEM, 1997).

**UNIDAD YUNGILLA (KY):** Bien expuesta en las partes más altas de la carretera Pallatanga-Riobamba. Es una secuencia turbidítica marina. La litología consiste de limolitas laminadas, lutitas fósiles y areniscas finas de color gris oscuro. La unidad está fuertemente plegada y tectonizada (BGS-CODIGEM, 1997), lo que dificulta un cálculo de su espesor, pero se cree que pasa los 2000 m. La edad de esta unidad está bien establecida vía foraminíferos, que indican una edad Maestrichtiana.

## **PERÍODO TERCIARIO: PALEOCENO – EOCENO MEDIO (Terreno Macuchi de la Cordillera Occidental)**

**UNIDAD MACUCHI (PcEM):** Aflora al Oeste de la Provincia. Corresponde a una secuencia volcanoclástica, predominantemente sedimentaria, con niveles volcánicos intercalados, posiblemente lavas y sills subvolcánicos. Las rocas son areniscas volcánicas, brechas, tobas, hialoclastitas, microgabros. La geoquímica indica que se formaron en un arco de islas (BGS-CODIGEM, 1997). Hay poca evidencia paleontológica, pero la presencia de radiolarios y foraminíferos dan edades del Eoceno Temprano a Medio. Además, sills dentro de esta Unidad dan edades de  $42 \pm 2$  Millones de años (Ma) y  $36 \pm 2$  Ma. Todo esto, y como además la base no se observa, se cree que la edad es Eoceno Temprano a Medio, pudiendo ser incluso hasta Paleocena (BGS-CODIGEM, 1997).

**GRUPO ANGAMARCA (PcEAg):** Corresponde a una secuencia de relleno silicoclástica, engrosándose hacia arriba, de edad Paleocena a Eocena. Consiste de cinco Formaciones, pero en la Provincia de Chimborazo, afloran solo dos: Fm. Apagua y Fm. Gallo Rumi. (ver mas adelante).

A lo largo de la carretera Cumandá-Pallatanga, ocurre un largo cinturón fallado entre las unidades Macuchi y Pallatanga, que se les considera como Grupo Angamarca Indiferenciado. Estas rocas son areniscas turbidíticas, limolitas negras y lutitas. La presencia de carbonatos, la diferencia de la Fm. Apagua. Edades en trazas de zircón de estas rocas Indiferenciadas, han dado  $37.8 \pm 3.5$  Ma (Eoceno Tardío) (BGS-CODIGEM, 1997).

**Formación Apagua (PcEA):** Ocurre desde el nevado del Chimborazo, hacia el Suroeste hasta Pallatanga, y se la puede ver bien en la ruta Guaranda-Riobamba, donde comprende areniscas finogranulares, intercaladas con limolitas negras silicificadas y areniscas cuarcíferas de grano grueso. El plegamiento hace difícil estimar el espesor de la secuencia, pero se cree llega hasta 1500 m (BGS-

CODIGEM, 1997). Fauna foraminífera indica un rango de edad del Paleoceno al Eoceno Medio (Egüez 1986, Wilkinson 1997).

**Formación Gallo Rumi (PcEGR):** En la Provincia, solo aflora en la Carretera Guaranda-Riobamba. Comprende conglomerados, microconglomerados y areniscas guijarrosas cuarcíferas intercaladas con areniscas masivas. Se caracteriza por su alto contenido de cuarzo. Aunque complicada por el plegamiento, la formación tiene un espesor del orden de los 600 m. Los contactos aparentemente concordantes con la Unidad Yungilla y la Fm. Apagua, sugieren una edad Paleoceno-Eoceno Temprano.

#### **PERÍODO TERCIARIO: EOCENO MEDIO TARDIO A MIOCENO**

**GRUPO SARAGURO (E-MS):** Aflora hacia el Suroeste de la Provincia. El Grupo Saraguro, ha sido redefinido como una secuencia de rocas volcánicas subaéreas, calcoalcalinas, intermedias a ácidas, de edad Eoceno Medio Tardío a Mioceno Temprano. El Grupo está en contacto discordante o fallado con la Unidad Pallatanga y con rocas metamórficas de la Cordillera Real. Predominan composiciones andesíticas a dacíticas, pero también hay riolitas. Se han mapeado 11 unidades en el Centro-Sur del Ecuador, pero en la Provincia de Chimborazo, afloran solo tres: Unidad Saraguro Indiferenciada, Formación Ocaña, y Unidad Puñay. La unidad indiferenciada aflora en una pequeña ventana a unos 7 Km. al Este de San Francisco de Multitud.

**Formación Ocaña (ESo):** Es la unidad más antigua. Aflora como un cinturón que va desde Huigra hacia el Sur. Consiste principalmente de tobas soldadas dacíticas a riódacíticas, junto con brechas y sedimentos volcanoclásticos retrabajados. Hacia la base, es común la presencia de clastos metamórficos en las brechas. La unidad es del Eoceno Medio a Tardío. Edades de trazas de fisión dan  $37 \pm 1.5$  Ma y  $38.6 \pm 1.3$  Ma (BGS-CODIGEM, 1997a), además Egüez (1992) reporta una edad  $35.9 \pm 0.9$  Ma cerca de Huigra.

**Unidad Puñay (O?M?Spñ):** Aflora al SO de la Provincia, en el Río Chanchán. La unidad comprende principalmente lavas andesíticas con anfíbol, brechas, areniscas, limolitas y capas rojas. Entre Huigra y Chanchán, contiene mayor material sedimentario y consiste de areniscas volcánicas con fuerte buzamiento, tobas líticas andesíticas, brechas, limolitas y lavas subordinadas. Rocas volcanoclásticas andesíticas con limolitas afloran en la carretera Alausí-Pallatanga. Se han reportado edades de  $21\pm 1.0$  y  $27\pm 0.9$  Ma en ese sector (Egüez et al, 1992).

**GRUPO ZUMBAGUA (MZ):** Aflora solo al NO de la Provincia, al S del Volcán Chimborazo. Consiste predominantemente de areniscas de grano grueso y brechas detríticas, pobremente clasificadas. Además tobas ácidas a intermedias y areniscas tobáceas. Las areniscas son ricas en volcánicos y cristales félsicos, y las brechas tienen exclusivamente material volcánico. Edades de trazas de fisión en zircón de areniscas tobáceas y tobas indican una edad Mioceno Medio a Tardío (16.8 – 7.9 Ma) (BGS-CODIGEM, 1997b).

**FORMACIÓN CISARÁN (MCn):** Aflora en la parte centro-sur de la Provincia. Hacia la base consiste de andesitas y dacitas (MCnA) que anteriormente fue denominada Fm. Alausí. La formación pasa hacia arriba a areniscas tobáceas, cantidades menores de limolitas púrpuras, brechas detríticas y tobas. En esta formación se obtuvieron edades radiométricas de  $6.8\pm 0.8$  Ma,  $6.9\pm 0.7$  Ma, y  $7.15\pm 0.38$  Ma, que caen en el Mioceno Tardío (BGS-CODIGEM, 1997a).

**FORMACIÓN TARQUI (MTq):** Ocurre hacia el S y SE de la Provincia y consiste de tobas ácidas, blancas a rojas, intensamente meteorizadas y caolinitizadas que cubren todas las unidades mas antiguas del área. Es característica la presencia de cuarzo. Antes se la consideró como cuaternaria, pero por correlaciones estratigráficas, se sabe que es del Mioceno Superior.

## PERÍODO TERCIARIO: PLIOCENO

**FORMACIÓN PISAYAMBO (Pip):** Aflora hacia el NE de la Provincia. Está constituida por lavas y piroclásticos de composiciones intermedias a ácidas, además volcanoclásticos retrabajados. Las capas mayormente se encuentran subhorizontales, y son el sustrato del volcanismo Plio-cuaternario (Lavenu et al, 1996).

**FORMACIÓN SICALPA (Pis):** Los recientes trabajos en las Cordilleras, restringen lo que sería esta formación a muy pocos afloramientos. Ahora mucho de los que se consideraba Fm. Sicalpa, se cree corresponde mas bien a la Formación Cisarán del Mioceno. Donde se la encuentra, consta de rocas volcánicas (piroclásticos, tobas, lahares y lavas andesíticas), depositadas en un medio continental (fluvial y lacustre) (DGGM 1978, Egüez et al 1992). Lavenu et al (1992) reporta edades de  $3.59\pm 0.28$ Ma,  $2.65\pm 0.21$  Ma, que corresponde al Plioceno.

**FORMACIÓN YARUQUIES (Piy):** Aflora en la población de Yaruquíes ( 3Km al SE de Riobamba). Consiste de areniscas finas y gruesas amarillas-rojizas intercaladas con conglomerados. Los cantos de los conglomerados son de andesitas y cuarcitas. No se tienen edades en esta formación, pero por correlaciones estratigráficas se cree es del Plioceno.

**VOLCÁNICOS DEL MULMUL, HUILSA E IGUALATA (Pii):** Mulmul, Huilsa e Igualata son volcanes apagados prominentes. En Chimborazo estas rocas se encuentran al N de la Provincia. El material piroclástico es el producto más común de estos centros volcánicos antiguos y varían de toba de grano fino a toba gruesa pumícea. Localmente se encuentran abundantes andesitas porfíricas (DGGM, 1976).

## PERÍODO CUATERNARIO

### **LAVAS DEL CARIHUAIRAZO Y LAVAS ANTIGUAS DEL CHIMBORAZO (PC1):**

La actividad volcánica del Carihuairazo y Chimborazo comenzó en el Pleistoceno teniendo como basamento a la Formación Pisayambo. Los productos de estas erupciones parecen haber sido solamente andesitas piroxénicas porfíricas, mesocráticas de grano fino. Estas muestran fenocristales de andesina, cristales de augita, hiperstena y ocasionalmente olivino, en una matriz félsica de grano fino y vidrio.

### **LAVAS JÓVENES DEL CHIMBORAZO (PC2):**

Flujos de lava se encuentran en los lados sur y suroriental de la montaña. Las lavas son andesitas piroxénicas, mesocráticas, porfíricas, vesiculares de grano fino que forman rasgos prominentes en las fotografías aéreas. Un flujo llega a la población de Guano. Su edad es pleistocénica.

### **PIROCLÁSTICOS DEL CHIMBORAZO (PC3):**

La fase final de volcánicidad del Chimborazo se caracterizó por actividad piroclástica, la que se desarrolló mejor hacia el Noroeste y Sur del volcán. Los piroclásticos constan de tobas pumíceas de grano grueso, estratificadas y fácilmente distinguibles en las fotografías aéreas donde la cobertura de la Cangagua suprayacente ha sido erosionada. Son también comunes flujos piroclásticos con bloques métricos fragmentos andesíticos. La edad de estos depósitos es del Pleistoceno.

### **FORMACIÓN RIOBAMBA (PR):**

constituye la facie laharítica del Chimborazo, como resultado del arrastre del material piroclástico, desde las faldas del volcán por las corrientes de los deshielos. Estos flujos de lodo cubren superficies muy amplias, formando planicies, interrumpidas únicamente por pequeños promontorios donde existen acumulaciones grandes. En algunos sectores presenta cierta estratificación. La potencia no sobrepasa los 100 m. Localmente

hacia la base se encuentran sedimentos tipo tobas, arcillas en capas finas, con potencias de hasta 40 m. Se considera del Pleistoceno (DGGM, 1978).

**FORMACIÓN PALMIRA (PP):** Esta formación volcano sedimentaria abarca las zonas de Palmira, Alausí y Riobamba. En esta última se presenta constituida fundamentalmente por sedimentos arcillosos e intercalaciones de estratos tobáceos. En la parte superior, los sedimentos alternan con capas de conglomerados. Se halla plegada, con buzamiento al Oeste, en la zona Guamote. El espesor llega a algunos centenares de metros. Se considera Pleistocénica (DGGM, 1978).

**VOLCÁNICOS DEL ALTAR (PA):** Ocupan la parte noreste de la Provincia del Chimborazo. Existen principalmente piroclastos al Norte y lavas al Sur. Los piroclastos consisten principalmente de pómez y fragmentos andesíticos y en algunos sectores se presentan pseudo-estratificados con intercalaciones de tobas arenosas, cubriendo a los metamórficos de Cordillera Real. Las lavas, que también están en contacto con las rocas metamórficas, son de composiciones intermedias a básicas, varían de color de verde claro a oscuro y tienen texturas microcristalinas. Son de edad Pleistocénica. (DGGM, 1978).

**ROCAS BASÁLTICAS DE TUNGURAHUA, PUÑALICA Y CALPI (PTU):** En esta unidad se han incluido rocas pleistocénicas de composiciones básicas, e incluye a flujos de lavas basálticas y menormente tobas, originadas en el Tungurahua que afloran a lo largo del Río Chambo (e.g. en UTM 781-415).

También incluye al volcán parasítico Puñalica (UTM 585-455), en las faldas del Carihuairazo, que ha erupcionado lava basáltica, andesitas basálticas y el último flujo de basaltos con olivino porfirítico.

Al Noreste de Calpi dos lomas pequeñas se incluyen en esta unidad, la Loma Yanaurcu (UTM 521-189) y la Loma Tulabug (UTM 528-1921). son conos de ceniza basáltica. Cada loma tiene vestigios de un cráter. (DGGM, 1976).

**DEPÓSITO GLACIAL (dg):** La glaciación continúa en los picos cubiertos de nieve del Chimborazo y Carihuairazo, pero en muchos sitios hay evidencia de glaciación anterior (pre-holocénica) que desciende tan bajo como 3.200 m. Las formas de los valles modelados por los glaciares son típicamente en U. Entre los depósitos que se pueden encontrar se tienen morrenas laterales y terminales. Las tilitas son brechosas y contienen una mezcla de cantos rodados mixtos, sin estratificación, de varios tamaños, en una matriz de grano fino. Numerosas morrenas terminales se encuentran en el lado suroriental del Chimborazo (DGGM, 1976), y en las partes altas de Cordillera Real.

**CANGAHUA (Qc):** La Cangahua corresponde a tobas meteorizadas de color café amarillento. Es muy común en la serranía norte y centro, hasta Alausí, desde donde mas al Sur ya no se la encuentra. Se halla cubriendo gran parte de la zona de Riobamba. Resulta difícil establecer la potencia, pero se estima un espesor de hasta 60 m. Su edad es Pleistoceno Tardío.

**SEDIMENTOS DEL RÍO CHAMBO (PCH):** Afloramientos de areniscas y conglomerados en los márgenes del Río Chambo. Son depósitos fluvio-lacustres formados por el represamiento del Río debido a la entrada de flujos de lavas del Tungurahua. Su edad es holocénica.

**CENIZAS DEL TUNGURAHUA (PT2):** Corresponden a depósitos de cenizas finas a medias, producto de las casi constantes erupciones de cenizas que provoca el volcán Tungurahua. Debido a que su espesor no es muy importante, no se la pone en el mapa geológico, pero prácticamente está cubriendo todos los alrededores del volcán, especialmente hacia el SO. La edad de estas cenizas es holocénica.

**DERRUMBES (d) y COLUVIALES (dc):** La Provincia de Chimborazo se caracteriza por tener gran cantidad de deslizamientos de masa y derrumbes. Los derrumbes se han producido con más frecuencia al Suroeste de la Provincia y se hallan en continuo movimiento, su topografía presenta ondulaciones características. Depósitos coluviales se observan en las faldas de los montes de pendiente abrupta, de manera especial hacia la Cordillera Occidental.

**DEPÓSITOS ALUVIALES (Da) Y TERRAZAS (T):** Son los depósitos de los ríos actuales. Consisten especialmente en grava y arenas sueltas, depositadas en planicies en los bordes de los ríos grandes. Ejemplos en los ríos Chambo, Blanco, Puela, Guano, Pallatanga, Chanchán y Chimbo.

#### **ROCAS INTRUSIVAS(G, gt)**

Están presentes en toda la Provincia de Chimborazo. Hacia la Cordillera Occidental, pueden dividirse en dos grupos: plutones de tonalitas y granodioritas con hornblenda y biotita que intruyen a la Unidad Macuchi, y diques y stocks de microtonalitas intruyendo a la Unidad Yungilla y Formación Apagua. Los plutones son calcoalcalinos, típicamente meteorizados y sus edades van desde el Oligoceno al Mioceno Medio (BGS-CODIGEM, 1997)

Hacia la Cordillera Real, los plutones que aparecen en la Provincia, son de dos tipos: dioritas y granodioritas de edad Cretácica, y granodioritas de edades Terciarias (BGS-CODIGEM, 1994).

Las rocas más antiguas y aflorantes en la Provincia, corresponden a las de la Cordillera Real, siendo las mismas metamórficas y pertenecientes a las Divisiones Guamote y Alao de edad Jurásico (Aspden & Litherland, 1992), que fueron emplazadas como cinturones en diferentes eventos acrecionarios en el pre-Cretácico tardío. Localmente estas se encuentran intruídas por batolitos de edades Cretácicas y Terciarias.

Luego están las rocas de la Cordillera Occidental con los Terrenos Pallatanga y Macuchi (Hughes & Pilatasig, 2002), que tienen edades desde el Cretácico al Eoceno Medio. Estos dos terrenos corresponden a rocas de tipo oceánico y de arcos de islas que fueron acrecionados al continente. También se encuentran intruídas por batolitos de edades Terciarias.

Discordantes sobre estas se encuentran rocas continentales volcánicas y volcanosedimentos con edades desde el Eoceno Medio Tardío hasta la actualidad. Dentro de la Provincia, estas se encuentran agrupadas en los Grupo Saraguro, Grupo Zumbagua, Formación Cisarán, Formación Tarqui y otros depósitos del Plio-cuaternario (que incluyen a los volcanes activos e inactivos y sus depósitos)

### **2.3.5 Geomorfología (Anexo 1, Lámina 7)**

WINCKELL, Alain y otros; en su libro “Los Paisajes Naturales del Ecuador” identifican en la provincia de Chimborazo la cuenca Riobamba – Guamote y el valle Alausí – Chunchi; a la cuenca lo califican como la depresión continua que se extiende de Norte a Sur, y se caracteriza sobre todo por la desaparición de los edificios volcánicos.

Especifica además, que los últimos volcanes interandinos no sobrepasan el 1° 30´ de latitud Sur en el nudo Chimborazo-Igualata-Tungurahua, que la desaparición es un poco más meridional sobre la cordillera oriental a 1° 40' Sur para el Altar y progresa todavía para el Sangay, ubicado a 2° 00' Sur, sobre la falda andina oriental.

En la cuenca Riobamba – Guamote y sobre sus inmediaciones, ningún volcán reciente es claramente identificable, sólo subsisten restos de edificios antiguos, muy erosionados y casi destruidos, probablemente contemporáneos de las primeras fases de manifestaciones volcánicas pliocenas a pliocuaternarias.

Topográficamente hablando se diferencia que esta cuenca está compuesta por dos conjuntos distintos, así por ejemplo afirma que al Norte, se extiende la última verdadera cuenca interandina volcano-sedimentaria con orientación meridiana, cuya altitud baja progresivamente desde 3.300 m en Palmira al Sur, y en Riobamba hasta 2.600 m. Está drenada en dirección Norte por la red del río Chambo, cuya entalladura de empate es el río Patate que empieza por los 2.500 m, aguas arriba al Sur.

La zonificación física es muy clara, ya que en Riobamba y Chambo la cuenca está bien individualizada, con características similar a las cuencas septentrionales; es decir llanuras laháricas y conjuntos de glacis-conos de esparcimiento provenientes del nudo volcánico del Norte; rellenos lacustres y fluvio-lacustres horizontales al Este. Indica también que su parte central es mucho más accidentada, ya que está constituida por relieves colinados bastante macizos que pueden alcanzar 3.400 m, armados por capas superpuestas de piroclastitas cimentadas, que conforman una pequeña barrera que se cruza por ejemplo entre Colta y Guamote y que se junta con las estribaciones interandinas.

En relación al segundo conjunto, éste parte desde Guamote, abriéndose con una depresión interandina cuyo fondo es plano y ondulado, bien diferenciado en relación con los relieves circundantes. Su altitud crece lentamente que va desde los 3.000 m en la parroquia Palmira hasta 3.300 m en Guamote por el Sur y está formada por típicos rellenos interandinos fluvio-lacustres a partir de elementos volcánicos removilizados cubriendo el basamento volcánico; pero su principal característica es la presencia de una intensa morfodinámica actual eólica generalizada en el extremo Sur.

Esta depresión está ligeramente desviada hacia el Oeste y limitada sobre su margen oriental por relieves en continuidad con los de la zona central.

La región de Palmira constituye una notable línea de demarcación de las aguas. Allí los paisajes cambian bruscamente. A las formas suavemente onduladas de la cuenca de Palmira con pendiente suave hacia el Norte, se opone, en cuanto se cruza el paso, una vertiente Sur muy desnivelada, en donde se abre un gran valle con faldas escarpadas que recorta todos los relieves andinos en dirección al Sur Sur Oeste. En este valle, se encuentra a los ríos Atapo y Chanchán, posee un nivel de base inferior a 1.400 m, cerca de su salida hacia la región costanera, por Huigra.

Los eficaces procesos de regularización, explican las dimensiones de la entalladura en Chunchi con desniveles relativos a 1.500-2.000 m y muestran con tal evidencia una potente erosión regresiva, mucho más eficaz que la de la cuenca del Chambo, como lo prueba la disimetría de la divisoria de aguas y el vigor de la reanudación de la erosión inmediatamente al Sur de Palmira.

El límite actual de las redes hídricas está en curso de evolución, y es probable que se realicen en el futuro cambios de curso por captura de la red del Río Chimbo aguas arriba, a costa de los ríos Guamote y Cebadas.

También indica que las vertientes son variadas, rectilíneas, con rellenos y muchas veces afectadas por movimientos de terreno antiguos y actuales, exacerbados por los desniveles y las pendientes muy fuertes; además expresan que la fuerte erosión alcanzó las formaciones del sustrato interandino y las primeras fases volcánicas y volcano-sedimentarias del relleno, haciendo de este valle, un lugar privilegiado para su observación.

Si bien su modelado proviene, en gran parte, de la cavadura fluvial, no se excluye que se pueda tratar también de la explotación de grandes accidentes tectónicos, de la misma naturaleza y orientación que los del valle de Pallatanga.

Este valle, ubicado en la prolongación del límite externo de la vertiente occidental, sigue en efecto el cambio de orientación de la Sierra, al contacto con el tramo sur claramente orientado al Noreste-Suroeste. También coincide con la desaparición de las dos fracturas paralelas meridianas que delimitan el valle interandino en toda la parte central de la cordillera, desde Quito hasta Guamote.

Finalmente hay que anotar que esta última depresión interandina posee dos redes hidrográficas con direcciones opuestas en los dos ámbitos costanero y amazónico, la parte Norte siendo drenada hacia los ríos Chambo y luego Pastaza, y por el sur por los ríos Alausí y Chanchán.

La amplitud de los desniveles o rellenos en el caso de la provincia evidencian una potencia que sobrepasa los 1.600 a 1.700 metros en el fondo del valle de Palmira, Alausí y Chunchi, con afloramientos del basamento metamórfico<sup>5</sup>.

Las unidades citadas en el mapa geomorfológico de la provincia, se encuentran descritas a continuación:

**Colinas (Vertientes).** Esta unidad se caracteriza por la presencia de pendientes fuertes y medianamente fuertes, y comprenden las zonas de montaña, ubicadas tanto en la Cordillera Oriental como Occidental, las cuales atraviesan la provincia en sentido norte – sur.

**Cuerpos de Agua.** Unidad que abarca las lagunas y los sistemas lacustres de la provincia, Laguna de Colta, Lagunas de Atillo, Lagunas de Ozogoché.

**Hidromorfismo.** Zonas que presentan un exceso de agua, por lo tanto también una descomposición lenta de la materia orgánica, estas zonas se encuentran en la zona de Guamote, y Alausí.

---

<sup>5</sup> WINCKELL, Alain y otros; Los Paisajes Naturales del Ecuador, Las regiones y paisajes del Ecuador; Publicación del Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, IPGH, ORSTOM; Quito – Ecuador; 1997, Impreso en los talleres gráficos del IGM del Ecuador; p. 102-105.

**Nieve.** Conocidas como nieves perpetuas, las cuales hoy por hoy se encuentran en peligro, por el calentamiento global, ubicadas, en las cimas de las montañas o volcanes como: El Altar, Tungurahua, Chimborazo.

**Rocas.** Esta unidad se caracteriza debido a que la roca madre está expuesta, son las zonas y cimas de montañas mayormente, se ubican a lo largo de la provincia en sentido norte – sur.

**Superficies Planas.** Se encuentran ubicadas a lo largo de toda la provincia, son las zonas de los valles.

**Zonas Antrópicas.** Referidas a las zonas habitadas y con asentamientos humanos.

**Zonas Erosionadas.** Las zonas erosionadas se encuentran más hacia la zona oriental de la provincia.

**Zonas Fluviales.** Constituidas por las unidades que se encuentran cerca de los ríos, las cuales son zonas planas mayormente con sedimentos.

### **2.3.6 Fauna (Gráfico 5)**

La provincia de Chimborazo se caracteriza por dar albergue a varias especies entre ellas: aves, mamíferos y reptiles.

Con relación a esta fauna el Ministerio del Ambiente y el de Agricultura y Ganadería identifica 49 registros sobre aves, las mismas que pertenecen a 20 familias, de entre las cuales, las más abundantes son: picaflores, tangaras y aves de altura. Éstas se han adaptado a la presencia del hombre y a su actividad.

El tucán sobresale en la altura andina, tiene un atractivo visual al entorno natural; en las lagunas, cochas o empozamientos es frecuente observar a los patos; en el páramo de almohadillas están las garzas; en los andes se observa al curiquire, gavián y el quilico, pero el dominio absoluto de las corrientes de aire es para el cóndor, ave de rapiña que solo se alimenta de especies muertas, amenazada de extinción por propietarios de las grandes haciendas de la provincia de Chimborazo.

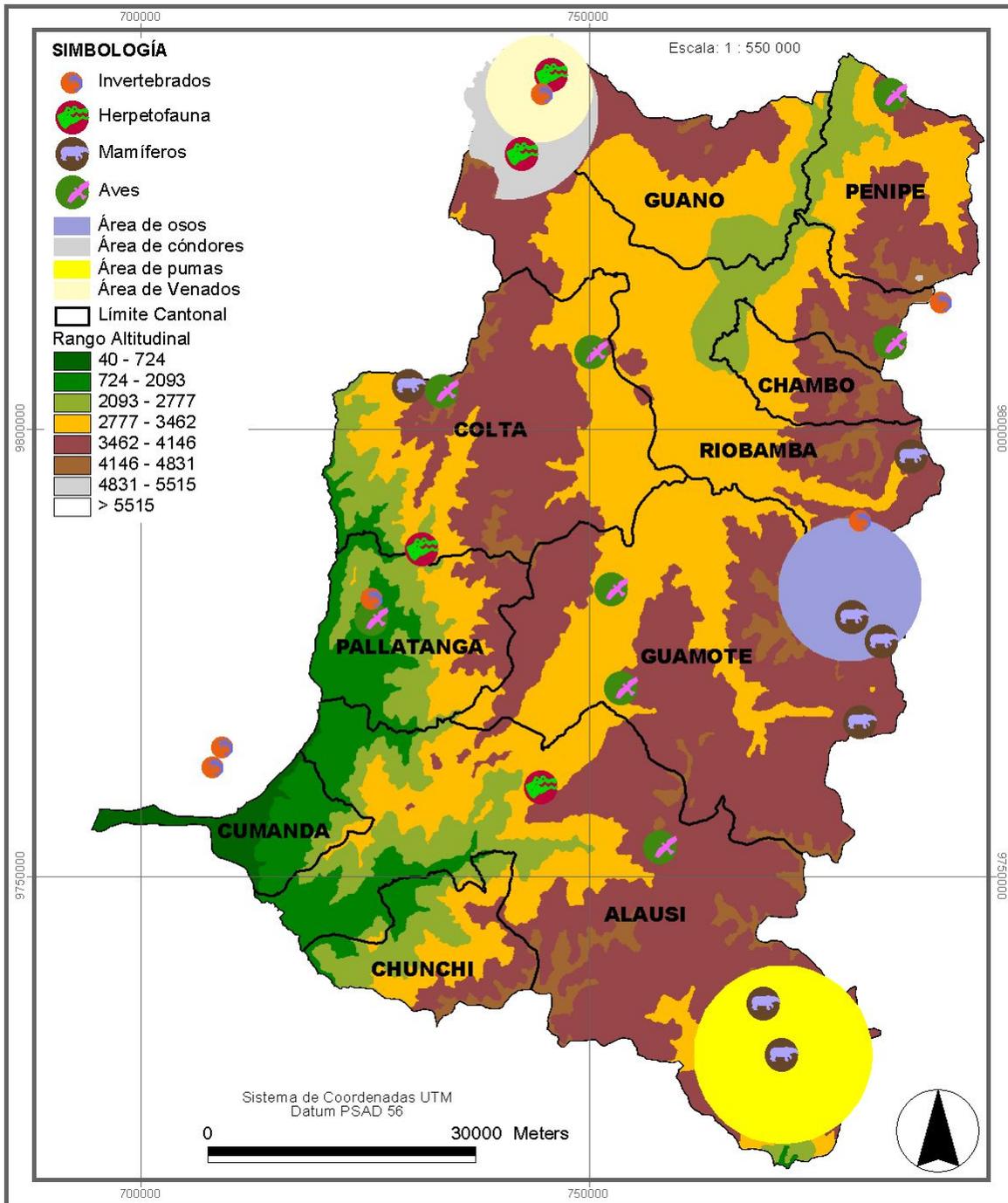
En relación a los mamíferos hay poca información, pues al ser deteriorado su hábitat, estos animales tienen que refugiarse en los bosques nativos del Chimborazo y las estribaciones de la cordillera oriental, siendo el de mayor importancia el oso de anteojos, que se distribuye en toda la cordillera Oriental de la provincia, además de ello encontramos al ciervo pequeño, ciervo enano, roedores como la guanta de monte, y otros; el murciélago; el puma, el lobo, y el tigrillo que están en las localidades bajas de la cordillera occidental y oriental; la danta andina es la especie más amenazada, es de interés nacional, se observa en todos los páramos, sobre todo en el no alterado, por su carne y otros productos es cazada a tal punto de encontrarse en peligro de extinción; el conejo se encuentra en todos los páramos de la provincia; la llama y la vicuña es característica del altiplano.

En la provincia de Chimborazo es usual ver a la rana con características marsupiales, es decir presenta una membrana para alojar a las descendientes; a los sapitos que están en peligro de extinción, y a las guagsas<sup>6</sup>.

En el Gráfico 5, se muestra las zonas donde se hicieron estudios sobre mamíferos, herpetofauna, aves, osos y pumas.

<sup>6</sup> Ministerio de Ambiente – MAG – DINAREN; Memoria técnica Mapa de Flora y Fauna de la Provincia de Chimborazo; 2001

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”



**Gráfico 5:** Recolección de Información fauna

### 2.3.7 Vegetación (Anexo 1, Lámina 8)

La provincia de Chimborazo se caracteriza por su inmensa riqueza florística, pero que lamentablemente se encuentra amenazada, esto se atribuye a la diversidad de climas en el gran rango de altitudes, debido a la inserción entre los Andes, a los tipos de suelo y a la exposición entre las cordilleras occidental y oriental. Según los estudios realizados por BAQUERO, Francis y otros en la Memoria Explicativa Sobre La Vegetación de los Andes en el Ecuador, Chimborazo tiene la siguiente vegetación:

- **Bosques siempre verde montano bajo (Bsvmb).**- se caracteriza porque la copa de los árboles alcanzan una altura de 25 a 30m; y en su estrato medio y bajo aparecen con mayor frecuencia helechos, orquídeas, musgos y bromelias. Esta especie es nativa de los Andes y se encuentra entre los 1 000 a 4 000m siendo más frecuente entre los 1000 y 1500 msnm;
- **Bosque de neblina montano (Bnm).**- su característica principal está determinada porque la copa de los árboles alcanza una altura de 20 a 25m, se caracteriza por la abundante presencia de musgos, orquídeas, helechos y bromelias. Es el hábitat perfecto de los bambúes;
- **Bosque siempre verde montano alto (Bsvma).**- este tipo de bosque incluye a la vegetación de transición entre el bosque y el páramo, su fisonomía es muy parecida a los bosques nublados por su gran cantidad de musgos y plantas epifitas, se caracterizan por la forma de crecimiento inclinado de los tallos y presencia de abundante musgo en el piso, se encuentran a una altitud que oscila entre los 1 500 a 4000msnm;
- **Páramo herbáceo (Ph).**- esta vegetación está formada por los pajonales que ocupan la mayor parte de las tierras áridas y que en su parte superior limita con el superpáramo y en el inferior con la ceja andina o bosque siempre verde

montano alto. En este ecosistema las hierbas en forma de penacho se entremezclan con algunos arbustos típicos de la formación vegetal como la chuquiragua. Este páramo herbáceo está ubicado entre los 2500 y 4500 m de altura;

- **Páramo seco (Ps).**- en este tipo de formación generalmente la vegetación es xerofítica y se encuentra como islas entre los suelos de arena desnudos, la vegetación característica son hierbas, arbustos, poco musgo y líquenes, esta vegetación se encuentra entre los 3500 y 4500msnm;
- **Superpáramo (Sp).**- la característica principal es la presencia de líquenes y musgos y sus escasas plantas superiores, se encuentra presente esta formación en la mayoría de los nevados de la cordillera occidental, encontramos entre los 3500 y 4500msnm;
- **Nival (Ni).**- este tipo de vegetación está en los niveles perpetuos donde ocasionalmente están los líquenes;
- **Matorral húmedo montano (Mhm).**- encontramos en los valles que forman las cordilleras, en ocasiones están asociados a los bosques, están desplazados en las quebradas con pendientes muy fuertes donde se hace difícil la utilización del suelo en las zonas planas esta vegetación ha desaparecido en razón de ser sustituida por el cultivo y la plantación de bosques de eucalipto, están ubicados a una altura entre los 3500 y 4500msnm;
- **Matorral seco montano (Msm).**- su característica principal es la presencia de arbustos de aproximadamente dos metros de altura con las copas de amplia superficie para retener la humedad, plantas que en algunos de los casos tiene la presencia de espinas y de musgo. La vegetación se presenta verde, solo en época de lluvias o cuando se encuentra cerca de los ríos principales, esta especie está ubicada entre los 2000 y 4000msnm;

- **Páramo herbáceo y almohadillas (Ph-Pal)** .- está formado por hierbas en manojo, y especialmente en la parte inferior por almohadillas. Se evidencia claramente la interacción de hierbas con almohadillas, hay presencia de abundante agua que se escurre y a la distancia puede confundirse con el páramo herbáceo, se encuentra a la altura de entre los 3000 y 4500msnm.

## **2.4 ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS**

La provincia de Chimborazo políticamente está dividida en 10 cantones, cuya organización político administrativa está representada por el jefe político y por el Alcalde, y, cada cantón está formado por parroquias. Sus representantes político administrativo son el Teniente Político y la Junta Parroquial.

El volumen de la población de la provincia de Chimborazo y su dinámica son los indicadores que generan el aspecto demográfico de la misma, por esta razón la medición de la población está en función de la realización de los censos poblacionales. En el país en 6 oportunidades se han realizado los censos poblacionales, es decir, en 1950, 1962, 1974, 1982, 1990 y 2001.

### **2.4.1 Población**

La población se expresa básicamente en función del número, siendo aquel la expresión simple de la cantidad y que está representada por la suma de casos que comparten una condición y un atributo como son las variables cualitativas.

Para todos es conocido que la población se encuentra distribuida a nivel de ciudad y de campo, entendiéndose por ciudad al área urbana o a un asentamiento de 5000 o más habitantes, independientemente de su jerarquía y al campo o área rural se considera como la población dispersa así como a los poblados que no tienen 5000 habitantes. Además de lo indicado es importante definir el

asentamiento urbano periférico como los que se encuentran en la periferia del área urbana e inicio del área rural.

DESCRIPCIÓN	NÚMERO	(%)
<b>Población Total Provincia</b>	<b>403632</b>	<b>100.0</b>
<b>Población Mestiza</b>	227550	56.4
<b>Población Indígena</b>	153365	38.0
<b>Población Blanca</b>	19634	4.9
<b>Población Afro ecuatoriana</b>	2872	0.7
<b>No Declarado</b>	211	0.1

**Cuadro 5:** Distribución Poblacional por grupos étnicos

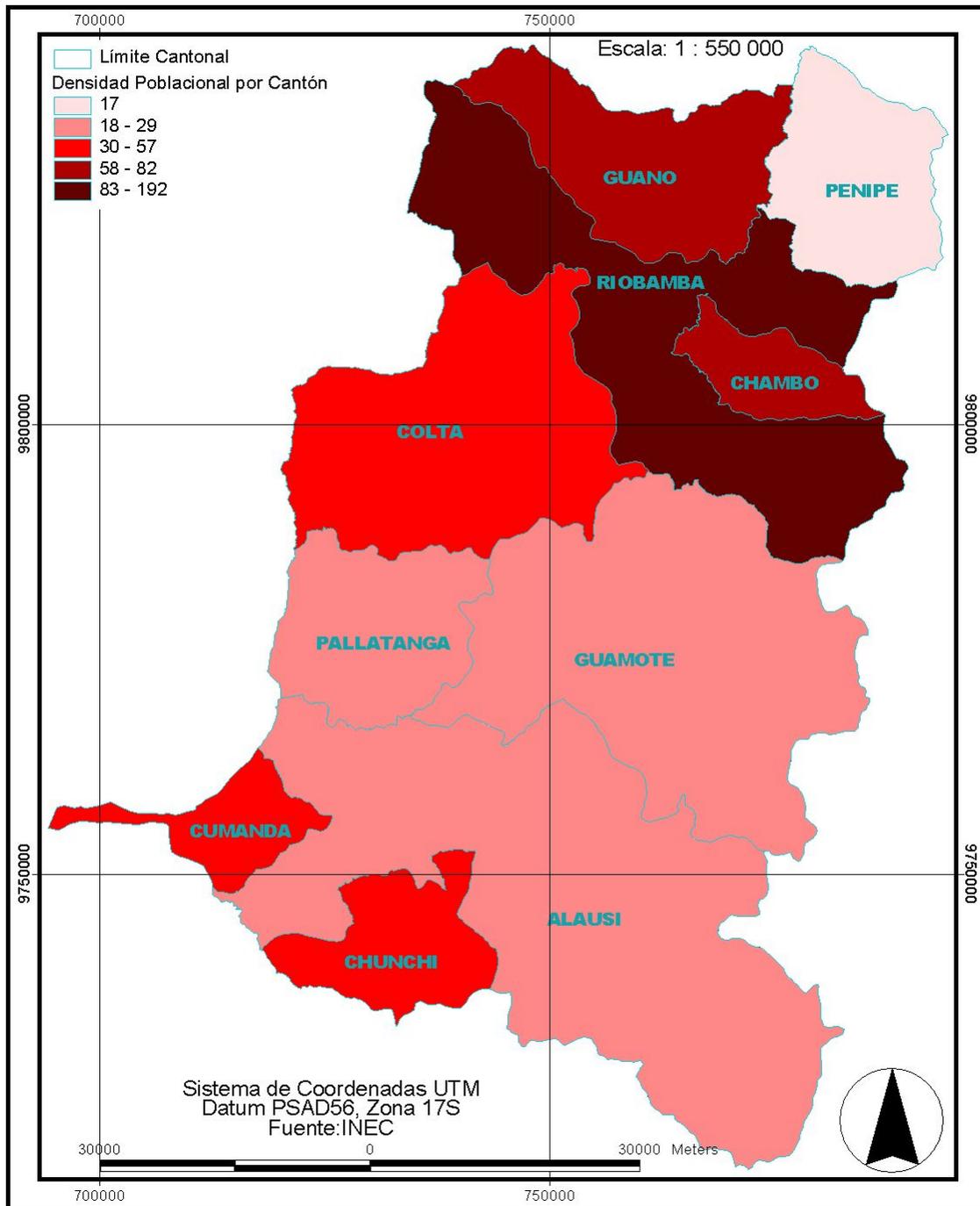
Como se observa en el Cuadro 5, el 38 % de la población es indígena, en ella se reconoce la nacionalidad y por tanto se identifica su pueblo; entendiéndose por nacionalidad como la unidad histórica, de lengua, cultura y formas propias de ejercicio social, lo que implica que en una nación puede existir diversidades de nacionalidades y que desde luego no afecta a la soberanía de un país; se puede observar que las etnias predominantes son: los Kichwas de Tungurahua y los Puruháes.

Población Por Cantón	TOTAL	% POB. PROV.	POB. MESTIZA	%	POB. INDÍGENA	%	POB. BLANCA	%	POB. AFRO ECUATORIANA	%
Riobamba	193315	48	130366	67	47082	24	13922	7.2	1778	0.9
Guamote	35210	9	2269	6	32632	93	260	0.7	49	0.1
Guano	37888	9	31360	83	5215	14	1134	3.0	175	0.5
Pallatanga	10800	3	7605	70	2955	27	194	1.8	45	0.4
Colta	44701	11	6110	14	38204	85	241	0.5	140	0.3
Alausí	42823	11	17601	41	23236	54	1707	4.0	264	0.6
Chambo	10541	3	7528	71	2503	24	461	4.4	48	0.5
Chunchi	12474	3	10788	86	871	7	701	5.6	107	0.9
Cumandá	9395	2	7881	84	562	6	736	7.8	207	2.2
Penipe	6485	2	6042	93	105	2	278	4.3	59	0.9

**Cuadro 6:** Distribución Cantonal de la población.

La población se encuentra asentada en mayor cantidad en el Cantón Riobamba, con un 48%. La mayor cantidad de población indígena se encuentra en el Cantón Guamote y Colta. Se observa que la población de blancos y afroecuatorianos, es muy baja y se encuentran en mayor cantidad en el cantón Cumandá.

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”



**Gráfico 6:** Densidad Poblacional por cantones

El cantón con mayor densidad poblacional, 192 habitantes por kilómetro cuadrado ( $\text{hab}/\text{km}^2$ ), es el cantón Riobamba, y, el cantón con menos densidad poblacional es Penipe, con  $17\text{hab}/\text{km}^2$ .

## 2.4.2 Actividades Productivas (Gráfico 7)

El sustento económico de los chimboracenses está sobre la base del desarrollo y la producción agrícola, por ello se hace más importante y fundamental el cuidado de las cuencas y microcuencas hidrográficas, en donde se genera el cultivo, la ganadería, sustentos de la producción económica de la provincia y del país.

Así mismo la ganadería es otro de los ejes del desarrollo económico de la provincia, ella se desarrolla gracias a las condiciones y pisos climáticos que tiene la provincia, entonces también juega un papel importante las cuencas y microcuencas hidrográficas de la provincia, constituyéndose entonces como una responsabilidad histórica de la preservación y el cuidado de ellas, ya que el manejo inadecuado no científico ni técnico conllevará a la erosión y a la eliminación de las microcuencas, constituyéndose el suelo en zonas desérticas e improductivas.

Otro eje del desarrollo económico de los chimboracenses está sustentado en el ámbito industrial, encontramos en la provincia una de las industrias más importantes de la construcción como es la Cemento Chimborazo, la explotación del azufre en las minas de Tixán, la industria del cuero.

El turismo se ha constituido en uno de los ingresos importantes para la provincia, ya que ella tiene sitios estratégicos como: nevados, aguas termales, lagunas, artesanías, variedad de clima, sitios históricos, entre otros, sitios que atraen la presencia de turistas nacionales y extranjeros, y alrededor de ello se incrementa el flujo de la divisa nacional.

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

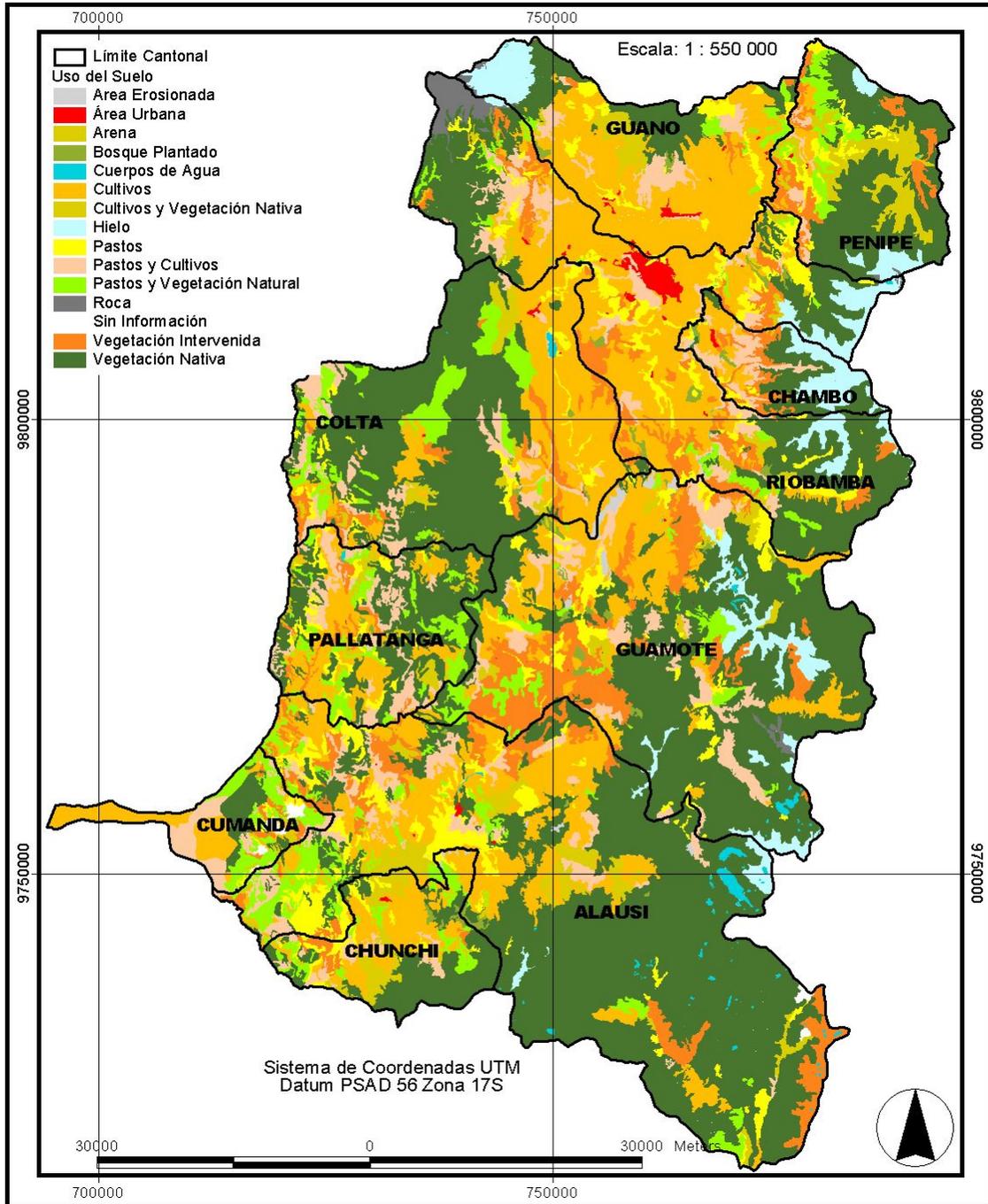


Gráfico 7: Uso del Suelo<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES, 2001

<b>USO DEL SUELO</b>	<b>ÁREA (Ha)</b>
Vegetación Nativa	264525.75
Cultivos	141531.62
Vegetación Intervenida	51994.79
Pastos y Cultivos	49103.16
Pastos y Vegetación Natural	38621.35
Pastos	37432.39
Cultivos y Vegetación Nativa	27961.89
Hielo	22650.59
Roca	3741.41
Bosque Plantado	3483.18
Área Urbana	2922.21
Cuerpos de Agua	2671.64
Área Erosionada	1411.66
Sin Información	1023.93
Arena	13.89

**Cuadro 7:** Uso del Suelo

El área de Cultivos es extensa, como se puede observar en el Gráfico 6 y en el Cuadro 7, se ubican en la sierra central sobre los valles y las estribaciones de las cordilleras, en algunos casos hasta alturas mayores a los 3000m, en esta provincia, como en el resto del país, la vegetación natural se ve en peligro.

### **2.4.3 Infraestructura y servicios básicos**

En la provincia de Chimborazo encontramos deficiencia de cobertura de los servicios básicos, así el 72% de la población elimina sanitariamente las excretas, de ellos utilizando el 44% de la red de alcantarillado, sin embargo el 28% de la población tiene deficiencia en la eliminación de las excretas y aguas servidas lo que constituye un riesgo para la salud de las personas y es la causa de la contaminación del medio ambiente, suelo y agua; así mismo el 61% no tiene servicio de recolección de basura; el 22% de la población tiene acceso al servicio telefónico; el 27% de la población utiliza el agua en el riego; el 83% de la red vial no es pavimentada; Chimborazo tiene un área forestal del 5.3%.

Si al inicio del tercer milenio encontramos estos indicadores es importante que las autoridades locales, provinciales y nacionales prioricen su gestión a fin de que estos servicios tengan la mayor cobertura en la población y desde luego sea una garantía para el desarrollo equilibrado del ser humano y del ecosistema como parte de la prolongación de la vida.

#### 2.4.4 Indicadores económicos

La provincia de Chimborazo según los indicadores económicos, dados por el INEC, es una de las más pobres del país, eso se puede observar de una mejor manera en el Cuadro 8.

POBREZA	%(Pob. Tot.)										
	Provincia	Riobamba	Alausí	Colta	Chambo	Chunchi	Guamote	Guano	Pallatanga	Penipe	Cumanda
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	67,35	46,93	85,97	93,32	71,83	78,13	96,11	83,44	80,61	72,52	68,08
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	45,02	23,57	70,4	77,38	42,47	54,94	87,85	49,96	48,54	33,75	29,76
Personas que habitan viviendas con características físicas inadecuadas	36,85	19,02	59,03	71,94	33,5	39,77	81,3	32,86	26,7	13,85	12,83
Personas que habitan viviendas con servicios inadecuados	56,91	32,93	78,73	89,68	60,82	63,48	93,61	77,4	68,72	56,52	48,54
Personas en hogares con alta dependencia económica	4,52	3,03	7,56	4,99	3,28	10,79	7,83	2,97	6,53	2,41	5,22
Personas en hogares con niños que no asisten a la escuela	9,53	5,53	17,01	10,72	7,42	13,73	17,98	9,24	15,09	9,85	11,63

**Cuadro 8:** Principales Indicadores de Pobreza<sup>8</sup>

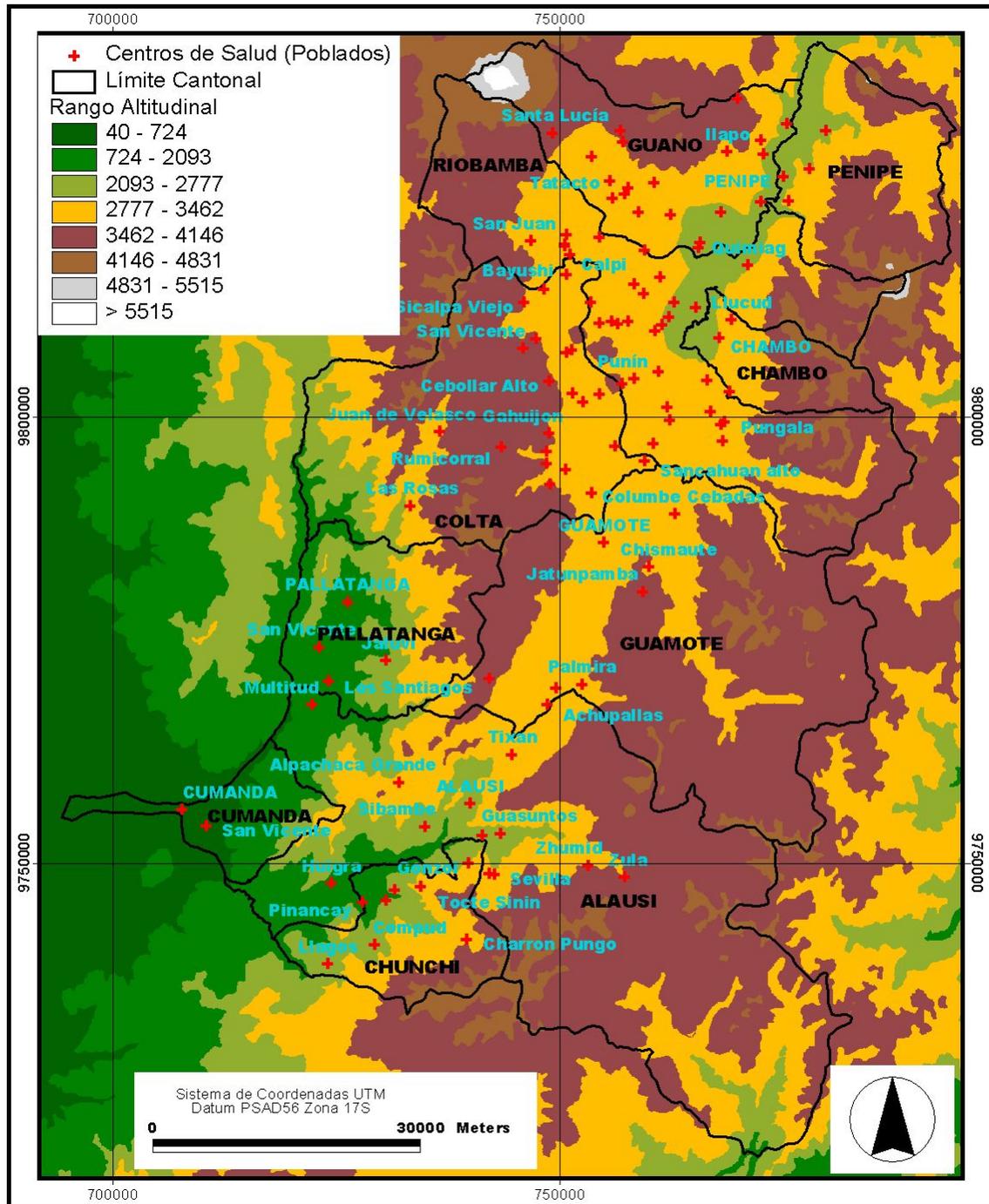
<sup>8</sup> Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, Versión 4.0

Aquí se observa que el cantón que presenta más problemas es el de Guamote, el cual tiene porcentajes bastante altos en referencia a los demás, cabe destacar que además es el cantón con mayor población indígena en toda la Provincia.

#### **2.4.5 Salud**

En la provincia de Chimborazo se encuentran 121 unidades operativas que están administradas en función de áreas de salud; así, en la cabecera provincial está ubicada la unidad administrativa denominada Dirección Provincial de Salud de Chimborazo, 2 unidades hospitalarias de referencia provincial, como el Hospital Provincial General Docente de Riobamba y el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez.

Según el Manual de Organización de las Áreas de Salud, elaborado por el Ministerio de Salud Pública, el Sistema de Regionalización de los Servicios para la Capacidad Resolutiva de las Unidades de las Áreas de Salud.



**Gráfico 8:** Distribución Unidades de Salud (Poblaciones)

En el Anexo 2, Cuadro 1, se puede observar como se encuentran divididas las unidades de salud en la provincia.

## 2.4.6 Educación

El sistema integrado de indicadores sociales del Ecuador versión 2001, expresa que en la provincia de Chimborazo existe el 19% de analfabetismo en el grupo etéreo que va desde los 15 años y más, considerándose como tal a las personas que no saben leer ni escribir o que a su vez solo leen o solo escriben. El analfabetismo está considerado como la deficiencia histórica y actual que vive el sistema educativo en tanto y cuanto permite dar una mínima educación a la población, así mismo es un indicador del desarrollo del capital humano.

Para las nacionalidades y pueblos indígenas quienes históricamente tienen una cultura de carácter oral la falta de lecto-escritura no significa ignorancia, retraso, falta de conocimiento o destrezas para desempeñar determinados roles, ya que esta situación se ha visto suplida por los mecanismos de socialización y transmisión oral de sus valores, de sus tradiciones, de su conocimiento en relación con el entorno, ello constituye los pilares para la reproducción cultural y social, así por ejemplo un líder comunitario, un taita, un sabio indígena o yachac cumple funciones esenciales en el conjunto de la sociedad y posiblemente no ha aprendido a leer ni a escribir, pero se debe considerar que aún a ello le falta educación formal.

Es importante también considerar al analfabetismo funcional definiéndole a éste como el grupo de personas mayores de 15 años y que tienen una primaria incompleta, y no tienen la capacidad de entender lo que leen, escriben, así como también no pueden realizar operaciones matemáticas elementales.

Cabe resaltar que el 81% de la población que oscila entre las edades de 12 y más años, tiene educación primaria, o secundaria o superior; esta situación es el elemento del desarrollo social, económico y político y por tanto está en las condiciones adecuadas para desarrollar acciones de reflexión, de crítica y de acción en función de la preservación de las cuencas y microcuencas hidrográficas

o a su vez de la recuperación de aquellas que se han deteriorado o están en franco proceso de deterioro.

#### **2.4.7 Infraestructura Vial**

En la provincia, hay muy pocas carreteras de primer orden, y muchas de ellas están en mal estado. Lo que más se puede observar son vías de tierra, las cuales son buenas en el verano, no así en el invierno donde existen deslaves en las zonas de las comunidades.

El mapa vial de la provincia se muestra en el Gráfico 9.

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

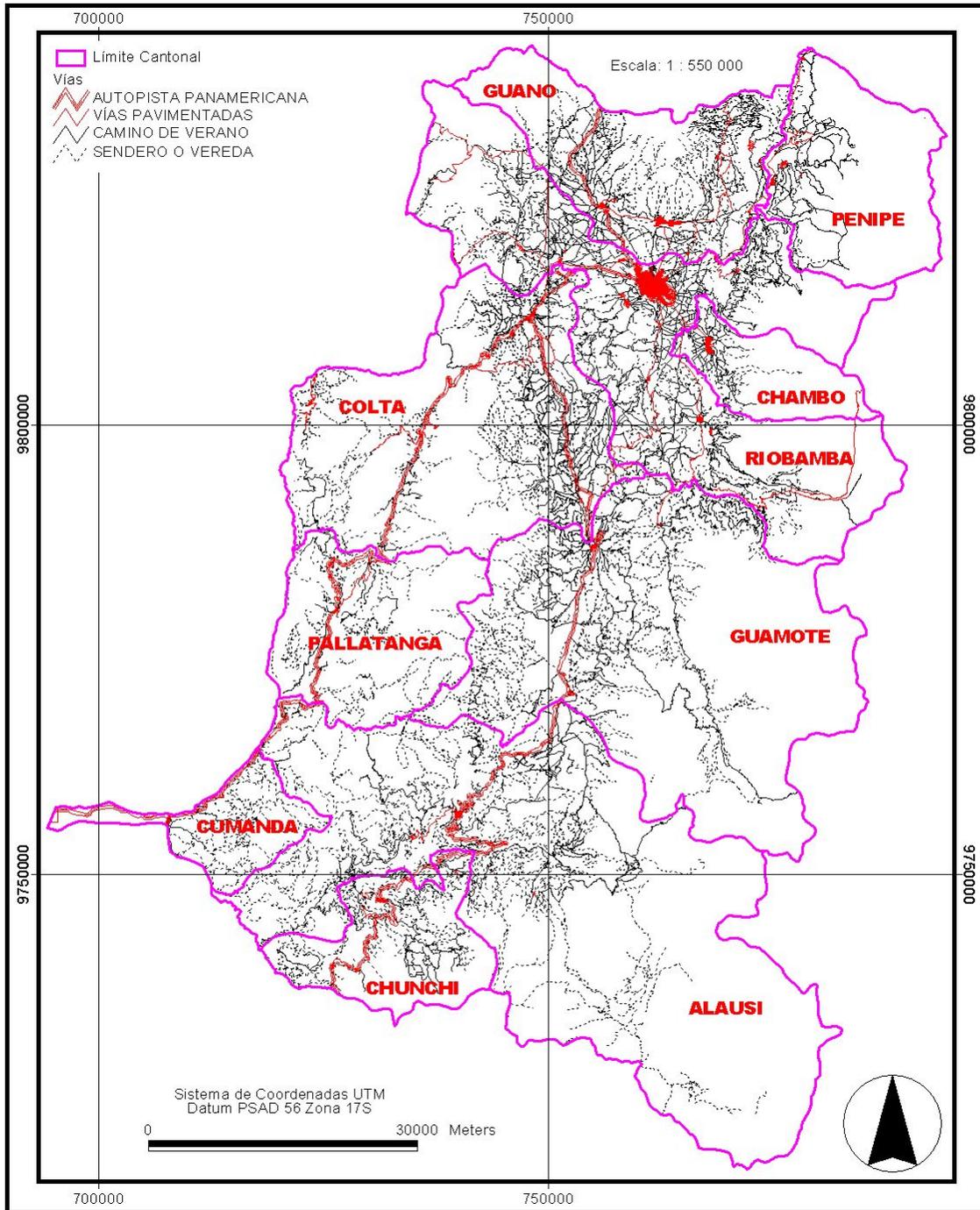


Gráfico 9: Infraestructura Vial Provincial

## CAPITULO III



## METODOLOGÍA

### 3.1 INTRODUCCIÓN

En términos de gestión, productividad y resultados, lo importante y urgente radica en primera instancia en lograr que la comunidad observe su propia realidad, lo que está junto a ellos, lo circundante, lo estructural de su área geográfica local, es decir, que le permita tener una realidad inmediata inventariando sus recursos de los que puede utilizar o no; que permita identificar la problemática que obstaculiza o deteriora las microcuencas hidrográficas, que valore la tecnología posible a fin de utilizar de mejor forma los recursos naturales existentes y además que en función a su conocimiento pueda crear una tecnología inédita o propia, además que la interiorización de su problemática y la solución le permita estructurar una forma de organización planificada, es decir, ha encontrado el punto clave de su necesidad de lo bueno, de lo útil y de lo que puede mejorar.

### 3.2 METODOLOGÍA

Para la realización del proyecto se siguió una línea de trabajo, con sus respectivos pasos y actividades, cuyo esquema se presenta a continuación.

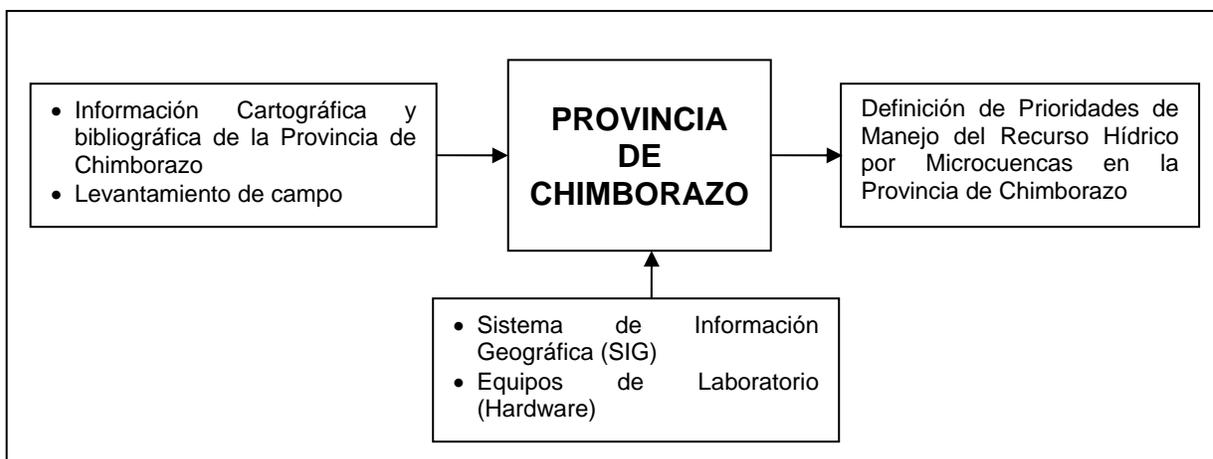


Figura 1: Esquema de Trabajo

Siguiendo este esquema se ejecutó el proyecto, las etapas y la forma en que se realizó se precisa a continuación.

### **3.2.1 Recopilación de información**

El estudio para la determinación del estado de los recursos hídricos de la provincia del Chimborazo, se basó en información (mapas, bases de datos, y otros insumos). La escala usada es de 1:50000, esta permite generalizar mapas, además de obtener unidades de análisis a nivel de microcuenca e integrar diversas fuentes, metodologías y aplicaciones. Todo esto con el fin de sistematizar la información recopilada de las diversas fuentes, es decir, homologar los datos.

La información, que sirvió de base para el presente estudio, se explica a continuación:

- Cartografía Base Digital (escala 1:50000), Instituto Geográfico Militar (IGM),
- Mapa de suelos (escala 1:50000), Sistema de Información Geográfica para el Sector Agropecuario (SIGAGRO),
- Información diversa de uso del recurso agua dada por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH),
- Mapa de uso del suelo, proporcionado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) escala 1:50000,
- Información climática, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI),
- Mapa de déficit hídrico (escala 1 : 50000), SIGAGRO
- Información socio demográfica dada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)
- Mapa de microcuencas (escala 1:50000), Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y editada por ECOPAR
- Levantamiento de campo, toma de caudales y puntos GPS.

Basados en el modelo cartográfico, presentado a continuación; se procedió a realizar los procesos y actividades que permitan llegar a la Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo. Este modelo cartográfico, es explicado, paso por paso a continuación.

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

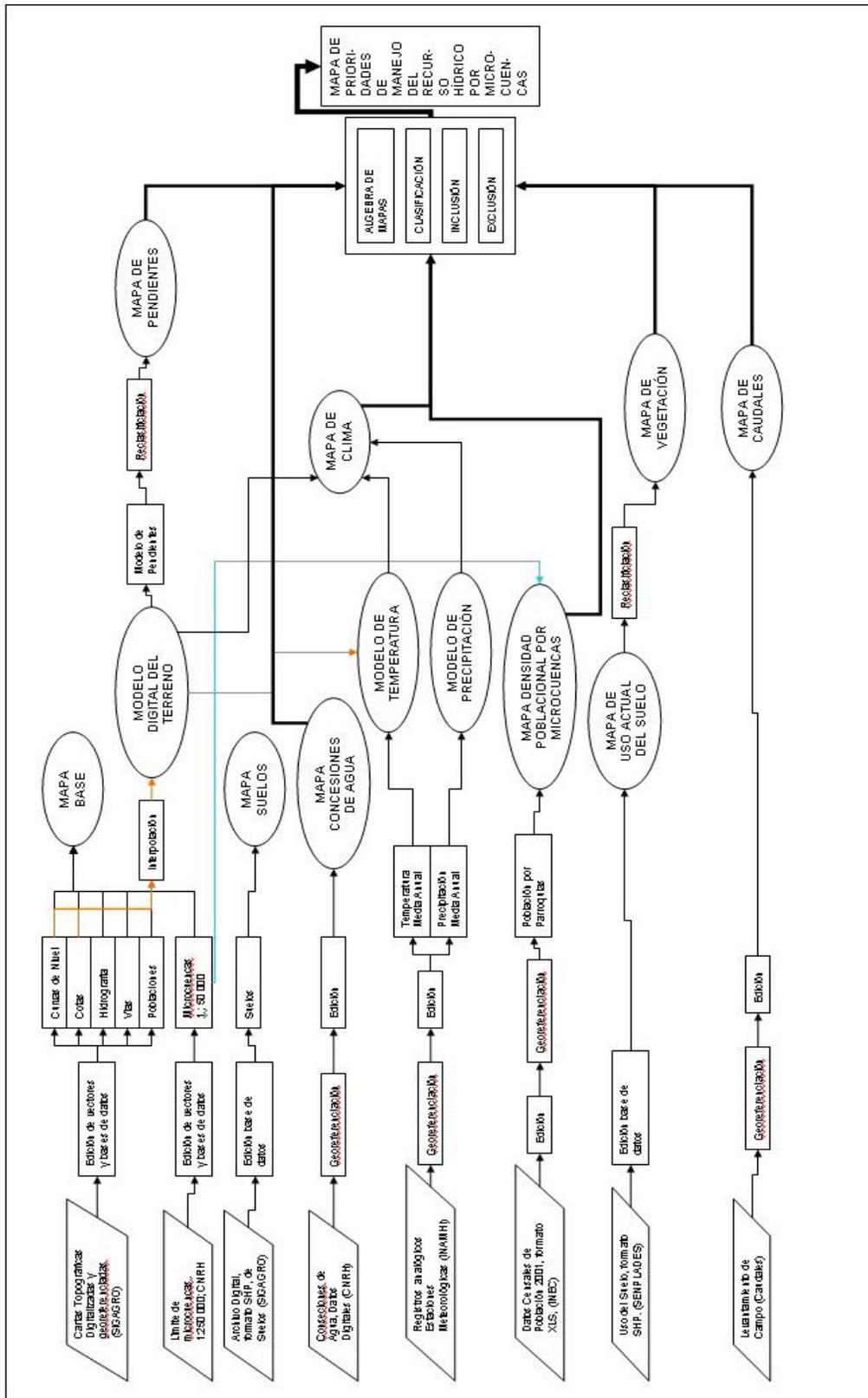


Gráfico 10: Modelo Cartográfico

### **3.2.2 Validación y Depuración de la información**

Luego de obtenida la información se procedió a validarla y depurarla, según sea el caso. Para que el tipo de información sea coherente con el estudio, dentro de este proceso, se le dio operatividad y orden, haciéndola digital y validándola; por último se la georeferenció. Toda la información fue recopilada de diferentes fuentes, a partir de esta información ya generada se realizó los diversos análisis.

Para la realización de esta parte, se examinó las bases de datos, viendo que campos poseían y que información era válida; luego de esto se verificó la información, dándole un tratamiento espacial, es decir, verificar si la información tenía una coherencia espacial, si los puntos o unidades se encontraban en el lugar que decía en la base de datos; por último se eliminó los datos que no eran válidos en las bases de datos, así también en la información cartográfica que no fuera coherente y no ayudará al cumplimiento de los propósitos del estudio.

### **3.2.3 Procesamiento de información**

Ya validada y depurada la información se realizaron los diversos procesos con los que se llegaría al cumplimiento del objetivo principal del presente estudio.

Los diversos procesos realizados para la obtención de los resultados son explicados más adelante con sus valores de importancia, dados a los diversos factores que intervienen en los diferentes procesos (pesos) y el tipo de información que se tiene, y están esquematizados en el Anexo 2, Cuadro 2.

#### **3.2.3.1 Mapa Base (Anexo 1, Lámina 9)**

Las coberturas necesarias para la realización del Mapa Base, se obtuvieron del SIGAGRO, basadas en las cartas topográficas, 25 en total, realizadas por el IGM.

Los procesos necesarios para que la información sea coherente y presentada fueron:

- Edición de las coberturas de: curvas de nivel y ríos, evitando sobreposiciones y cruces entre ellas, y también incoherencias en sus cotas.
- Realizado este proceso se verificó la coherencia de ellos en un Modelo Digital de Terreno.

### **3.2.3.2 Mapa de Microcuencas (Anexo 1, Lámina 10)**

Este mapa fue proporcionado por el CNRH, a una escala 1:250000, la cual era una escala demasiado pequeña para el estudio planteado, así que lo que se realizó fue:

- Listo el mapa base a escala 1:50000, se superpuso, el tema dado por el CNRH;
- Sobrepuestos los dos vectores, se procedió a la digitalización y edición manual del mismo.

### **3.2.3.3 Mapa de Suelos (Anexo 1, Lámina 11)**

El Mapa de Suelos con toda su información fue obtenido de los estudios de suelos realizados por el Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) del año 1984. La información proporcionada consta de los mapas generados a una escala 1:50000.

Para el procesamiento de la información de suelos, se procedió de la siguiente manera:

- Dado la denominación taxonómica, dada por el PRONAREG, se completó las bases de datos con información necesaria para el estudio, como: profundidad, textura, régimen de humedad, permeabilidad, toxicidad, entre otras; factores importantes para el resto del estudio.

### **3.2.3.4 Mapa de Concesiones de Agua (Anexo 1, Lámina 12)**

La información dada por el CNRH, es de los sistemas de riego de 1998, esta información, estaba ya sistematizada pero no depurada, es por ello que en este caso se realizó:

- Un cruce con los sistemas hidrográficos (clasificación dada por el CNRH para categorizar a los diversos drenajes del país, de aquí se parte para la clasificación de cuencas, subcuencas y microcuencas), Pastaza y Guayas, para ver la confiabilidad de los datos.
- Luego se procedió a cruzar la información de puntos de riego del CNRH con microcuencas y parroquias, para así confirmar la calidad de la información.
- Se procedió a hacer los campos de la base de datos entendible, describiendo los códigos y depurando información no válida e innecesaria

### **3.2.3.5 Mapa de Uso Actual del Suelo (Anexo 1, Lámina 13)**

La cobertura de Uso del Suelo, se la consiguió de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES, esta información fue editada y reclasificada para los propósitos de este estudio.

### **3.2.3.6 Modelo Digital del Terreno (Anexo 1, Lámina 14)**

Para el Modelo Digital del Terreno se realizaron los siguientes procesos:

- Teniendo las curvas de nivel editadas y los puntos acotados, se procedió a ingresar estos datos en la opción de “Create TIN from features”, en el menú Surface; en el software ArcView 3.2;
- Se direcciono el archivo a la carpeta de trabajo;
- Luego de creado el archivo digital, se procedió a convertirlo en un archivo raster, a través de la opción de “Convert to Grid”, en el menú Theme;
- En el cuadro de dialogo se lo direccionó a la carpeta de interés;
- Finalmente se dio el tamaño del píxel, que para el presente estudio es de 16 metros (m), debido a la escala del estudio (1:50000).

- Al último archivo creado, posteriormente se lo reclasificará y dará rangos para los posteriores procesos.

### **3.2.3.7 Mapa de Pendientes (Anexo 1, Lámina 15)**

El Mapa de Pendientes se deriva del Modelo Digital del Terreno, y se lo realizó de la siguiente manera:

- Teniendo el archivo TIN, se procede a utilizar la opción de “Derive Slope”, en el menú Surface
- En el cuadro de diálogo siguiente se define, el tamaño del píxel, que es de 16m.
- A este archivo se lo reclasificará para los estudios posteriores.

### **3.2.3.8 Modelo de Precipitación (Anexo 1, Lámina 16)**

Para el modelo de precipitación se utilizó los datos obtenidos de las 66 estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), citadas en el Capítulo 2, páginas 12 - 14; estas se encontraban dentro y fuera de la provincia para conseguir una interpolación adecuada. Para la realización de este modelo, se procedió así:

- Con los datos de precipitación media anual de las estaciones pluviométricas y meteorológicas de la provincia, se realizó una interpolación, utilizando el software TNTMIPS, utilizando el Método de Kriging, con el Modelo de Semivariograma Esférico y un radio de búsqueda de 6 puntos. El método de Kriging es el más aceptado por los estudiosos del clima, así se observa que es un método insesgado y la estimación de la varianza es mínima, por lo que se ajusta al modelo de precipitación, además con seis puntos es suficiente para que el modelo cumpla con estas condiciones. Además para el tipo de datos de precipitación que es más una predicción y son datos más complejos se necesita un método más confiable como el de Kriging. El Inverso de la Distancia es un método más simple, que se utiliza para datos menos complejos.

- Obteniendo este modelo se reclasificó el rango de datos.

### 3.2.3.9 Modelo de Temperatura (Anexo 1, Lámina 17)

La temperatura tiene una relación estrecha con la altitud, es por esto que para la obtención de este modelo no sólo se utilizó la temperatura media anual, obtenida de los datos de las estaciones del INAMHI, sino también el modelo digital de terreno, los pasos a seguir fueron:

- Con los datos de temperatura de las estaciones, y con la altura de las mismas, se procedió a realizar una estimación lineal, la cual nos daría un gradiente de temperatura y nos permitiría conocer y realizar las isoyetas en función a la altura de las mismas. El gráfico de la estimación lineal realizada con los datos se presentan a continuación:

**Cuadro 9:** Estaciones con Temperatura Media Anual utilizadas para el Modelo de Temperatura

CODIGO	NOMBRE	ALTURA	TEMPERATURA MEDIA
M029	BAÑOS	1846	17
M030	SAN SIMON	2530	14
M031	CAÑAR	3083	11
M050	ARENALES-COLA DE SAN PABLO	2280	18
M063	PASTAZA AEROPUERTO	1036	21
M088	PUJILI (4 ESQUINAS)	3020	13
M130	CHILLANES	2330	14
M131	SAN PABLO DE ATENAS	2750	14
M217	PEÑAS COLORADAS	2700	14
M378	RIO VERDE	1529	19
M379	EL TOPO-TUNGURAHUA	1270	20
M380	HUAMBALO	2880	12
M382	QUERO	2870	11
M386	COCHABAMBA(MAGDALENA)	2200	15
M388	RIO SAN ANTONIO – MONJAS	2200	15
M410	RIO MAZAR – RIVERA	2450	14
M411	INGAPIRCA	3100	10
M412	SUSCALPAMBA(CAPILLA DOLOROSA)	2620	14
M415	ANGAS LA UNION	2900	12
M497	LOGROÑO	585	23
M535	LAS HERRERIAS	3650	6
M582	SAN MIGUEL DE BOLIVAR	2450	14
M599	RIO COLORADO	3850	7
M671	HUANGRA	2640	13

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

M675	ZUNNAC	2300	15
M687	HONDO HUAYCO	2750	13
M733	BOCATOMA CAÑAR	165	24
M057	RIOBAMBA – AEROPUERTO	2760	14
M133	GUASLAN	2850	14
M134	GUAMOTE	3020	13
M135	PACHAMAMA-TIXAN	3690	8
M136	CHUNCHI	2245	14
M390	URBINA	3619	8
M391	PALLATANGA	1500	19
M392	HUIGRA	1255	20
M393	SAN JUAN CHIMBORAZO	3220	11
M394	CAJABAMBA	3160	11
M395	CEBADAS	2930	13
M396	ALAO	3200	10
M397	COMPUD	2860	12
M398	PALMIRA INAMHI	3180	10
M399	ACHUPALLAS-CHIMBORAZO	3320	10
M400	PENIPE	2460	14
M401	OZOGOCHÉ – LAGOS	3715	7
M402	CHIMBO DJ PANGOR	1452	19
M403	ALAUSI	2420	15
M404	CANNI-LLIMBE	2800	12
M405	GUASUNTOS	2540	14
M406	CHAMBO – FINCA GUADALUPE	2640	13
M407	LICTO	2840	12
M408	GUANO	2620	14
M409	PANGOR-J.DE VELASCO	3360	9
M540	MULTITUD	1610	18
M671	HUANGRA	2640	13
M686	LINDILIG	3380	9
M691	TOTORAS	3640	8

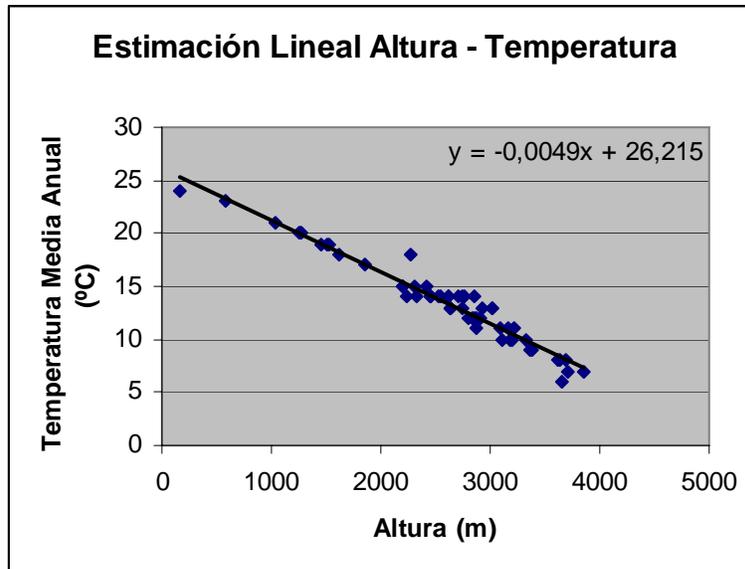


Gráfico 11: Estimación Lineal

- Realizada la estimación lineal y obtenida la ecuación, donde  $y$ , es la Temperatura, y  $x$ , la altura; se calculó la altura para cada grado de temperatura,
- Realizados los cálculos, se trazó las isotermas, obteniendo así, líneas iguales de temperatura,
- Luego de esto se interpoló, con la opción “Create TIN from features”, en el menú Surface,
- Finalmente, con la opción de “Convert to Grid”, en el menú Theme, se lo transformó a raster, con un tamaño de píxel de 16m.

### 3.2.3.10 Mapa de Densidad Poblacional por Microcuencas (Anexo 1, Lámina 18)

La realización del Mapa de Densidad Poblacional, está dado de acuerdo a la información del INEC, de datos parroquiales de la provincia.

Para la obtención de la densidad poblacional por microcuenca se procedió:

- El primer paso fue, calcular la densidad poblacional por parroquia, este resultado se lo obtuvo al dividir la población total de la parroquia para la superficie de la misma en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>).

$$DensidadPoblacional(hab / km^2) = \frac{PoblaciónParroquialTotal}{SuperficieTotalParroquia(km^2)}$$

Obteniendo la densidad Poblacional por Parroquia, dada en habitantes por kilómetro cuadrado (hab/km<sup>2</sup>).

- Luego de obtener este Mapa de Densidad Poblacional por parroquia, se lo cruzó con el Mapa de Microcuencas.
- Con el cruce mencionado anteriormente, se calculó la superficie de estos nuevos espacios que se crearon.
- Luego de calcular la superficie de cada espacio en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>), se multiplicó la densidad que teníamos por parroquia (dato dado por el INEC) por la superficie en kilómetros cuadrados de cada pedazo (dato calculado). Obteniendo así la población de cada pedazo.
- Luego, se realizó una suma de cada pedazo que formaba la microcuenca, obteniendo la población por microcuenca.
- En una nueva tabla se obtuvo el dato de población por microcuenca, y a esta se la dividió por el área en kilómetros cuadrados de cada micro cuenca, obteniendo así la densidad poblacional por micro cuenca.

### 3.2.3.11 Mapa de Clima (Anexo 1, Lámina 1)

El mapa de Clima está basado en la metodología de Pierre Pourrut, en el libro, compendió de varios estudios en el país, “El Agua en el Ecuador”, en el Artículo III, titulado “Clima del Ecuador”, la metodología aduce a tres factores para tomar en cuenta: temperatura, precipitaciones y altura. Para realizar este mapa se siguió los siguientes pasos:

- A los modelos digital de terreno, de precipitación y de temperatura, se los reclasificó, en las siguientes categorías:

o Temperatura:

DENOMINACIÓN	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	PESO
Megatérmico	> 22	300
Mesotérmico	12 – 22	200
Frío	< 12	100

**Cuadro 10:** Reclasificación Valores de Temperatura

o Precipitación:

DENOMINACIÓN	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	PESO
Semi Árido	< 500	10
Seco a Semi Húmedo	500 - 1000	20
Húmedo	1000 - 2000	30
Muy Húmedo	> 2000	40

**Cuadro 11:** Reclasificación Valores de Precipitación

o Altura:

DENOMINACIÓN	Altura (msnm)	PESO
	< 3200	1
Alta Montaña	> 3200	2

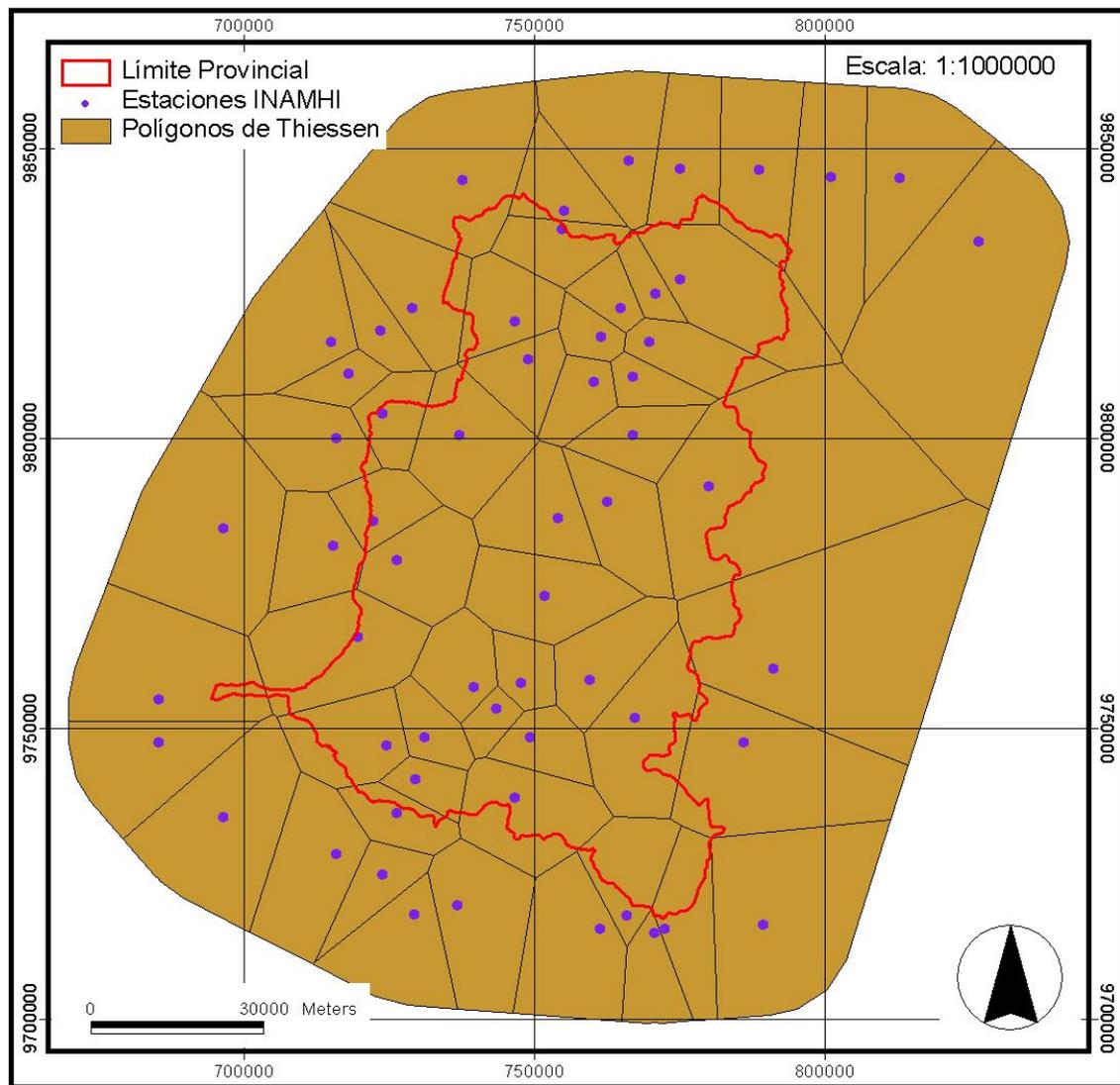
**Cuadro 12:** Reclasificación Valores de Altura

- Obtenidos los valores y las reclasificaciones de los modelos, se prosiguió a realizar Algebra de Mapas, utilizando la opción de suma, ya que era la más apropiada.
- Obtenida la suma de los modelos, se los denominó, partiendo de la designación dada por Pierre Pourrut.

### **3.2.3.12 Mapa de Caudales Específicos (Anexo 1, Lámina 19)**

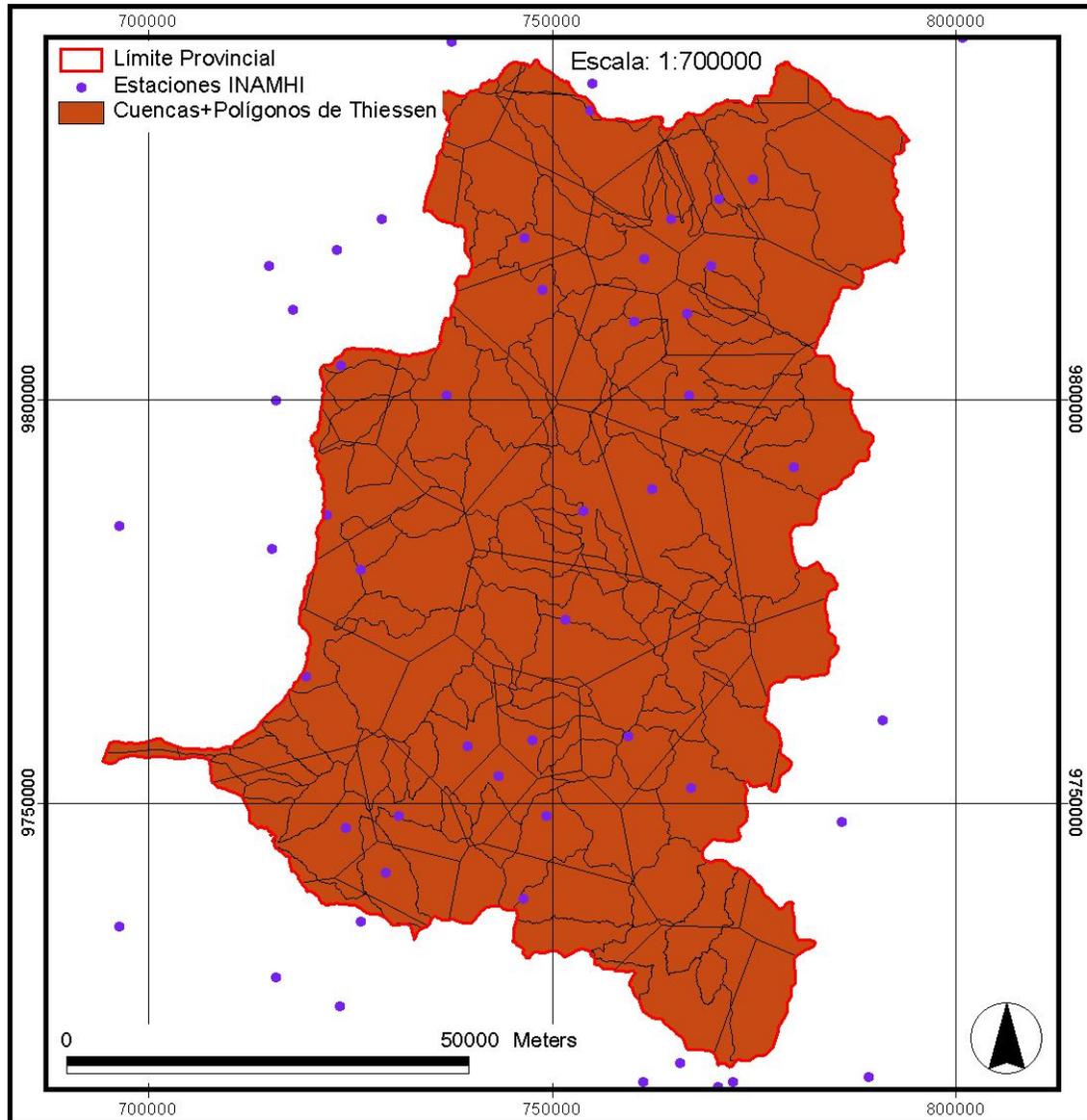
El Mapa de Caudal Teórico, se lo hace en base al Modelo de Precipitación y se refiere a la cantidad de agua que entra integramente a la cuenca por la precipitación. Para la realización de este mapa se procedió de la siguiente forma:

- Teniendo los datos de precipitación media anual de las estaciones del INAMHI, se procedió a calcular los polígonos de Thiessen, utilizando la herramienta “Create Thiessen Polygons”.
- Creados los polígonos, los cuales dan la cantidad media dentro de este polígono, utilizando los valores de cada estación, que es el centro de cada polígono.



**Gráfico 12:** Polígonos de Thiessen

- Luego de esto, se procedió a intersecar los temas de polígonos de Thiessen con las microcuencas.



**Gráfico 13:** Microcuencas y Polígonos de Thiessen

- Cruzados los mapas se procedió a sumar la precipitación media, para esto se le multiplico a cada pedazo dado de cruce, por un factor que se saca dividiendo el área de cada pedazo, para el área total de la microcuenca. Así se obtuvo la precipitación media total en litros por segundo, de cada microcuenca.

### **3.2.3.13 Medición de caudales (Anexo 1, Lámina 20)**

El levantamiento de campo se realizó para poder conseguir caudales reales de los ríos de la provincia, esta tarea se realizó entre los meses de octubre y diciembre.

Para la toma de caudales se utilizaron dos métodos: del flotador, y un molinete electrónico.

En el Anexo 2, Lámina 20, se observa el mapa con los puntos de caudales tomados con molinete y con flotador, y en el Anexo 2, Cuadro 3, se encuentran los datos de los caudales teóricos como de los caudales tomados para las microcuencas.

#### **3.2.3.13.1 Método del Flotador<sup>9</sup>**

Para la toma de los caudales, se empleó la fórmula:

$$Q = A * V$$

donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/ s)

A = Area del canal (m<sup>2</sup>)

V = Velocidad (m/s)

Para la determinación del área del la zona transversal del río donde se tomaría el caudal, se ubicó un sitio adecuado, por su facilidad de acceso y por disponer de un tramo de 10 metros en forma recta, como mínimo.

Se tomaron medidas de profundidad dependiendo del ancho del tramo a ser medido.

Para determinar la velocidad del cauce se utilizó el método del cuerpo flotante: un flotador simple o de superficie (trozo de madera).

---

<sup>9</sup><http://www.condesan.org/memoria/col1299.pdf>

Las medidas se hicieron dejando caer el flotador antes del punto inicial, buscando que al iniciar la medición, el cuerpo flotante ya hubiese alcanzado una velocidad estable. Al final de los 10 m, se consignó el tiempo que tarda el flotador en hacer el recorrido. Para la estimación de la velocidad del río, se aplicó la fórmula de French (citado por De Acevedo y Acosta, 1984):

$$V = E/t$$

donde:

E = espacio recorrido (10 m)

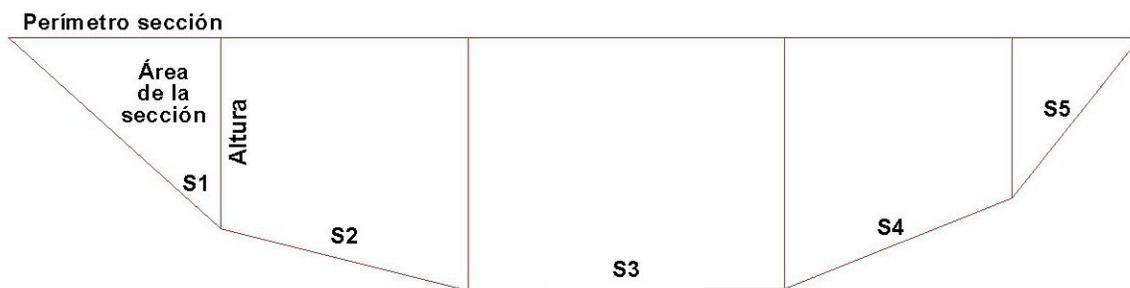
t = tiempo gastado

### 3.2.3.13.2 Método del molinete electrónico

El método del molinete electrónico es más fácil, y además nos da una mayor precisión en los datos.

En este caso, ya se tiene la velocidad media, la cual se la toma por tramos, los cuales se dividen de acuerdo al ancho del río.

El molinete da así también la altura de cada sección, y permite calcular el área de la sección, esto se puede observar en la siguiente ilustración:



$$Q_t = (A_1 \cdot V_1) + (A_2 \cdot V_2) + (A_3 \cdot V_3) + (A_4 \cdot V_4) + (A_5 \cdot V_5)$$

**Gráfico 14:** Toma de caudal con molinete

El área se calculó dibujando cada medida en el programa de Microstation, y luego con la opción de cálculo de áreas, se tuvo esta medida para cada sección, luego

se multiplicó cada resultado de área por la velocidad en cada punto, para luego sumar estos resultados parciales y obtener el caudal del cauce.

Estos datos sirvieron de referencia, debido a que no se pudo recorrer la provincia en su totalidad, además de comprobar en que lugares en realidad existía el recurso hídrico.

#### **3.2.3.14 Disponibilidad de Agua (Anexo 1, Lámina 21)**

El fin del Mapa de Disponibilidad de Agua por microcuenca hidrográfica es el de saber de manera general la cantidad de agua que existe en cada una. Esto con un gran limitante que es la falta de información, en este caso, la ausencia de estaciones meteorológicas en la provincia del Chimborazo, lo cual, significó realizar interpolaciones, las cuales tienen un grado de error, ya que son aproximaciones partiendo de valores tomados, los cuales en el caso de las estaciones meteorológicas del INAMHI, eran bastante alejadas entre una y otra, en ciertos casos no representaban la realidad actual, pero eran los datos de los que se disponía.

La disponibilidad de agua por micro cuenca, requiere tan sólo de la adición o substracción de cantidades obtenidas en períodos fijos de tiempo, en este caso se tomó un período anual.

Como se explicó anteriormente, en la realización de los mapas que intervinieron en la generación del mapa de disponibilidad de agua por microcuenca, que fueron los de precipitación y evapotranspiración; se utilizó métodos de interpolación.

A continuación y tomando en cuenta, todos los factores que intervinieron se explica como fue realizado este mapa:

- Se restó la Evapotranspiración de la Precipitación. Es así como se tiene la disponibilidad de agua en milímetros (mm). Esta resta se la hizo debido a que

la precipitación es la entrada del agua, para el ciclo hidrológico; en cambio, la evapotranspiración es el proceso en el cual el agua sale del sistema.

- Luego se procedió a dividir esta cantidad de agua disponible para los 365 días que tiene el año, obteniendo así un valor diario de agua en cada zona.
- Procediendo con el análisis y el ajuste del modelo se procedió a multiplicar la capacidad de campo (Capacidad máxima que tiene el suelo para retener el agua en contra de la fuerza efectuada por la gravedad; también denominada capacidad de retención) por la profundidad real de los suelos y se obtuvo un mapa más real de lo que es la disponibilidad de agua según el tipo de suelo, textura y profundidad.
- Para obtener el volumen de agua anual, se procedió a transformar la disponibilidad de agua en milímetros (mm) a metros (m), y luego de esto, se procedió a multiplicarla por el área de la microcuenca, dada en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). Todo esto debido a que el almacenaje del agua, se produce en una unidad del suelo, es por ello que se multiplica, la cantidad de agua que se dispone luego de la resta por la superficie de la unidad espacial, que en este caso sería la superficie de la microcuenca.

### **3.2.3.15 Priorización de Microcuencas**

Los criterios tomados para la Priorización de las Microcuencas, fueron tomados de acuerdo a las prioridades de los organismos financistas, y siguiendo los cánones técnicos requeridos.

Los criterios tomados en cuenta fueron:

- Tipo de Suelo
- Clima
- Pendientes
- Disponibilidad de Agua
- Uso Actual del Suelo
- Tamaño de las Microcuencas
- Población

### 3.2.3.15.1 Tipo de Suelo

Para la clasificación de suelos, las características dadas por el PRONAREG, en el Anexo 2, Cuadro 4, se presentan los tipos de suelos con los respectivos valores para la Priorización de las Microcuencas, dado que es una lista bastante extensa.

### 3.2.3.15.2 Clima

La priorización de las unidades climáticas, se dan en base a las características que presentan estos (temperatura, altura y precipitación), así los valores dados para la priorización son:

CLIMA	PESO
Ecuatorial Frío Muy húmedo	5
Uniforme Megatérmico húmedo	5
Ecuatorial Frío húmedo	4
Ecuatorial Frío húmedo de Alta Montaña	4
Ecuatorial Frío Muy húmedo de Alta Montaña	4
Ecuatorial Mesotérmico húmedo	4
Ecuatorial Mesotérmico Muy húmedo	4
Tropical Megatérmico Muy húmedo	4
Ecuatorial Frío Semi húmedo de Alta Montaña	3
Ecuatorial Mesotérmico Semihúmedo	3
Tropical Megatérmico Semihúmedo	3
Ecuatorial Frío Seco	2
Ecuatorial Mesotérmico Semiárido	2
Ecuatorial Frío Semi Árido	1
Ecuatorial Frío Semi Árido Alta Montaña	1

**Cuadro 13:** Tabla de Priorización de Unidades Climáticas

Como se puede observar en el Cuadro 13, los climas que presentan mayor probabilidad para el agua son los que tienen más precipitación, combinados con una buena temperatura, además que no están tan altos, y los que presentan una menor precipitación tienen valores menores.

### 3.2.3.15.3 Pendientes

La pendiente es un factor muy importante en cualquier tipo de análisis, debido a que da la idea de la topografía del terreno y que es lo que se puede hacer en este.

Para la priorización de este factor se utilizó la siguiente clasificación:

RANGO (%)	RANGO (°)	DESCRIPCIÓN	PESO
0 – 17.63	0 - 10	Plana o casi plana	5
17.63 – 36.39	10 -20	Suavemente inclinada	4
36.39 – 70.02	20 - 35	Inclinada	3
70.02 – 100	35 - 45	Moderadamente escarpado	2
> 100	> 45	Escarpado	1

**Cuadro 14:** Tabla de Priorización de Pendientes según la FAO

El cuadro presentado, son tomados en cuenta para la aptitud agrícola de los suelos, es así que las pendientes suaves, planas, se encuentran con mayor prioridad, por la retención de agua, capacidad del suelo para agricultura, estabilidad, entre otros factores.

### 3.2.3.15.4 Disponibilidad de Agua

Para la priorización del mapa de disponibilidad de agua, se procedió a dividirlo en los siguientes rangos:

RANGO DE DISPONIBILIDAD DE AGUA (mm)	PESO
> 1100	5
800 - 1100	4
400 - 800	3
100 - 400	2
0 - 100	1

**Cuadro 15:** Tabla de Priorización de la Disponibilidad de Agua

La disponibilidad de agua, definirá a las microcuencas prioritarias en la provincia de Chimborazo, acompañada de los demás factores indicados.

### 3.2.3.15.5 *Uso del Suelo*

Para el uso actual del suelo, se clasificó el mapa en las siguientes categorías de priorización:

RECLASIFICACIÓN	PESO
Cuerpos de Agua	4
Hielo	
Vegetación Nativa	
Bosque Plantado	3
Cultivos y Vegetación Nativa	
Pastos y Vegetación Natural	
Vegetación Intervenida	
Cultivos	2
Pastos	
Área Erosionada	1
Área Urbana	
Arena	
Roca	
Sin Información	

**Cuadro 16:** Tabla de Priorización de Vegetación

Para la priorización se consideró todo lo que sea benéfico para el recurso agua, es por esto que los valores más altos están dados en función a los requerimientos para que exista agua, así la vegetación natural al ser conservada dará al ecosistema una alta probabilidad de más lluvias y más cantidad de agua; y las zonas pobladas tendrán más necesidad de esta.

### 3.2.3.15.6 *Tamaño de las Microcuencas*

Para el tamaño de las microcuencas, se procedió:

- A calcular el porcentaje de área que representaban para la totalidad del área de la provincia (Anexo 2, Cuadro 5)
- Hecho esto, se dió la prioridad correspondiente, tomando en cuenta que a mayor área, mayor prioridad, los valores que se observaron se presentan a continuación

RANGOS DE PORCENTAJE DE ÁREA RESPECTO A LA PROVINCIA (%)	PESO
7.22	5
3 – 3.5	4
2 – 2.9	3
1 – 1.9	2
< 1	1

**Cuadro 17:** Valores de prioridad por área de microcuenca

### 3.2.3.15.7 Población

La priorización del factor población, se lo da en base a que si existe población en una microcuenca esta tendrá una mayor demanda de agua, los valores dados para la población, la cual se representará como densidad poblacional, son:

RANGO DE DENSIDAD POBLACIONAL POR MICROCUENCA (hab/km <sup>2</sup> )	PESO
> 27	5
10 A 16	4
4 A 7	3
2 A 3	2
1	1

**Cuadro 18:** Tabla de Priorización de la Población

En el Cuadro se observa los valores de priorización de acuerdo a la densidad poblacional de la microcuenca, así mientras más densidad poblacional tenga, mayor es su prioridad, mientras que se puede observar que las microcuencas con valor de 1, en el factor de densidad poblacional, son las menos prioritarias.

### **3.2.3.15.8 Cruce de Mapas**

Dados todos los valores presentados anteriormente a los diferentes mapas, se procedió a realizar el Algebra de Mapas, utilizando la opción de suma que es la que más se adaptaba para el caso de análisis, a continuación se describe los procesos realizados:

- Lo primero que se hizo, fue transformar todos los mapas que se encontraban como vectores, a formato raster, para esto se utilizó la herramienta de 3D Analyst , con la opción que permite transformar vectores a raster.
- Teniendo todos los mapas en formato raster se utilizó la herramienta de Spatial Analyst, con su opción de Map Calculator, y la opción de suma, esto para los mapas de Suelos, Clima, Pendiente, Disponibilidad de Agua y Uso del Suelo.
- Finalmente se obtuvieron los resultados y se clasificó dando rangos.
- Una vez clasificados, se procedió a intersecar cada microcuenca con el mapa resultante de la reclasificación, utilizando la opción de Map Calculator y multiplicando el tema de microcuencas con el mapa resultante.
- Se procedió a sacar el área de cada zona, por microcuenca, obteniendo así un valor de reclasificación, dándole la prioridad.
- Luego de esto se unió este tema con el de densidad poblacional, tamaño y caudales tomados, así como los caudales específicos de las mismas, así se logro una doble comprobación de la cantidad de agua, y sus valores.
- Finalmente se priorizó las microcuencas, tomando en cuenta cuatro rangos, y dividiendo por facilidad a las microcuencas por subcuenca hidrográfica.

## CAPITULO IV



## **MICROCUENCAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO. RESULTADOS**

### **4.1 LAS MICROCUENCAS**

“El estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará porque este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza. Se declara de interés público y se regularán conforme a la ley:

1) La preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país;

2) La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos que para estos fines deberán cumplir las actividades públicas y privadas; y, el establecimiento de un sistema nacional de áreas naturales protegidas, que garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos, de conformidad con los convenios y tratados internacionales”<sup>10</sup>.

El cuidado de la integridad y la calidad del medio ambiente natural ha adquirido uno de los objetivos fundamentales del quehacer de los seres humanos; no hay país en el mundo que no se preocupe por el medio ambiente ya que en él está inmerso la variable ecológica como una alternativa del progreso social, del mejoramiento de la calidad de vida humana.

---

<sup>10</sup> CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, junio de 1998, Riobamba – Ecuador, 86

Los problemas más comunes del medio ambiente que se presentan en el país, son producto de la destrucción de los suelos, y ello hace que cada día se disponga de la menor cantidad de suelo para el cultivo y para el mantenimiento de la vida silvestre; la erosión del suelo cuyo desgaste de las capas fértiles son consecuencia de la deforestación en general, situación que implica que el suelo queda totalmente descubierto; la contaminación del suelo es provocada por causas de la utilización indiscriminada de fertilizantes y pesticidas de alta toxicidad; el deterioro de las aguas cuya intervención irreflexiva del ser humano provoca contaminación y como consecuencia de ello el desperdicio del recurso, la distribución injusta del recurso para el uso social, la falta de cuidado de las fuentes de agua, en razón de que no se utiliza con austeridad, ya sea por falta de conocimiento o por negligencia; la inequidad en la distribución del agua hace que ciertos lugares no tengan este recurso situación que implica que los habitantes utilicen en forma inconsecuente y deterioren las fuentes posibles, así por ejemplo, la perforación indiscriminada del suelo para extraer el agua; la contaminación del agua que se ha constituido en uno de los problemas más graves del medio ambiente; el deterioro del aire producido por el parque automotriz e industrial, entre otros; la deforestación que avanza en términos galopantes y que de no controlar en un cortísimo tiempo no contaremos con bosques naturales; la destrucción de bosques que albergan a miles de especies y aves, a pequeños mamíferos y que al mismo tiempo constituyen el alimento esencial de microorganismos; la invasión de parques y reservas naturales cuyo establecimiento está orientado a la conservación del medio ambiente, la flora y la fauna silvestre y los elementos constitutivos del entorno natural; el asentamiento indiscriminado de poblaciones, ello demanda el uso más intensivo de los recursos naturales y por tanto evidencia conflictos serios para la conservación del medio ambiente.

Lo manifestado en el presente trabajo ha dado el impulso necesario para buscar alternativas que fortalezcan al ecosistema, siendo necesaria la estructuración de microambientes que estén manejados por quienes habitan en esos lugares.

## **4.2 USO DEL SUELO POR MICROCUENCAS**

La Provincia de Chimborazo se caracteriza por tener una producción agrícola elevada, el uso del suelo es intensivo y extensivo, a pesar de que posee un área extensa de vegetación natural del 40% del área total de la provincia, al ser una provincia de recursos agrícolas la vegetación natural va siendo reemplazada por cultivos y pastos, los cuales tienen un porcentaje de 21 y 5% respectivamente.

En lo que se refiere a las microcuencas 29 de las 106, tienen un porcentaje menor al 10% de áreas naturales, siendo mayor al 80% el uso por cultivos, pastos y zonas intervenidas; 36 de las mismas tienen porcentajes menores al 50% de cobertura vegetal; 30 poseen un 70% de uso del suelo por vegetación natural; y, solo 11 microcuencas poseen porcentajes mayores al 95% de vegetación natural y que no poseen un uso.

Cada una de las microcuencas se encuentra caracterizada en el Anexo 3.

## **4.3 CONCESIONES DE AGUA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Las concesiones de agua en la Provincia están regidas por la Agencia de Agua Nº11, ubicada en la ciudad de Riobamba, en esta se encuentran registradas, hasta el año 2001, un total de 5000 concesiones, de las cuales por falta de ubicación, incoherencia de datos, entre otros factores, solo se pudo hacer válidas 1472.

De las 106 microcuencas que se encuentran en la Provincia, según esta información, sólo 79 poseen concesiones de agua, siendo 3, las que más concesiones tienen, así mismo, la información de concesiones de agua del CNRH aparentemente no tiene concesiones en las microcuencas más pobladas, esto se debe a que la información en estas microcuencas se encontraba incoherente espacialmente, por lo tanto no podía ser confiable.

En el Anexo 3, donde se encuentran caracterizadas las microcuencas, se puede observar el número de concesiones por microcuenca.

#### **4.4 ESTACIONES CLIMÁTICAS Y DISPONIBILIDAD DE AGUA POR MICROCUENCAS**

En la Provincia de Chimborazo, existen 31 estaciones pluviométricas, 9 estaciones hidrológicas, y, 6 estaciones meteorológicas. Para la realización de los modelos de precipitación, temperatura y disponibilidad de agua, se necesito además estaciones fuera de la provincia, estas fueron: 31 estaciones pluviométricas, y 9 estaciones meteorológicas; las estaciones hidrológicas sirvieron para ver los caudales disponibles dados por el INAMHI, el mapa de Disponibilidad de Agua se encuentra en el Anexo 1, Lámina 21.

Según estos datos las microcuencas tienen una disponibilidad de agua de:

**Cuadro 19:** Disponibilidad por Microcuencas

CÓDIGO	MICROCUENCA	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)
5205017	R.Pangor	2,59753
7602005	R.Yasipan	2,53456
7602025	R.Huargualla	2,33180
5205056	Drenajes Menores	2,01673
7602004	R.Atillo	1,93116
7602026	Q.Bocatoma	1,75426
76020521	Drenajes Menores	1,65987
7802100	R.Púlpito	1,51828
5205039	R.Zula	1,48748
7802096	R.Pomacocho	1,25899
7602052	Drenajes Menores	1,23670
7802121	Drenajes Menores	1,23533
7802094	R.Saucay	1,22860
5205020	R.Malpote	1,16225
7602001	R.Osogoche	0,99818
5205015	R.Pallo	0,96874
7602019	R.Sasapud	0,91045
7802098	R.Timbuyacu	0,83480
5205040	R.Manzano	0,79758
7602018	R.Llinilin	0,77074
5205023	R.Coco	0,77038

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

7602031	R.Chimborazo	0,71144
5205016	R.Tangabana	0,68751
5205047	R.Huatacsi	0,68064
5205032	R.Pumachaca	0,65464
7602033	R.Sicalpa	0,64240
7602050	RPuela	0,60893
7602030	R.Ulpán	0,60453
5205014	R.Cañi	0,60179
7802095	R.Juval	0,59097
5205049	R.Turmas	0,51217
7602006	R.El Tingo	0,50436
7602048	R.Blanco	0,46328
7602027	R.Maguaza	0,44455
5205019	R.Panza	0,41987
7602029	Q.Daldal	0,40714
7602002	Q.Lulashi	0,40208
76020421	R.Guano	0,39496
5205018	Q.Cóndor Puñuna	0,36231
5205024	R.Guitsitse	0,31979
7602021	Q.Guashi	0,27387
7602024	Q.Conpuene	0,25520
52050562	Drenajes Menores	0,25131
7602028	Q.Quishpe	0,25051
5205041	R.Huasachaca	0,24367
7602010	Q.Pancún	0,23112
7602037	Q.Colorada	0,22662
7602020	R.Grahujón	0,20042
7802099	Q.Pailacocha	0,19043
7602038	Q.Cachipata	0,17159
5205043	R.Sevilla	0,16758
5205042	Q.Chorrera de C.	0,16700
5205025	R.Chayahuán	0,16546
7602003	Q.Lillac	0,16490
7602041	Q.Basacón	0,16428
7601047	R.Mocha	0,15633
7802097	R.Juvalyacu	0,15542
7602011	Q.Letrahuaycu	0,14626
5205008	R.Conventillo	0,14249
7602007	Q.Chilcayacu	0,13606
7602008	Q.Capahuaycu	0,12719
5205036	Q.Morocho	0,11631
7602009	Q.Timbohuaycu	0,08960
7602032	R.Calera	0,08314
5205035	Q.Huagra Corral	0,08290
5205026	R.Citado	0,07893
7602040	Q.de Gusu	0,07089
5205051	R.Angas	0,05860
7602039	Q.Puchucahuán	0,05689

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

7602014	Q.Tiocajas	0,05212
7602022	Q.Pelucate	0,04384
5205006	R.Illangama	0,03889
7601034	R.Blanco	0,03849
7602012	Q.Pucarrumi	0,03556
7602013	Q.Yerbabuena	0,03251
7602017	Q.Curihuaycu	0,02416
5205044	Q.Yaute Huaicu	0,02399
7602035	Q.Las Abras	0,02295
7601033	R.Colorado	0,01970
7602036	Q.Guaslán	0,01531
5205034	Q.Chalhuayacu	0,01161
5205033	Q.San Francisco	0,00488
7602034	Q.Tingo	0,00364
7602045	Q.Macaqui	0,00260
7602023	Q.Chita Huaycu	0,00193
7602046	Q.Chocón	0,00122
7602016	Q.Bodega Grande	0,00093
7602015	Q.Cachihuaycu	0,00047
52050561	Drenajes Menores	0,00000
7602051	Q.Cahuagi	0,00000
7602049	R.Badcanuán	0,00000
7602047	Q.Seca	0,00000
7602044	Q.Miraflores	0,00000
7602043	Q.Tulundo	0,00000
7602042	R.Guano	0,00000
5205053	R.Azul	0,00000
5205052	R.Chilicay	0,00000
5205050	R.Chiguangay	0,00000
5205048	R.Tilante	0,00000
5205046	Q.Sunticay	0,00000
5205045	R.Machángara	0,00000
5205038	Q.Quilloyacu	0,00000
5205037	Q.Conventillo	0,00000
5205031	R.Blanco	0,00000
5205029	Q.Chalhuayacu	0,00000
5205027	R.San Pablo	0,00000

En el Cuadro 19 se puede observar que existen 18 microcuencas que según el modelo de disponibilidad de agua, no poseen agua. Cabe destacar que el modelo que se utilizó toma en cuenta factores como: precipitación, evapotranspiración y varios parámetros del tipo de suelo. En el Anexo 2, Cuadro 3; se puede observar los caudales teóricos, los cuales son dados en base a la precipitación; así también en este Cuadro se puede observar los caudales que fueron tomados en campo,

dando una idea de la cantidad real de agua que se tiene, los datos tomados en el campo no son dados para todas las microcuencas debido al tiempo y a la lejanía de muchas de ellas, por ello se hizo las mediciones en las microcuencas consideradas más importantes, el número de microcuencas en las cuales se tomó las medidas de caudal fue de 36. Los datos tomados se encuentran en el Anexo 2, Cuadro 6.

#### **4.5 INFRAESTRUCTURA VIAL Y MICROCUENCAS**

Dentro del desarrollo económico de una región, juega un factor importante la infraestructura vial de la misma, en el caso de la Provincia de Chimborazo, la mayoría de las vías son de segundo y tercer orden. Las partes más alejadas son las que no tienen una infraestructura vial, y por ello se encuentran solo senderos por los cuales transitan los campesinos con su ganado. En parte este peculiar ha beneficiado a la conservación de ciertas microcuencas, las cuales no se ven afectadas por actividades intensivas en sus suelos y la degradación de la vegetación natural. En el Anexo 1, Lámina 24; se puede observar la relación entre conservación de los recursos e infraestructura vial, donde las microcuencas más deterioradas se encuentran en la zona donde existen vías de primer y segundo orden, o donde existen más vías de acceso.

#### **4.6 POBLACIÓN Y MICROCUENCAS**

Las microcuencas más pobladas se encuentran en la zona central de la provincia, con una densidad poblacional mayor a 7 habitantes por kilómetro cuadrado ( $\text{hab}/\text{km}^2$ ); llegando a 61  $\text{hab}/\text{km}^2$ , siendo esta la microcuenca de la Quebrada Tingo. La densidad poblacional es uno de los factores determinantes para el deterioro de las microcuencas, así entre las más deterioradas se encuentran las más pobladas. En el Anexo 1, Lámina 18; se observa el mapa de densidad poblacional, con sus rangos; y, a continuación se presenta el Cuadro con las densidades poblacionales por microcuencas:

**Cuadro 20:** Densidad Poblacional por Micorcuenas

SISTEMA	SUBCUENCA	CÓDIGO	NOMBRE	ÁREA (Ha)	DENSIDAD POBLACIONAL (hab/km <sup>2</sup> )	POBLACIÓN POR MICROCUENCA
Guayas	Río Yaguachi	5205006	R.Illangama	636,043	3	196
		5205008	R.Conventillo	4236,170	3	1271
		5205014	R.Cañi	2602,110	1	260
		5205015	R.Pallo	4016,425	1	402
		5205016	R.Tangabana	3220,174	1	322
		5205017	R.Pangor	10377,929	2	1981
		5205018	Q.Cóndor Puñuna	2021,228	1	216
		5205019	R.Panza	3572,707	2	703
		5205020	R.Malpote	5822,484	1	582
		5205023	R.Coco	13034,046	3	3931
		5205024	R.Guitsitse	2837,792	3	851
		5205025	R.Chayahuán	3132,740	3	940
		5205026	R.Citado	19529,910	3	5630
		5205027	R.San Pablo	5541,065	3	1791
		5205029	Q.Chalhuayacu	2901,961	6	1741
		5205031	R.Blanco	2860,361	6	1716
		5205032	R.Pumachaca	13844,010	5	6403
		5205033	Q.San Francisco	5796,180	4	2312
		5205034	Q.Chalhuayacu	1854,319	5	875
		5205035	Q.Huagra Corral	2286,550	6	1372
		5205036	Q.Morocho	2829,266	6	1698
		5205037	Q.Conventillo	2000,539	10	2055
		5205038	Q.Quilloyacu	1386,683	16	2172
		5205039	R.Zula	11596,053	1	1160
		5205040	R.Manzano	8066,855	1	853
		5205041	R.Huasachaca	3156,077	1	316
		5205042	Q.Chorrera de C.	2838,501	4	1202
		5205043	R.Sevilla	3757,941	4	1660
		5205044	Q.Yaute Huaicu	1772,922	5	817
		5205045	R.Machángara	2640,211	3	792
		5205046	Q.Sunticay	1724,559	3	517
		5205047	R.Huatacsi	11814,507	6	6815
		5205048	R.Tilante	3464,565	3	890
5205049	R.Turmas	6516,937	3	2004		
5205050	R.Chiguangay	3719,207	2	787		
5205051	R.Angas	2351,518	3	679		
5205052	R.Chilicay	1549,500	6	925		
5205053	R.Azul	1619,016	6	971		
5205056	Drenajes Menores	19222,388	2	4066		

"Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo"

		52050561	Drenajes Menores	2671,305	6	1603
		52050562	Drenajes Menores	30670,703	5	16575
Pastaza	Río Chambo	7602001	R.Osogoche	10712,012	1	1071
		7602002	Q.Lulashi	4343,594	2	1049
		7602003	Q.Lillac	1730,075	5	860
		7602004	R.Atillo	9177,129	1	918
		7602005	R.Yasipan	15451,482	1	1545
		7602006	R.El Tingo	3723,000	1	372
		7602007	Q.Chilcayacu	1399,007	1	140
		7602008	Q.Capahuaycu	1460,689	5	730
		7602009	Q.Timbohuaycu	1788,672	5	894
		7602010	Q.Pancún	2607,544	1	261
		7602011	Q.Letrahuaycu	5245,797	5	2397
		7602012	Q.Pucarrumi	4394,572	4	1889
		7602013	Q.Yerbabuena	1405,985	5	703
		7602014	Q.Tiocajas	5156,557	5	2579
		7602015	Q.Cachihuaycu	1198,161	5	599
		7602016	Q.Bodega Grande	919,622	5	460
		7602017	Q.Curihuaycu	1504,085	5	752
		7602018	R.Llinilin	8056,629	7	5581
		7602019	R.Sasapud	6818,626	7	4781
		7602020	R.Grahujón	3214,806	10	3070
		7602021	Q.Guashi	10086,375	11	11162
		7602022	Q.Pelucate	2066,583	7	1508
		7602023	Q.Chita Huaycu	1513,616	5	761
		7602024	Q.Conpuene	3908,654	12	4520
		7602025	R.Huargualla	18991,235	1	2419
		7602026	Q.Bocatoma	12882,722	3	3597
		7602027	R.Maguaza	3082,819	2	617
		7602028	Q.Quishpe	1709,183	2	342
		7602029	Q.Daldal	3111,503	5	1402
		7602030	R.Ulpán	6283,348	7	4396
		7602031	R.Chimborazo	12912,858	3	4319
		7602032	R.Calera	2475,408	3	771
		7602033	R.Sicalpa	11137,863	10	11114
		7602034	Q.Tingo	3963,954	61	24030
		7602035	Q.Las Abras	5896,469	52	30551
		7602036	Q.Guaslán	3313,128	14	4721
		7602037	Q.Colorada	4600,073	12	5475
		7602038	Q.Cachipata	2756,859	7	1921
		7602039	Q.Puchucahuán	1241,811	4	530
		7602040	Q.de Gusu	2234,975	3	670
		7602041	Q.Basacón	5064,966	7	3784
		7602042	R.Guano	19,917	5	10

		7602043	Q.Tulundo	924,344	12	1090
		7602044	Q.Miraflores	925,462	15	1372
		7602045	Q.Macaqui	1513,761	12	1816
		7602046	Q.Chocón	3735,193	5	1898
		7602047	Q.Seca	1050,205	7	691
		7602048	R.Blanco	14742,356	3	3849
		7602049	R.Badcanuán	3026,283	3	795
		7602050	RPuela	22890,928	1	3145
		7602051	Q.Cahuagi	2227,084	6	1234
		7602052	Drenajes Menores	29554,966	4	11568
		76020421	R.Guano	14323,803	6	9042
		76020521	Drenajes Menores	46913,129	27	125772
		Río Patate	7601033	R.Colorado	315,696	7
7601034	R.Blanco		622,823	7	436	
7601047	R.Mocha		2648,006	7	1806	
Santiago	Río Upano	7802094	R.Saucay	9176,101	1	918
		7802095	R.Juval	4928,710	1	493
		7802096	R.Pomacocho	7221,131	1	722
		7802097	R.Juvalyacu	1286,830	1	129
		7802098	R.Timbuyacu	6032,220	1	603
		7802099	Q.Pailacocha	1720,525	1	172
		7802100	R.Púlpito	16449,778	1	1645
		7802121	Drenajes Menores	11753,370	1	1175

#### **4.7 MICROCUENCAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

La microcuenca es un espacio geográfico constituido por pequeños afluentes hídricos como quebradas, y riachuelos.

La provincia de Chimborazo tiene inserta en su espacio geográfico a 106 microcuencas, de ellas 11 están compartidas con las provincias de Tungurahua, Cañar, Guayas y Bolívar (Anexo 1, Lámina 22); el 53.77% de las microcuencas están ubicadas en la cuenca del río Pastaza; el 38.68% en la del río Guayas; y, el 7.55% en la del río Santiago<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> CONSEJO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, Microcuencas en la provincia de Chimborazo, 2005

## **4.8 ELEMENTOS MÍNIMOS DE CONSERVACIÓN DE UNA MICROCUENCA**

Mantener en las mejores condiciones una microcuenca, es garantizar y equilibrar la relación hombre – ecosistema, es proyectar bases sólidas del desarrollo socioeconómico cultural de una población, por ello el asentamiento poblacional debe ser planificado, el suelo debe ser utilizado en forma técnica y científica, el agua no debe ser contaminada, la vegetación nativa debe ser cultivada, desarrollada y protegida; para mantener estos niveles mínimos que garantizan la sostenibilidad se requiere de que los habitantes estén plenamente capacitados, y que por tanto las instituciones gubernamentales y no gubernamentales desarrollen programas de concienciación, empoderamiento del cuidado de la microcuenca y que los gobiernos locales sean los observadores del respeto a la legislación en esta materia y que además los gobiernos desarrollen políticas públicas y de Estado

## **4.9 Las Microcuencas y Sus Características**

Entre los principales logros alcanzados producto de la ejecución del plan está la identificación y ubicación de microcuencas, por sistema hidrográfico, sistema, cuenca, subcuenca y microcuencas, que están citadas en el Cuadro 4, Capítulo II, y mapeadas en el Anexo 1, Láminas 2, 3, 4 y 5, para la referencia de resultados en el Cuadro 21, se puede observar cuantas microcuencas según esta división existen en la Provincia, por Sistema, Cuenca y Subcuenca:

**Cuadro 21:** Cantidad de Microcuencas según el CNRH

<b>SISTEMA</b>	<b>CUENCA</b>	<b>SUBCUENCA</b>	<b>NÚMERO DE MICROCUENCAS</b>
Guayas	Río Guayas	Río Yaguachi	41
Pastaza	Río Pastaza	Río Patate	3
		Río Chambo	54
Santiago	Río Santiago	Río Upano	8

Como se puede ver en el Cuadro 20, la mayoría de microcuencas en la Provincia de Chimborazo, pertenecen al Sistema Pastaza, y mayormente a la Subcuenca del Río Chambo; así también la Subcuenca del Río Patate, es la que menos microcuencas tiene, además de que no son microcuencas totalmente pertenecientes a la provincia, sino que se comparten con la Provincia de Tungurahua.

El estudio tenía como base la priorización del recurso hídrico en la Provincia, tomando en cuenta esto, se han clasificado a las microcuencas en cuatro rangos, los cuales se explican a continuación:

**Microcuencas Prioritarias para la Conservación:** Se refiere a las microcuencas las cuales son captadoras del recurso hídrico, así también son prioritarias para la conservación del mismo, por sus suelos, los cuales presentan características aptas para el recurso agua, el clima que también permite la generación y mantenimiento del recurso, por lo general son microcuencas que tienen una densidad poblacional de 1 hab/km<sup>2</sup> o no poseen habitantes, y su uso se caracteriza por grandes áreas de vegetación natural. La Disponibilidad de agua es mayor a los 1000mm, y presentan una cantidad de agua favorable.

**Microcuencas Prioritarias al Protección:** Son microcuencas que tienen una densidad poblacional baja (entre 1 a 5 hab/km<sup>2</sup>), con áreas de vegetación natural extensas, pero con ciertas zonas de cultivos y pastos, así también, sus condiciones físicas son buenas para el mantenimiento del recurso, y además presentan características aptas para el bienestar económico, se las clasificó como de manejo, debido a que se pueden desarrollar en el campo agrícola pero con un manejo que permita el sustento y la conservación de las fuentes de agua y la vegetación natural. La Disponibilidad de Agua está entre los 500 y 1000mm.

**Microcuencas Prioritarias para Rehabilitación:** Estas son microcuencas, que si bien todavía tienen un potencial hídrico, corren peligro de deterioro, debido a las

características físicas, por la sobreexplotación del recurso suelo, recurso fundamental para la conservación y producción del recurso agua; además son zonas con una densidad poblacional mayor a los 7 hab/km<sup>2</sup>, y presentan cierto desgaste en los suelos, debido a la sobreexplotación del mismo, su vegetación natural es en porcentaje menor al 30%, y las actividades son intensivas y extensivas. Por ello, se recomienda un manejo inmediato para la conservación de la vegetación y las fuentes de agua. La Disponibilidad de Agua está entre los 500 y 1000mm.

**Microcuencas Prioritarias para Recuperación:** Se caracterizan por un deterioro casi total, no presentan vegetación natural o el porcentaje es muy bajo, su población es mayor a 27 hab/km<sup>2</sup>, con un máximo de 61 hab/km<sup>2</sup>; son microcuencas que presentan suelos pobres ya sea por su propia constitución o por el deterioro que tienen, su vegetación es nula en la mayoría de los casos o presenta porcentajes que rodean el 10% de su área total, entre estas microcuencas se encuentran las que tienen el mayor tamaño y presentan los asentamientos poblacionales más importantes (cabecera provincial, cantonales y parroquiales. La Disponibilidad de Agua es menor a los 500mm.

La caracterización de las microcuencas se presenta a continuación, tomando en cuenta la división de Cuenca y Subcuenca.

## **CUENCA DEL RÍO PASTAZA**

Dentro de la Cuenca del Río Pastaza, en la Provincia de Chimborazo, encontramos dos subcuencas: la del Río Chambo y la del Río Patate; las cuales son explicadas a continuación.

**Subcuenca Río Chambo (Gráfico 12):** En la Subcuenca del Río Chambo, hay 54 microcuencas, de las cuales: 2 son parte de otras microcuencas, y son compartidas con la Provincia de Tungurahua; y las 52 restantes están totalmente

insertas en la Provincia de Chimborazo, encontrándose en su mayoría en la parte oriental de la misma y en la parte norte unas pocas.

Las microcuencas y su prioridad se presentan a continuación:

**Cuadro 22:** Prioridad por Microcuenca, Subcuenca del Río Chambo

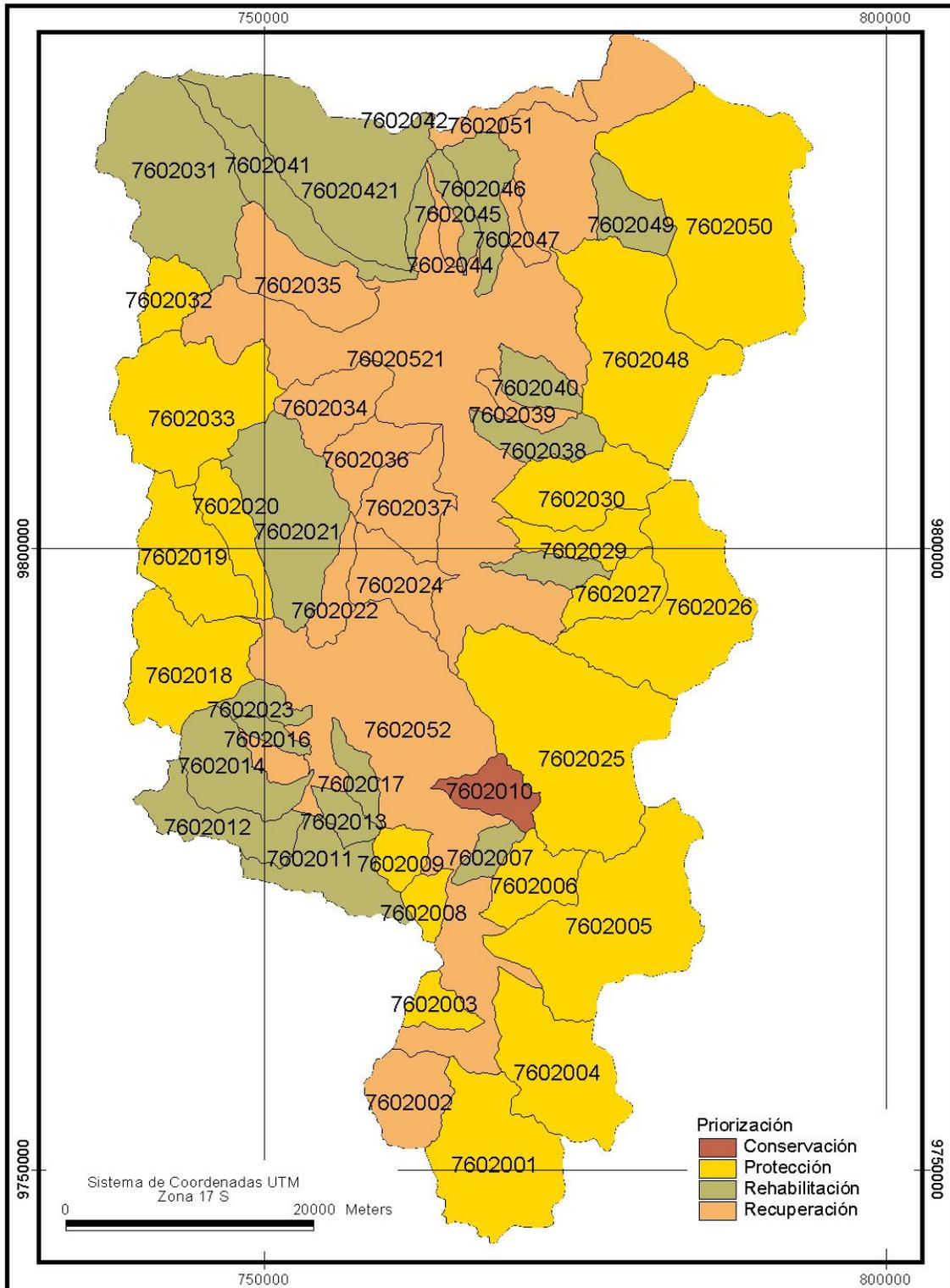
CÓDIGO	MICROCUECNA	PRIORIDAD	ÁREA (Ha)
7602042	R.Guano	Conservación	19,917
7602010	Q.Pancúi	Conservación	2607,544
7602008	Q.Capahuaycu	Protección	1460,689
7602003	Q.Lillac	Protección	1730,075
7602009	Q.Timbohuaycu	Protección	1788,672
7602032	R.Calera	Protección	2475,408
7602027	R.Maguaza	Protección	3082,819
7602029	Q.Daldal	Protección	3111,503
7602020	R.Grahuijón	Protección	3214,806
7602006	R.El Tingo	Protección	3723,000
7602030	R.Ulpán	Protección	6283,348
7602019	R.Sasapud	Protección	6818,626
7602018	R.Llinilin	Protección	8056,629
7602004	R.Atillo	Protección	9177,129
7602001	R.Osogoche	Protección	10712,012
7602033	R.Sicalpa	Protección	11137,863
7602026	Q.Bocatoma	Protección	12882,722
7602048	R.Blanco	Protección	14742,356
7602005	R.Yasipan	Protección	15451,482
7602025	R.Huargualla	Protección	18991,235
7602050	R.Puela	Protección	22890,928
7602016	Q.Bodega Grande	Rehabilitación	919,622
7602043	Q.Tulundo	Rehabilitación	924,344
7602007	Q.Chilcayacu	Rehabilitación	1399,007
7602013	Q.Yerbabuena	Rehabilitación	1405,985
7602017	Q.Curihuaycu	Rehabilitación	1504,085
7602023	Q.Chita Huaycu	Rehabilitación	1513,616
7602045	Q.Macaqui	Rehabilitación	1513,761
7602028	Q.Quishpe	Rehabilitación	1709,183
7602040	Q.de Gusu	Rehabilitación	2234,975
7602038	Q.Cachipata	Rehabilitación	2756,859
7602049	R.Badcanuán	Rehabilitación	3026,283
7602046	Q.Chocón	Rehabilitación	3735,193
7602012	Q.Pucarrumi	Rehabilitación	4394,572
7602041	Q.Basacón	Rehabilitación	5064,966
7602014	Q.Tiocajas	Rehabilitación	5156,557
7602011	Q.Letrahuaycu	Rehabilitación	5245,797
7602021	Q.Guashi	Rehabilitación	10086,375

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”

7602031	R.Chimborazo	Rehabilitación	12912,858
76020421	R.Guano	Rehabilitación	14323,803
7602044	Q.Miraflores	Recuperación	925,462
7602047	Q.Seca	Recuperación	1050,205
7602015	Q.Cachihuaycu	Recuperación	1198,161
7602039	Q.Puchucahuán	Recuperación	1241,811
7602022	Q.Pelucate	Recuperación	2066,583
7602051	Q.Cahuagi	Recuperación	2227,084
7602036	Q.Guaslán	Recuperación	3313,128
7602024	Q.Conpuene	Recuperación	3908,654
7602034	Q.Tingo	Recuperación	3963,954
7602002	Q.Lulashi	Recuperación	4343,594
7602037	Q.Colorada	Recuperación	4600,073
7602035	Q.Las Abras	Recuperación	5896,469
7602052	Drenajes Menores	Recuperación	29554,966
76020521	Drenajes Menores	Recuperación	46913,129

En el Cuadro 22, se puede observar que en la Subcuenca del Río Chambo, existen 2 microcuencas que son prioritarias para la conservación del recurso agua, por sus características físicas, poblacionales y tamaño de las mismas; 19 que se deben mantener bajo el criterio de protección de vertientes y recursos naturales en general, debido a sus condiciones y para evitar su progresivo deterioro; 19 microcuencas requieren ser rehabilitadas, para controlar su progresivo deterioro, debido a factores poblacionales, de uso del suelo, área, topografía; y, existen 14 microcuencas que están en riesgo de total deterioro de suelos, sobrepobladas, y sobreutilizadas.

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”



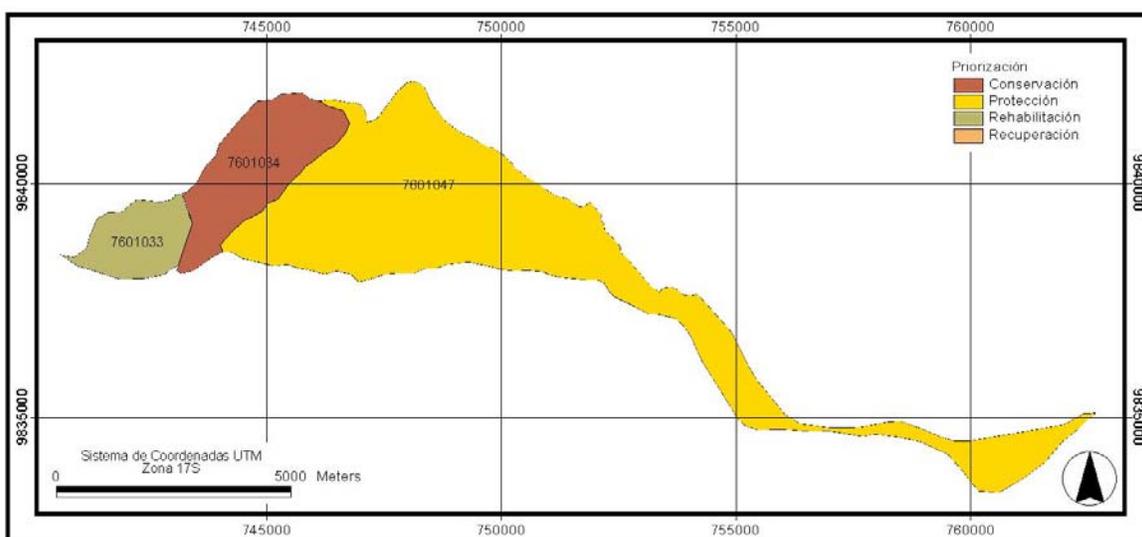
**Gráfico 15:** Priorización de las Microcuencas de la Subcuenca del Río Chambo

**Subcuenca Río Patate (Gráfico 13):** Perteneciente a esta subcuenca existen tres microcuencas, las cuales son solo parcialmente pertenecientes a la Provincia, debido a que son compartidas con la Provincia de Tungurahua. En el Cuadro 23, se puede observar la prioridad de las mismas:

**Cuadro 23:** Priorización Subcuenca Río Patate

CÓDIGO	MICROCUENCA	PRIORIDAD	ÁREA (Ha)
7601034	R.Blanco	Conservación	622,823
7601047	R.Mocha	Protección	2648,006
7601033	R.Colorado	Rehabilitación	315,696

En el cuadro se puede ver que en esta parte existe un peligro para el recurso y para el ecosistema, en las tres microcuencas que a pesar de no estar totalmente bajo la jurisdicción de la Provincia de estudio, son vulnerables.



**Gráfico 16:** Priorización de las Microcuencas de la Subcuenca del Río Patate

## CUENCA DEL RÍO GUAYAS

Perteneciente a la Cuenca del Río Guayas en la Provincia de Chimborazo, hay una sola Subcuenca, la del Río Guayas.

**Subcuenca del Río Yaguachi (Gráfico 14):** En esta subcuenca hay 41 microcuencas, de las cuales 7 están compartidas con las Provincias de Bolívar y Cañar; las 34 restantes están totalmente en la provincia. En el Cuadro 24, se cita las microcuencas y la prioridad de las mismas.

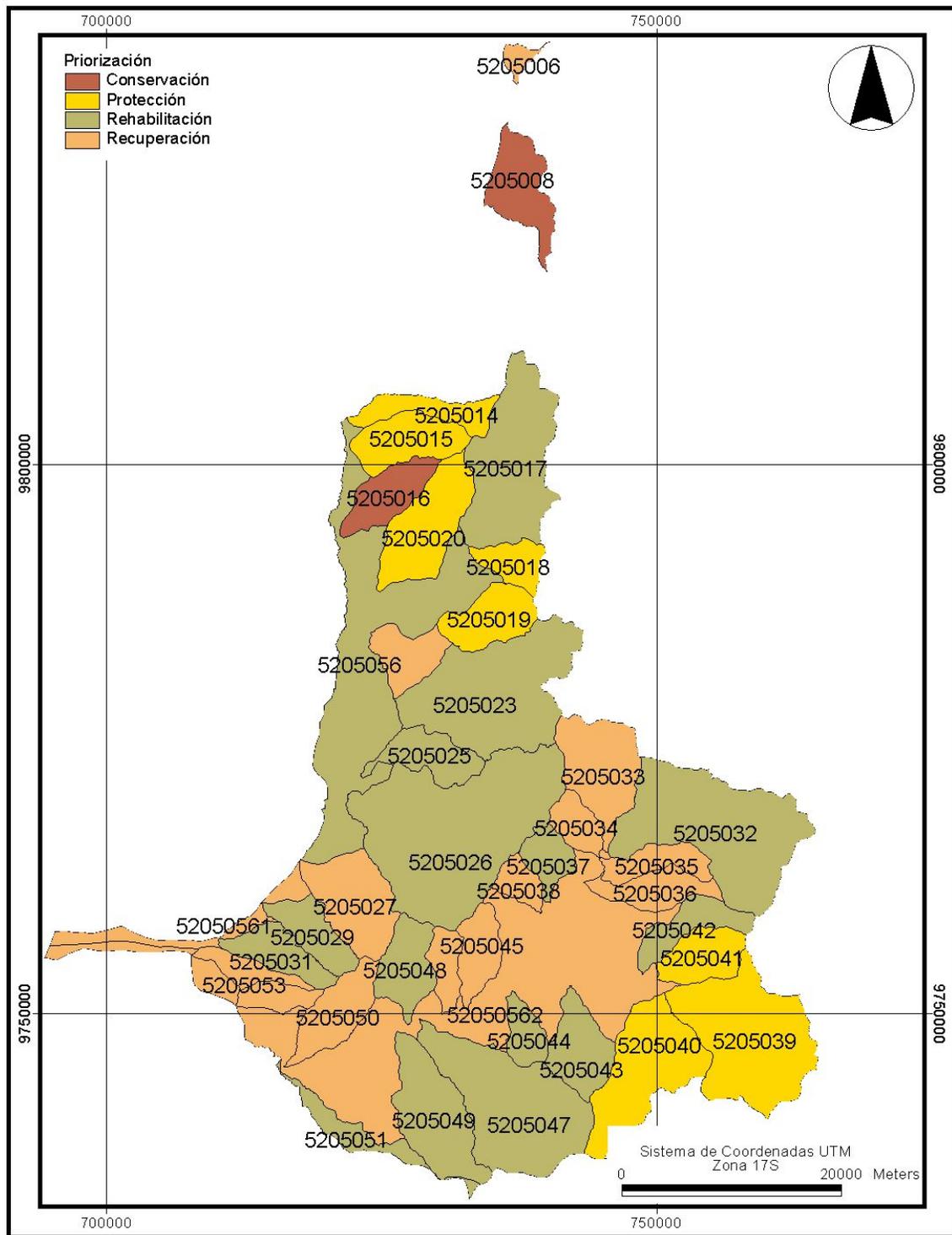
**Cuadro 24:** Priorización Subcuenca Río Yaguachi

CÓDIGO	MICROCUENCA	PRIORIDAD	ÁREA (Ha)
5205016	R.Tangabana	Conservación	3220,174
5205008	R.Conventillo	Conservación	4236,170
5205018	Q.Cóndor Puñuna	Protección	2021,228
5205014	R.Cañi	Protección	2602,110
5205041	R.Huasachaca	Protección	3156,077
5205019	R.Panza	Protección	3572,707
5205015	R.Pallo	Protección	4016,425
5205020	R.Malpote	Protección	5822,484
5205040	R.Manzano	Protección	8066,855
5205039	R.Zula	Protección	11596,053
5205044	Q.Yaute Huaicu	Rehabilitación	1772,922
5205037	Q.Conventillo	Rehabilitación	2000,539
5205051	R.Angas	Rehabilitación	2351,518
5205042	Q.Chorrera de C.	Rehabilitación	2838,501
5205031	R.Blanco	Rehabilitación	2860,361
5205029	Q.Chalhuayacu	Rehabilitación	2901,961
5205025	R.Chayahuán	Rehabilitación	3132,740
5205048	R.Tilante	Rehabilitación	3464,565
5205043	R.Sevilla	Rehabilitación	3757,941
5205049	R.Turmas	Rehabilitación	6516,937
5205017	R.Pangor	Rehabilitación	10377,929
5205047	R.Huatacsi	Rehabilitación	11814,507
5205023	R.Coco	Rehabilitación	13034,046
5205032	R.Pumachaca	Rehabilitación	13844,010
5205056	Drenajes Menores	Rehabilitación	19222,388
5205026	R.Citado	Rehabilitación	19529,910
5205006	R.Illangama	Recuperación	636,043
5205038	Q.Quilloyacu	Recuperación	1386,683
5205052	R.Chilicay	Recuperación	1549,500
5205053	R.Azul	Recuperación	1619,016
5205046	Q.Sunticay	Recuperación	1724,559
5205034	Q.Chalhuayacu	Recuperación	1854,319
5205035	Q.Huagra Corral	Recuperación	2286,550
5205045	R.Machángara	Recuperación	2640,211
52050561	Drenajes Menores	Recuperación	2671,305
5205036	Q.Morocho	Recuperación	2829,266
5205024	R.Guitsitse	Recuperación	2837,792
5205050	R.Chiguangay	Recuperación	3719,207
5205027	R.San Pablo	Recuperación	5541,065
5205033	Q.San Francisco	Recuperación	5796,180

52050562	Drenajes Menores	Recuperación	30670,703
----------	------------------	--------------	-----------

En la Subcuenca del Río Yaguachi, se encuentran 2 microcuencas para la conservación, 8 microcuencas que requieren protección, 16 microcuencas en rehabilitación, y 15 microcuencas que necesitan recuperarse, cabe destacar que éstas en extensión son las mayores y las más pobladas.

“Definición de Prioridades de Manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la Provincia de Chimborazo”



**Gráfico 17:** Priorización de las Microcuencas de la Subcuenca del Río Yaguachi

## CUENCA RÍO SANTIAGO

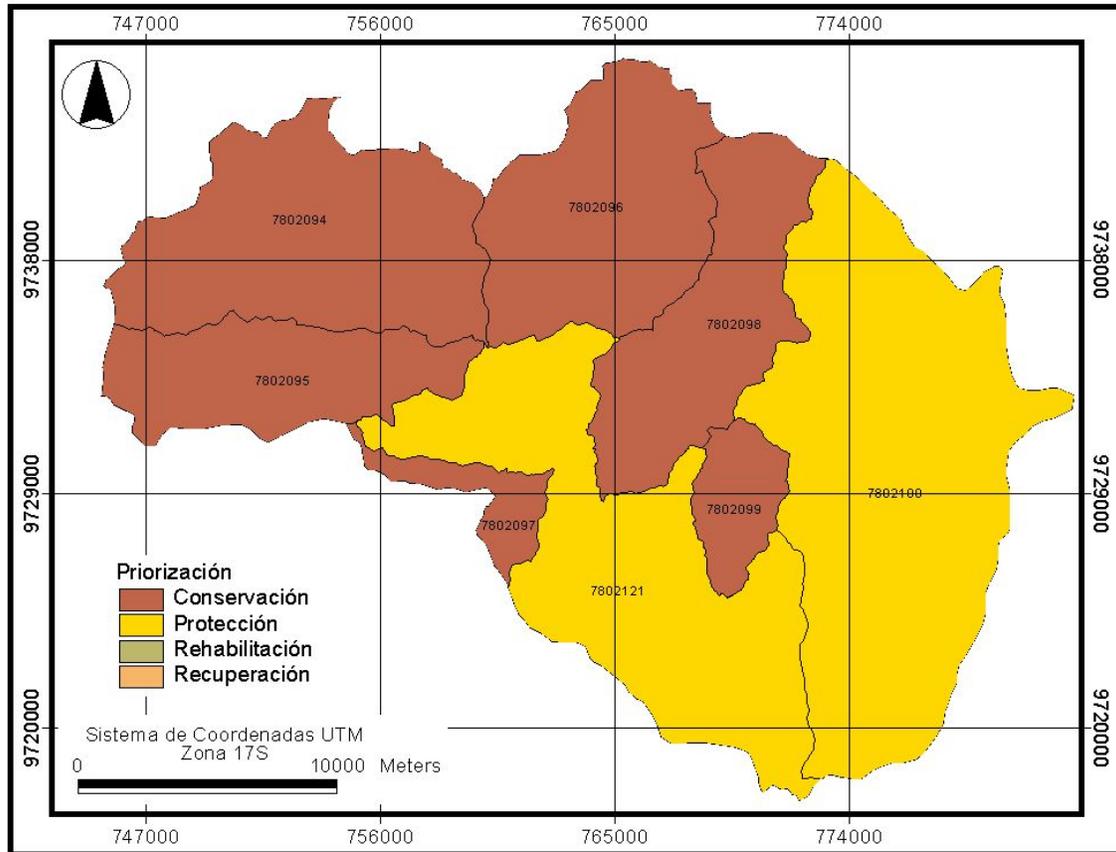
La Cuenca del Río Santiago, en la Provincia de Chimborazo, tiene una sola subcuenca, que es la del Río Upano.

**Subcuenca Río Upano (Gráfico 15):** Dentro de la Subcuenca del Río Santiago, se encuentran 8 microcuencas, de las cuales 2 pertenecen sólo parcialmente, compartiéndose con la Provincia de Cañar. Las 6 restantes están totalmente en la Provincia de estudio. La Priorización de estas microcuencas se presenta en el Cuadro 25.

**Cuadro 25:** Priorización Subcuenca Río Upano

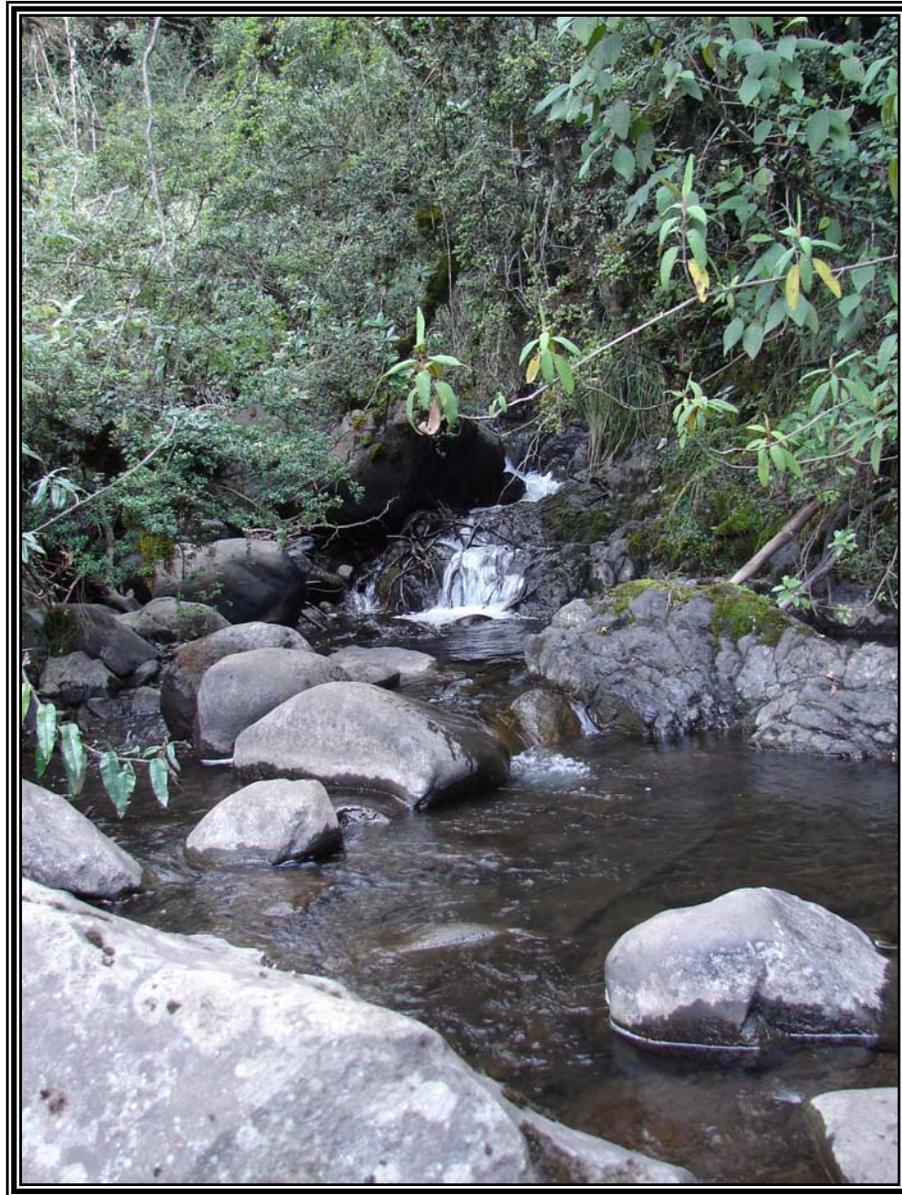
CÓDIGO	MICROCUENCA	PRIORIDAD	ÁREA (Ha)
7802097	R.Juvalyacu	Conservación	1286,830
7802099	Q.Pailacocha	Conservación	1720,525
7802095	R.Juval	Conservación	4928,710
7802098	R.Timbuyacu	Conservación	6032,220
7802096	R.Pomacocho	Conservación	7221,131
7802094	R.Saucay	Conservación	9176,101
7802121	Drenajes Menores	Protección	11753,370
7802100	R.Púlpito	Protección	16449,778

La Subcuenca del Río Upano se caracteriza por no tener vías de primer orden y muy pocas vías para llegar hasta la zona, por esta razón las microcuencas en su mayoría se encuentran bastante bien mantenidas, y por ello se encuentran en la prioridad de conservación, tanto para el recurso agua como para los recursos naturales en sí.



**Gráfico 188:** Priorización de las Microcuencas de la Subcuenca del Río Upano

## CAPITULO V



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

Después de haber realizado la Priorización de las Microcuencas de la Provincia de Chimborazo, se concluye que:

- ❖ La mayoría de microcuencas en la Provincia se encuentran en un estado de deterioro, siendo estas 29, las cuales se encuentran utilizadas en labores agrícolas en su mayoría, y, solamente 11 microcuencas se encuentran conservadas y con cobertura natural.
- ❖ Los datos proporcionados por el CNRH, no se encuentran completos en su totalidad, por esta razón la información, en muchos no tiene un buen grado de confiabilidad. Así se observa que solo 79 de las 106 microcuencas posee concesiones de agua, y las más pobladas, no poseen concesiones, esto se debe a la incoherencia espacial de datos. La información que proporcionó el CNRH, para los sistemas de riego, es del año 2001. Esta debía ser depurada y verificada, así que después de procesarla, se observó que estaba incompleta, es decir no poseía una gran cantidad de datos en los registros que fueron entregados.
- ❖ Debido a que el estudio de agua se debe hacer con la ayuda de las estaciones meteorológicas instaladas en el área de estudio, puestas por el INAMHI, se concluye que estas son insuficientes, como se conoce la provincia de Chimborazo se encuentra colindando con la región amazónica, lugar donde se tiene dos estaciones.

- ❖ De las 106 microcuencas, y tomando en cuenta factores como: el suelo, el clima y la precipitación, se puede observar que 18, no disponen de cantidad de agua, debido a los factores antes mencionados, así también las microcuencas con mayor disponibilidad son las que se encuentran en mejor estado de conservación, es decir, con mayor área de vegetación natural.
- ❖ Las vías de comunicación, inciden en el estado del recurso hídrico; esta relación se da ya que si existen las vías de acceso a una zona donde existe una calidad de agua y una cantidad de agua mejor, las personas tenderán a habitar estas zonas, lo cual, por lo general trae como consecuencia el encarecimiento de las fuentes que aquí se hallan, además de la contaminación de las mismas. En tanto que, zonas sin vías de acceso, o con difícil acceso, no serán contaminadas o presentarán un grado de contaminación mínimo, y tendrán un mejor estado en cuanto a la cantidad y calidad de agua.
- ❖ Las micro cuencas que se encuentran en la parte central de la provincia, callejón interandino, están afectadas por el uso intensivo, una densidad poblacional alta y el fácil acceso, por existir mayor cantidad de vías de comunicación; debido a esto la erosión y la desertificación son los principales problemas, además que tienen un régimen de humedad del suelo Ústico (el suelo está seco 6 meses consecutivos) en su mayoría y en ciertas partes Árido (el suelo está seco más de 6 meses consecutivos). Relacionándose estos factores con el problema de la falta de disponibilidad de agua, lo que afecta a las actividades productivas, dando como efecto la pobreza.
- ❖ Las micro cuencas que se encuentran en mejor estado son las ubicadas en la parte oriental de la provincia, poseen una buena cantidad de agua, además de un buen régimen de humedad en el suelo: Údico (seco menos de tres meses consecutivos), Perúdico (seco menos de uno o dos meses consecutivos), Ácuico (Nunca está seco). Por lo general, en estas microcuencas se puede encontrar zonas de páramo y zonas pantanosas. Son zonas de difícil acceso,

no poseen carreteras, solo vías de tercer orden que se vuelven intransitables en época lluviosa.

- ❖ La información que se encuentra de las entidades encargadas en los diversos temas que se necesitan para la realización del estudio, es pobre en ciertos casos (ej.: INAMHI), falta un procesamiento (ej.: CNRH); y la actualización de las mismas (ej.: SIGAGRO).
- ❖ Realizados los estudios correspondientes se puede decir que 29 microcuencas están en franco peligro de deterioro, ellas están ubicadas en la región céntrica de la provincia; entre sus principales riesgos se puede decir la sobrepoblación y la sobreutilización del suelo. (Anexo 1, Lámina 23).
- ❖ La mayoría de las microcuencas de la provincia se encuentran en el sistema Pastaza (57), seguidas por el sistema Guayas (41), y finalmente tenemos al sistema Santiago (8).
- ❖ De las 106 microcuencas: 29 presentan un franco proceso de deterioro debido a su acequibilidad (zonas de fácil acceso con vías de primer y segundo orden, transitables todo el año); a su densidad poblacional mayor a 27hab/km<sup>2</sup>; disponibilidad de agua menor a los 400mm; y a su poca conservación de vegetación natural menor al 10% del área total de la microcuenca. 36 microcuencas se encuentran en la prioridad de rehabilitación, por su fácil acceso; densidad poblacional de 7 a 16 hab/km<sup>2</sup>; disponibilidad entre 500 y 1000mm. 30 están en la prioridad de Protección debido a que no poseen mucha acequibilidad; su densidad poblacional no sobrepasa los 3 hab/km<sup>2</sup>; la disponibilidad de agua está entre los 500 y 1500mm. Finalmente, solo 11 microcuencas se encuentran en una prioridad de conservación principalmente porque no tienen vías de acceso; se encuentran bastante alejadas; la densidad poblacional es nula o máximo de 1 hab/km<sup>2</sup>; y su disponibilidad es mayor de los 1500mm.

- ❖ Finalmente, se puede decir que la contaminación en las diversas microcuencas, está dada más en las que se encuentran en la zona céntrica de la provincia, y en las zonas bajas, por ser más asequibles y más habitadas.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- ❖ Realizar planes de acción para evitar el deterioro de las microcuencas que se hallan entre las prioridades de conservación y protección.
- ❖ Planificar, organizar y ejecutar proyectos de conservación y preservación; en las microcuencas de la parte oriental de la provincia debido a la presencia de zonas de reserva de agua.
- ❖ Implementar planes emergentes en las microcuencas con la prioridad de recuperación, para que estas no se deterioren completamente, y pierdan totalmente recursos como: suelos y agua, principalmente.
- ❖ Realizar una capacitación y concienciación en las partes altas, donde la educación sería el factor indispensable para el mantenimiento de los recursos, en especial del recurso hídrico, ya que de las partes altas depende la conservación y subsistencia de las partes bajas.
- ❖ Controlar el manejo de los recursos naturales conforme se crean vías de acceso.
- ❖ Implementar de estaciones meteorológicas a la provincia, para obtener parámetros reales, además que las instituciones públicas (CNRH, INAMHI), deberían equiparse y modernizarse.
- ❖ Realizar el control de los recursos naturales, y el control del avance de la frontera agrícola, para así evitar la desaparición de las fuentes de agua.
- ❖ Realizar un censo por microcuencas, para así poder realizar una planificación eficaz del recurso hídrico, debido a la facilidad que presenta la planificación por microcuencas hidrográficas.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- IGM. 1995: Atlas Universal y del Ecuador. IGM. Quito – Ecuador.
- FitzPatrick E. A. 1996: Introducción a la Ciencia de los Suelos. Ed. Trillas. México.
- Zebrowski Claude, Quantin Paul, Trujillo Germán. 1997: Suelos Volcánicos Endurecidos. III Simposio Internacional. Quito – Ecuador.
- USDA. 1994: Keys To Soil Taxonomy. USDA. Estados Unidos.
- POURRUT, Pierre y otros; El Agua en el Ecuador, Clima, precipitaciones, escorrentía, Estudios de Geografía Volumen 7, INAMHI, MAG, Quito – Ecuador, 1995, Impresión Editores Asociados, Art. III, p. 3.
- STRAHLER, Arthur y STRAHLER, Alan, Geografía Física, Tercera Edición, Ediciones Omega, Barcelona – España, 2000, p. 534
- GONZÁLEZ, Augusto, MALDONADO, Fausto y MEJÍA, Luis, Memoria Explicativa del Mapa General de Suelos del Ecuador, Publicación Auspiciada por el CLIRSEN, Quito – Ecuador, 1986, p.17-30.
- Ministerio de Ambiente – MAG – DINAREN; Memoria técnica Mapa Geológico de la Provincia de Chimborazo; 2001
- WINCKELL, Alain y otros; Los Paisajes Naturales del Ecuador, Las regiones y paisajes del Ecuador; Publicación del Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, IPGH, ORSTOM; Quito – Ecuador; 1997, Impreso en los talleres gráficos del IGM del Ecuador; p. 102-105
- Ministerio de Ambiente – MAG – DINAREN; Memoria técnica Mapa de Flora y Fauna de la Provincia de Chimborazo; 2001
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, junio de 1998, Riobamba – Ecuador, 86

## **PÁGINAS WEB CONSULTADAS**

- <http://gis.esri.com/library/userconf/europroc99/html/vortraege/v14/vOlteanuPoster/Olteanu.htm>
- <http://email.umayor.cl/~ingfores/sig/anali2/CAP2.htm>
- <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/agua.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos14/problemadelagua/problemadelagua.shtml>
- <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/agua.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos16/agua/agua.shtml>
- <http://www.explora.cl/otros/agua/ciclo2.html>
- [http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://ga.water.usgs.gov/edu/graphics/watercyclespanish\\_high.jpg&imgrefurl=http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclespanishhi.html&h=526&w=756&sz=170&bnid=W1SKsqkKeWUCiM:&tbnh=97&tbnw=140&prev=/images%3Fq%3Del%2Bciclo%2Bdel%2Bagua&start=1&sa=X&oi=images&ct=image&cd=1](http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://ga.water.usgs.gov/edu/graphics/watercyclespanish_high.jpg&imgrefurl=http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclespanishhi.html&h=526&w=756&sz=170&bnid=W1SKsqkKeWUCiM:&tbnh=97&tbnw=140&prev=/images%3Fq%3Del%2Bciclo%2Bdel%2Bagua&start=1&sa=X&oi=images&ct=image&cd=1)
- [http://www.unesco.org/science/waterday2000/graficos\\_ciclo.htm](http://www.unesco.org/science/waterday2000/graficos_ciclo.htm)
- <http://www.condesan.org/memoria/col1299.pdf>

## ANEXOS

