



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

### PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA

#### “PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO TENA”

Israel Andrés Gutiérrez Largo

Sangolquí - Ecuador

Enero - 2009

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Israel Andrés Gutiérrez Largo y que ha cumplido con los requisitos establecidos para un proyecto de tesis como documento previo a la obtención del Título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente.

Sangolquí, 5 de Enero del 2009.

---

**Ing. Guillermo Beltrán Michilena**  
**DIRECTOR**

---

**Ing. Oswaldo Padilla Almeida**  
**CO-DIRECTOR**

## RESUMEN

Desde hace varios años, la ciudad de Tena, capital de la provincia de Napo, viene experimentando un notable incremento poblacional; esto ha significado el aumento de la demanda de los servicios básicos, específicamente de agua, como factor indispensable para la vida, más que cualquier otro elemento.

Con el propósito de asegurar la disponibilidad sostenida en calidad y cantidad del recurso hídrico para la ciudad, se elaboró el “Plan de manejo de la microcuenca del río Tena”, donde se busca integrar la conservación, el manejo sostenible de los recursos naturales y el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la población que habita en las comunidades de la zona.

La propuesta de manejo, se desarrolló a partir de un diagnóstico de los componentes biofísicos y socioeconómicos, mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG), GPS, imagen de satélite, información de censos y encuestas recientes e información recogida en campo. Posteriormente, se identificó los problemas derivados de las condiciones físicas, por uso de los recursos y la actual problemática socioeconómica de las poblaciones de la zona. Con base en este análisis, se aplicó un modelo de zonificación de uso y manejo, que permitió la identificación de superficies homogéneas para aplicar el manejo del área por zonas. Complementariamente a este proceso, se priorizaron ejes de desarrollo acordes a las potencialidades de la zona.

Finalmente, se detallan los ejes de desarrollo en programas y subprogramas desarrollados mediante objetivos y actividades para cada zona propuesta.

## SUMMARY

Since a few years ago, the city of Tena, capital of the Napo province, comes experimenting a remarkable population growth; this has meant the increase in the demand of the basic services, specifically of water, as indispensable factor for the life, more than any other element.

In order to guarantee the availability supported in quality and quantity of the water resource for the city, a “Tena river microwatershed management Plan” was elaborated, which seeks to integrate the conservation, the sustainable management of the natural resources and the improvement of the socioeconomic conditions of the population who live in the communities of the zone.

The proposal of management was developed from a diagnostic of the biophysicists and socioeconomic components, through using Geographical Information Systems (GIS), global positioning system (GPS), satellite image, recent population censuses, surveys and information obtained in the field. Subsequently, the problems were identified from the physical conditions, use of the natural resources and the current socioeconomic problems of the populations who live in the zone. Based on this analysis, a model of zoning use and managing was applied; that allowed the identification of homogeneous areas to apply the management of the area for zones. In addition to this process, axes of development were prioritized in agreement to the potentials of the zone.

Finally, the axes of development are detailed in programs and subprograms developed by means of aims and activities for every proposed zone.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por nunca abandonarme en los momentos más difíciles y por haberme concedido las fuerzas para culminar con éxito este reto de mi vida.

A mis padres Lucia y Franco a quienes les debo todo lo que soy. Gracias por hacerme quien soy, por quererme y apoyarme siempre. Por toda su lucha, consejos y apoyo, pues sin ellos esto no hubiera sido posible. Este triunfo también es de ustedes.

A mis hermanos Vladimir y Oscar el apoyo brindado.

A mí querida abuelita Teresa por su cariño.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos mis profesores, que me transfirieron sus conocimientos y experiencias durante el transcurso de mis estudios universitarios.

A mis maestros directores de tesis: Ing. Guillermo Beltrán e Ing. Oswaldo Padilla, por sus valiosos aportes al enriquecimiento del proyecto.

A todas las personas e instituciones por la colaboración incondicional en la obtención de la información para este estudio.

A la población de las comunidades estudiadas por su apertura en el suministro de información.

A todos quienes que de alguna manera contribuyeron con este estudio.

A mis amigos Paola, Katty, Chori, Santiago, Alonso, Víctor, Marcelo, Pato y a todos los que se me escapan, gracias brindarme su amistad durante todo el transcurso de mi vida universitaria.

## PRÓLOGO

Desde la construcción de las primeras fuentes de suministro de agua para la ciudad de Tena, la microcuenca del río Tena adquirió una gran importancia para el desarrollo de la ciudad y sus alrededores. Lo anterior, sumado en los últimos años, al acelerado aumento de la población, la deforestación, el aumento de áreas agrícolas y ganaderas y la inexistente preocupación de las autoridades, han generado una alta presión sobre los recursos naturales de esta microcuenca.

El presente documento es una propuesta para proteger las microcuencas productoras de agua para la ciudad de Tena, enfrentar la problemática de la zona y así asegurar la provisión permanente del recurso hídrico. El Plan de Manejo parte de la generación de un diagnóstico detallado de los componentes biofísicos y socioeconómicos de la microcuenca; a partir de ello se identifica la problemática y se elabora una subdivisión del territorio en base a una priorización de criterios, para lograr el desarrollo sostenible de la zona. Finalmente, se determinan los ejes de desarrollo de acuerdo a las zonas de manejo propuestas.

El trabajo se inicia a partir de la generación de la cartografía base de la microcuenca; en esta etapa se utilizaron herramientas SIG y GPS. Con estas estructuras, se realiza la caracterización física para las unidades hidrográficas. Basándose en la información generada, se completa el diagnóstico referente a los componentes abióticos en base a información bibliográfica recopilada y a registros de observaciones.

Posteriormente, se caracteriza al componente abiótico; a partir de un inventario de flora y fauna en el bosque no intervenido, realizado con la ayuda de pobladores *Kichwas* de la zona. Para el diagnóstico socioeconómico se acudió a observaciones de campo, censos recientes y entrevistas a pobladores de las comunidades. Para la obtención de la cobertura de uso actual del suelo, se utilizó una imagen de satélite reciente, apoyada con visitas en campo para determinar las categorías de uso. A partir de esta cobertura se determinan las áreas derivadas del uso inapropiado del suelo, de acuerdo a la capacidad de uso del mismo. Subsecuentemente, se identificaron los problemas físicos, de uso de los recursos y socioeconómicos identificados en el diagnóstico.

Como parte de la propuesta, se desarrolla una zonificación de uso y manejo para la microcuenca a partir la priorización de criterios, bajo la perspectiva de un desarrollo sostenible adaptado a la región. Como resultado de este proceso, se obtuvieron unidades homogéneas, donde se propone el manejo por zonas.

En la etapa final del proyecto, se identifican ejes de desarrollo a partir de los cuales, se direcciona el manejo hacia la conservación, restauración, mejoramiento comunitario y educación ambiental, los mismos se desarrollan a través de objetivos y acciones prioritarias de intervención.

Es preciso señalar, que la aplicación de la propuesta, involucra tanto a los pobladores, autoridades e instituciones involucradas con la zona, como justa contribución a los servicios ambientales proporcionados por estas áreas.



# ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN .....	II
RESUMEN .....	III
SUMMARY .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
PRÓLOGO .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XVII
GLOSARIO .....	XIX

## CAPITULO 1

### 1. INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Justificación .....	2
1.3	Objetivo general .....	3
1.4	Objetivos específicos .....	3
1.5	Metas .....	4

## CAPITULO 2

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	La cuenca hidrográfica .....	5
2.1.1	División de una cuenca hidrográfica .....	6
2.1.2	Características de una cuenca hidrográfica .....	6
2.1.3	La cuenca como sistema .....	7
2.2	Las cuencas tropicales .....	8
2.2.1	Las cuencas hidrográficas de montañas tropicales .....	8
2.2.2	El papel de la cobertura vegetal en una cuenca hidrográfica .....	9
2.3	Caracterización de una cuenca .....	10
2.4	Diagnóstico de una cuenca .....	10
2.5	La zonificación en cuencas .....	11
2.6	Manejo de cuencas .....	12
2.7	Tecnologías de información utilizadas .....	13
2.7.1	Sistemas de información geográfica (SIG) .....	13
2.7.2	Sistema de posicionamiento global (GPS) .....	14
2.7.3	Percepción remota .....	14
2.8	Regiones naturales presentes en el área .....	15
2.8.1	La región Amazónica .....	15
	• Bosque siempreverde piemontano .....	15

2.8.2	La región Sierra .....	16
	• Bosque siempreverde montano bajo de los Andes Orientales del norte y centro .....	16
2.9	Capacidad de uso del suelo.....	17
2.9.1	Clase I: Manejo agropecuario semi-intensivo y manejo forestal intensivo .....	17
2.9.2	Clase II: Manejo agropecuario extensivo y manejo forestal intensivo .....	17
2.9.3	Clase III: Manejo integrado agroforestal.....	17
2.9.4	Clase IV: Usos extractivos extensivos .....	18
2.9.5	Clase V: Protección y producción hidrológica.....	18
2.10	Fisiografía .....	19
2.10.1	Formas coluvio-aluviales (CA) .....	19
2.10.2	Formas aluviales .....	19
	• Terraza aluvial media (Tm) .....	20
	• Terraza aluvial alta (Ta) .....	20
2.10.3	Estribaciones de la cordillera oriental de los Andes (RM).....	20
2.10.4	Relieves estructurales del levantamiento Napo .....	21
	• Mesa; superficie de mesa, estructura horizontal a subhorizontal (Sm) .....	21
	• Mesa; encañonamientos abruptos, vertientes y relieves muy disectados (Em).....	21
2.11	Suelos .....	21
2.11.1	Orden Inceptisoles .....	22
	• Suborden ANDEPTS .....	22
	• Gran Grupo Hydrandepts: Suelos Aluviales Indiferenciados (Sa).....	23
	• Gran Grupo Hydrandepts (H).....	23
	• Gran Grupo Paralithic Hydrandepts (PH) .....	23
2.12	Zonificación.....	24
2.13	Programas de desarrollo por zonas .....	26
2.13.1	Identificación de programas .....	26
2.13.2	Programas y subprogramas por zonas .....	26
	• Programa de conservación.....	26
	• Subprograma de retribución para la conservación .....	26
	• Subprograma de control y monitoreo .....	26
	• Subprograma de investigación.....	26
	• Programa de restauración .....	27
	• Subprograma de reforestación y recuperación de la cobertura vegetal .....	27
	• Programa de mejoramiento comunitario .....	27
	• Subprograma de gestión .....	27
	• Subprograma de desarrollo comunitario.....	27
	• Subprograma de producción agroforestal.....	27
	• Subprograma de producción ganadera .....	27
	• Subprograma de producción piscícola.....	28
	• Subprograma de ecoturismo .....	28
	• Programa de educación ambiental.....	28
	• Subprograma de capacitación ambiental .....	28

## CAPITULO 3

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Materiales .....	29
3.1.1	Equipos .....	29

3.1.2	Cartografía .....	29
	• Cartografía analógica .....	29
	• Cartografía digital.....	30
3.1.3	Imagen de satélite .....	30
3.1.4	Software.....	30
3.2	Métodos .....	31
3.2.1	Para la elaboración del mapa base .....	31
3.2.2	Para la delimitación de la microcuenca .....	31
3.2.3	Para la determinación de los parámetros morfométricos.....	32
	• Para los parámetros de forma .....	32
	• Para los parámetros de relieve .....	34
	• Para los parámetros relativos a la red hidrográfica .....	35
3.2.4	Para el diagnóstico .....	36
	• Para la elaboración del mapa de uso actual del suelo.....	37
	• Para la situación socioeconómica .....	38
3.2.5	Para la determinación de conflictos por uso del suelo.....	38
3.2.6	Para la caracterización del tipo de bosque.....	39
3.2.7	Para la caracterización de la fauna .....	39
3.2.8	Para la determinación del caudal .....	40
3.2.9	Para la zonificación .....	40
	• Criterios de intervención .....	41
	• Productividad .....	41
	• Capacidad de uso del suelo .....	42
	• Cobertura de uso del suelo .....	42
	• Sostenibilidad .....	42
	• Pendiente.....	42
	• Protección de cauces .....	43
	• Modelo de zonificación .....	43
	• Ponderaciones .....	44
	• Ajuste del modelo .....	44

## CAPITULO 4

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Diagnóstico de la microcuenca del río Tena .....	46
4.1.1	Ubicación geográfica.....	46
4.1.2	Ubicación en el sistema hidrográfico nacional .....	47
4.1.3	Localización político administrativa .....	48
4.1.4	Superficie.....	48
4.1.5	Caracterización física de la microcuenca .....	49
	• Parámetros de forma .....	49
	• Parámetros de relieve .....	50
	• Curva hipsométrica .....	50
	• Perfil del cauce principal .....	51
	• Parámetros relativos a la red hidrográfica .....	52
4.1.6	Áreas de conservación presentes .....	53
	• Patrimonio Forestal del Estado.....	53
	• Bosque Protector “Cuencas de los ríos Colonso, Tena, Shiti e Inchillaqui” .....	54

• Reserva de Biosfera Sumaco RBS (Subzona de transición) .....	54
4.1.7 Afluentes del río Tena .....	54
4.1.8 Componentes abióticos.....	55
• Agua para consumo humano .....	55
• Fuentes de abastecimiento .....	56
• Otros usos del agua.....	57
4.1.9 Caudales .....	57
4.1.10 Geología .....	57
4.1.11 Fisiografía.....	58
4.1.12 Clima .....	59
• Precipitación .....	60
• Temperatura.....	61
• Evapotranspiración .....	62
• Humedad relativa .....	62
• Nubosidad.....	62
• Dirección y velocidad del viento .....	62
• Heliofania .....	62
4.1.13 Suelos .....	63
4.1.14 Atractivos turísticos.....	63
4.1.15 Componentes bióticos .....	65
• Bosque siempreverde piemontano.....	65
• Bosque siempreverde montano bajo.....	66
4.1.16 Fauna .....	68
• Avifauna .....	69
4.1.17 Población .....	70
• Distribución por familias .....	71
• Distribución por grupos de edades .....	72
• Distribución por género .....	72
4.1.18 Salud .....	73
4.1.19 Saneamiento básico .....	74
4.1.20 Disposición de desechos sólidos.....	74
4.1.21 Educación .....	75
• Educación infantil.....	77
4.1.22 Infraestructura.....	77
• Sistema de agua .....	77
• Captaciones de agua .....	78
• Centros de salud .....	78
• Vivienda .....	78
• Red vial.....	79
4.1.23 Actividades económicas .....	80
• Agricultura y ganadería .....	80
• Piscicultura .....	80
• Extracción de madera .....	81
• Minería .....	81
4.1.24 Uso actual del suelo y cobertura vegetal .....	82
• Centros poblados (CP).....	82
• Pastos cultivados (P) .....	82
• Cultivos (C) .....	83
• Arbóreo arbustivo (RA).....	83
• Bosque secundario (BS) .....	84

• Bosque primario (BP).....	84
4.1.25 Capacidad de uso del suelo.....	85
4.1.26 Conflictos por uso del suelo .....	86
4.2 Problemas .....	87
4.2.1 Problemas físicos (limitantes) .....	87
4.2.2 Uso de los recursos .....	88
4.2.3 Problemas socioeconómicos y culturales .....	89
4.3 Zonificación.....	90
4.3.1 Zona de conservación (Zc) .....	91
4.3.2 Zona de protección y recuperación para la preservación (Zp) .....	92
4.3.3 Zona de recuperación para usos sostenibles (Zrp).....	92
4.3.4 Zona de uso sostenible o producción (Zusp) .....	92
4.3.5 Zona de protección de cauces (Zpc) .....	93
4.4 Plan de manejo .....	93
4.4.1 Lineamientos generales .....	93
4.4.2 Programas y subprogramas.....	94
• Programa para la conservación.....	96
• Subprograma de retribución para la conservación .....	96
• Subprograma de control y monitoreo .....	96
• Subprograma de investigación.....	97
• Programa de restauración .....	98
• Subprograma de reforestación y recuperación de la cobertura vegetal .....	98
• Programa de mejoramiento comunitario .....	98
• Subprograma de gestión .....	98
• Subprograma de desarrollo comunitario.....	99
• Subprograma de producción agroforestal .....	100
• Subprograma de producción ganadera .....	101
• Subprograma de producción piscícola.....	101
• Subprograma de ecoturismo .....	102
• Programa de educación ambiental.....	103
• Subprograma de capacitación ambiental .....	103

## CAPITULO 5

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	105
5.2 Recomendaciones .....	106
<b>ANEXOS .....</b>	<b>108</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>133</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Especies de flora indicadora del bosque siempreverde piemontano .....	16
Tabla 2.1	Especies de flora indicadora del bosque siempreverde montano bajo .....	16
Tabla 2.3	Conjuntos fisiográficos presentes en el área de estudio .....	19
Tabla 2.4	Especies de flora indicadora del bosque siempreverde piemontano .....	22
Tabla 3.1	Fórmulas utilizadas para la determinación de los parámetros morfométricos de forma .....	33
Tabla 3.2	Fórmulas utilizadas para la determinación de los parámetros morfométricos de relieve .....	34
Tabla 3.3	Fórmulas utilizadas para la determinación de los parámetros morfométricos relativos a la red hidrográfica.....	35
Tabla 3.4	Ponderaciones asignadas según los criterios de zonificación.....	44
Tabla 3.5	Clase, zonas de manejo y rango de índices ZAUM .....	45
Tabla 4.1	Coordenadas extremas de la zona en estudio .....	46
Tabla 4.2	División político administrativa de la microcuenca del río Tena.....	48
Tabla 4.3	Parámetros morfométricos de forma de la microcuenca del río Tena.....	49
Tabla 4.4	Parámetros morfométricos de relieve de la microcuenca del río Tena .....	50
Tabla 4.5	Parámetros morfométricos relativos a la red hidrográfica de la microcuenca del río Tena .....	52
Tabla 4.6	Áreas de conservación presentes en la zona en estudio .....	53
Tabla 4.7	Número de tributarios y afluentes del río Tena .....	55
Tabla 4.8	Fuentes de abastecimiento de agua para las comunidades de la zona.....	56
Tabla 4.9	Determinación del caudal en volumen en los ríos Colonso, Lupi y Tena.....	57
Tabla 4.10	Clase, formaciones geológicas, superficies y porcentajes en el área de estudio .....	58
Tabla 4.11	Conjuntos fisiográficos presentes en el área de estudio .....	59
Tabla 4.12	Tipos de suelos a nivel de Gran Grupo presentes en el área de estudio.....	63
Tabla 4.13	Atractivos turísticos inventariados presentes en el área de estudio.....	64
Tabla 4.14	Balnearios naturales identificados a lo largo del río Tena .....	64
Tabla 4.15	Número de árboles/ha por tipo de estrato, número de especies, DAP, altura promedio, área basal, volumen promedio y volumen total/ha.....	65
Tabla 4.16	Nombre vulgar, nombre científico número y porcentaje de individuos/ha de las tres especies forestales más abundantes sobre los 800msnm (bosque siempreverde piemontano).....	65
Tabla 4.17	Nombre vulgar, área basal y volumen por especie de las seis especies más importantes sobre los 800 msnm .....	66
Tabla 4.18	Número de árboles/ha por tipo de estrato, número de especies, DAP, altura promedio, área basal, volumen promedio y volumen total/ha.....	66
Tabla 4.19	Nombre vulgar, nombre científico, número y porcentaje de individuos/ha de las tres especies forestales más abundantes sobre los 1000 msnm .....	67
Tabla 4.20	Nombre vulgar, área basal y volumen por especie de las seis especies más importantes sobre los 1000 msnm .....	67
Tabla 4.21	Número de árboles/ha por tipo de estrato, número de especies, DAP, altura promedio, área basal, volumen promedio y volumen total/ha .....	68

Tabla 4.22	Especies de fauna presentes dentro del bosque primario sobre los 800 msnm .....	68
Tabla 4.23	Especies de fauna existentes en la cuenca baja, bajo los 800 msnm.....	69
Tabla 4.24	Distribución total de la población existente en los poblados de la zona .....	70
Tabla 4.25	Distribución de la población por familias .....	71
Tabla 4.26	Distribución de la población por grupos de edades.....	72
Tabla 4.27	Distribución de la población por género mayor a 15 años .....	73
Tabla 4.28	Medios de eliminación de la basura en el sector rural de la parroquia Tena....	75
Tabla 4.29	Número de establecimientos educativos bilingües del área en estudio .....	75
Tabla 4.30	Número de establecimientos educativos de educación hispana del área en estudio .....	76
Tabla 4.31	Número de estudiantes de los planteles educativos del área en estudio.....	76
Tabla 4.32	Distribución de las viviendas por poblados.....	79
Tabla 4.33	Categorías del uso actual del suelo en el área de estudio .....	82
Tabla 4.34	Clase, categorías de capacidad de uso del suelo, área y porcentaje de ocupación en el área de estudio .....	85
Tabla 4.35	Conflictos por uso del suelo en el área de estudio, superficies y porcentajes ..	86
Tabla 4.36	Zonas de manejo para el área de estudio .....	91
Tabla 4.37	Programas de manejo de acuerdo a las zonas propuestas.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Modelo cartográfico utilizado en el proceso de zonificación.....	25
Figura 3.1	Metodología para la elaboración del mapa base.....	31
Figura 3.2	Fase metodológica para la caracterización física de la microcuenca .....	32
Figura 3.3	Metodología para la obtención de los parámetros morfométricos de forma ..	33
Figura 3.4	Metodología para la obtención de los parámetros morfométricos de relieve .....	34
Figura 3.5	Metodología para la obtención de los parámetros morfométricos relativos relativos a la red hidrográfica .....	36
Figura 3.6	Metodología para la obtención de la cartografía biofísica de la microcuenca .....	37
Figura 3.7	Metodología para la elaboración del mapa de uso actual del suelo .....	37
Figura 3.8	Gráfico de la imagen de satélite en la zona de intervención .....	38
Figura 3.9	Metodología para la determinación de conflictos por uso del suelo .....	39
Figura 3.10	Representación del método de aforo con flotador y la sección transversal....	40
Figura 3.11	Priorización de criterios para la zonificación .....	41
Figura 3.12	Representación de la zona de protección de cauces .....	43
Figura 4.1	Ubicación geográfica del área en estudio.....	47
Figura 4.2	Ubicación del área en estudio respecto a la subcuenca del río Misahualli ....	47
Figura 4.3	Área de estudio sobrepuesta en el modelo digital del terreno .....	48
Figura 4.4	Curva hipsométrica de la microcuenca del río Tena .....	51
Figura 4.5	Perfil altimétrico del cauce principal del río Tena .....	51
Figura 4.6	Gráfico de isoyetas .....	60
Figura 4.7	Distribución media mensual de la precipitación en la estación Tena.....	61
Figura 4.8	Distribución media mensual de la temperatura en la estación Tena .....	61
Figura 4.9	Ubicación de la IBAs correspondiente a la Cordillera de los Huacamayos ...	69
Figura 4.10	Distribución porcentual de la población en el año 2007 .....	71
Figura 4.11	Distribución de la población por género en el año 2007 .....	73
Figura 4.12	Medios de eliminación de excretas en el sector rural de la parroquia Tena para el año 2006 .....	74
Figura 4.13	Superficies de acuerdo al uso actual del suelo en el área de estudio, en el año 2007 .....	84



## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO A

#### MAPAS

1. Mapa base .....	110
2. Mapa de áreas de conservación .....	111
3. Modelo digital del terreno .....	112
4. Mapa geológico .....	113
5. Mapa fisiografico.....	114
6. Mapa de suelos .....	115
7. Mapa de atractivos turísticos .....	116
8. Mapa de uso actual del suelo .....	117
9. Mapa de capacidad de uso del suelo.....	118
10. Mapa de conflictos por uso del suelo .....	119
11. Mapa de zonificación.....	120

### ANEXO B

#### FOTOS

Foto: 1 Patrimonio Forestal del Estado (Cordillera de los Huacamayos) .....	122
Foto: 2 Bosque Protector (Cordillera de los Huacamayos) .....	122
Foto: 3 Antigua captación de agua en el río Colonso.....	122
Foto: 4 Captación de agua en el río Pashimbi grande .....	122
Foto: 5 Tanque de almacenamiento de agua del río Pashimbi grande .....	122
Foto: 6 Nueva captación de agua en el río Colonso .....	122
Foto: 7 Planta de tratamiento de agua del río Colonso.....	123
Foto: 8 Cultivo piscícola .....	123
Foto: 9 Centro de Producción de Alevines Tropicales .....	123
Foto: 10 Cueva “Chiuta” .....	123
Foto: 11 Cueva “Los Tayos” .....	123
Foto: 12 Cerro “Chiuta” (vista sur) .....	123
Foto: 13 Cerro “Chiuta” (vista norte) .....	124
Foto: 14 Balneario natural del río Tena.....	124
Foto: 15 Cabañas “El Establo de Tomas” .....	124
Foto: 16 Árbol de chuncho ( <i>Cedrelinga cateniformis</i> ) .....	124
Foto: 17 Búho ( <i>Buho virginianus</i> ).....	124
Foto: 18 Guardería infantil ( <i>Wawakamayuk Wasi</i> ) .....	124
Foto: 19 Creciente del río Tena .....	125
Foto: 20 Extracción ilegal de madera .....	125
Foto: 20 Superficie en conflicto por uso .....	125

## ANEXO C

### HOJAS TÉCNICAS

1	REGISTRO CLIMATOLÓGICO DE LA ESTACIÓN “TENA” .....	127
1.1	REGISTRO DE PRECIPITACIÓN.....	127
1.2	REGISTRO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL .....	127
1.3	REGISTRO DE TEMPERATURA .....	128
1.4	REGISTRO DE HUMEDAD .....	128
1.5	REGISTRO DE NUBOSIDAD .....	129
1.6	REGISTRO DE PROCEDENCIA Y VELOCIDAD DEL VIENTO.....	129
1.7	HOJA DE CAMPO PARA INVENTARIO FORESTAL .....	130
1.8	TRIBUTARIOS Y AFLUENTES DEL RÍO TENA .....	131

## GLOSARIO

CNHR	Ex-Consejo Nacional de Recursos Hídricos (hoy Secretaria Nacional del Agua, SENAGUA)
DAC	Dirección de Aviación Civil
DAP	Diámetro a la altura del pecho
ECORAE	Instituto de Ecodesarrollo de la Región Amazónica Ecuatoriana
FODI	Fondo de Desarrollo Infantil del Ministerio de Inclusión Económica y Social
GMT	Gobierno Municipal de Tena
GPS	Sistema de posicionamiento global
HCPN	Honorable Consejo Provincial de Napo
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
IBAs	Áreas Importantes para la Conservación de las Aves
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEFAN	Ex-Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre (hoy Ministerio del Ambiente, MAE)
INEMIN	Ex-Instituto Ecuatoriano de Minería (hoy Dirección Nacional de Geología, DINAGE)
JAAP	Junta Administradora de Agua Potable
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
MDT	Modelo Digital del Terreno
MIES	Ministerio de Inclusión Económica y Social
NAVSTAR	Sistema de navegación mediante satélites implantado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.
PGS	Proyecto Gran Sumaco
PRAGUAS	Programa de Agua y Saneamiento del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)
PSA	Pago por Servicios Ambientales

RBS	Reserva de Biosfera Sumaco
SIG	Sistema de información geográfica
SIGAGRO	Sistema de información geográfica y agropecuaria del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
UMDIIN	Unidad Municipal de Desarrollo integral infantil del Gobierno Municipal de Tena
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
ZAUM	Zonificación de Aptitud de Uso y Manejo

# CAPITULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El Gobierno Municipal de Tena, provincia de Napo, construyó e implementó a finales de los años setenta, dos pequeños sistemas de captación para el abastecimiento de agua potable para la ciudad de Tena en las quebradas denominadas Lizanyacu y Guaranguyacu, afluentes secundarios del río Inchillaqui, en la subcuenca del río Misahualli.

En el año 1995, el Municipio de Tena, atendiendo la creciente demanda de agua de la población, construyó un sistema de abastecimiento de agua para la ciudad, el mismo que captaba las aguas del río Colonso y la quebrada Pashimbi. Ante la urgente necesidad de proteger y conservar la microcuenca alta del río Colonso, principal fuente generadora de agua para la ciudad y considerando el crecimiento demográfico registrado en la ciudad, en 1998 el Ex-INEFAN (hoy Ministerio del Ambiente) y el Ex-CNHR (hoy Secretaria Nacional del Agua), realizaron los estudios básicos para la declaratoria de bosque y vegetación protectora a la zona de las cuencas altas de los ríos Colonso, Tena, Shiti e Inchillaqui donde el Municipio de Tena tiene su infraestructura de captación de agua. En el mismo año, el Ex-INEFAN (hoy Ministerio del Ambiente) resolvió declarar a la zona como bosque y vegetación protectores.

En el año 2005, el Gobierno Nacional financió la ampliación del sistema de captación de agua para la ciudad, el cual en primer término se localizaba en una cuenca hidrográfica adyacente (microcuenca del río Lupi). Posteriormente, se rediseño el proyecto (Proyecto de agua “El Calvario”) para ubicarlo en el lugar de la antigua captación del río Colonso, destruida por una creciente del río Colonso, destruida por una creciente y así aprovechar el trazado de la tubería de conducción existente.

Actualmente el proyecto de captación de agua, se inauguró en su planta de tratamiento, dentro de una primera etapa, la cual se está complementando con las ampliaciones a los tanques de reserva y cambio de tuberías en varios sectores de la ciudad.

## **1.2 Justificación**

En los últimos 10 años, la ciudad de Tena, viene experimentando un alto crecimiento poblacional, debido a que en su mayoría se compone de una población joven, así como por la presencia de importantes flujos migratorios en forma cada vez más acelerada de la población rural y de otras regiones del país. Como consecuencia de esto, la demanda de la población por el servicio del agua, ha crecido, acentuándose su escasez, por el colapsado sistema de distribución existente, un deficiente sistema de captación y una nula preocupación por la conservación de las áreas de bosques naturales productores del recurso.

Las autoridades del cantón, atendiendo la demanda de agua por parte de la población en el año 1995, optaron por ampliar los sistemas de captación de las tomas iniciales, para lo cual se construyeron dos nuevos sistemas localizados en la cota de 800 msnm de las cuencas altas de los ríos Colonso y la quebrada Pashimbi al interior de la microcuenca del río Tena, sin que hasta el momento se hayan planificado actividades de conservación de sus bosques naturales.

A finales del año 2006, el Municipio de Tena inició la construcción de un nuevo sistema de captación de agua en la microcuenca del río Colonso, con la finalidad de proveer de agua potable a la ciudad. Y aunque estas obras han cubierto las demandas inmediatas de la población, se presume que la demanda de agua se elevará, generando así, la necesidad de seguir ampliando el sistema actual de captación a las cuencas adyacentes de los ríos Tena y Lupi.

De forma paralela se ha presentado un incremento de las áreas agrícolas en las zonas que bordean los sitios de captación, presionando a las áreas de bosque natural existentes de irregularidad topográfica marcada y fragilidad ecológica a un deterioro de los recursos naturales por el uso incompatible del suelo.

Se observa entonces la importancia que adquiere esta área de bosque natural, tanto para el manejo del recurso hídrico, la conservación de su diversidad biológica y la sustentabilidad que pueda proporcionar, tanto a los habitantes de los asentamientos cercanos como al cubrimiento de las necesidades de abastecimiento de agua para la ciudad.

Por todo lo expuesto, se impone de manera prioritaria contar con un documento técnico que proporcione la información necesaria para realizar acciones a favor de la conservación de los recursos naturales existentes en las vertientes de los ríos Colonso, Pashimbi y Lupi, ubicadas dentro de la microcuenca del río Tena, de modo que se asegure la conservación de la cantidad y calidad de agua para el abastecimiento de la ciudad en las décadas siguientes y desacelerar el deterioro de los recursos naturales, que por un inadecuado aprovechamiento de estos se pueda producir.

### **1.3 Objetivo general**

Elaborar un plan de manejo para la conservación de la microcuenca hidrográfica del río Tena, con propuestas encaminadas hacia el uso adecuado de los recursos hídricos, la diversidad biológica y la localización ordenada de los usos del territorio.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Realizar el análisis morfométrico de las microcuenca.
- Establecer un diagnóstico que indique el estado actual de los recursos biofísicos y los aspectos socioeconómicos.
- Identificar los conflictos provocados por el mal manejo del suelo y el deterioro de las características originales de la zona.
- Realizar la zonificación del área de estudio, de acuerdo a criterios de conservación de las cuencas hidrográficas y la cobertura vegetal.
- Identificar alternativas para la conservación y el desarrollo de la microcuenca hidrográficas con actividades compatibles a la conservación.

## 1.5 Metas

- Mapa base de la zona de estudio escala 1:50000.
- Delimitación y análisis morfométrico de la microcuenca.
- Elaboración de la cartografía digital referente al modelamiento tridimensional de la microcuenca y su densidad de drenaje escala 1:50000.
- Diagnóstico del estado actual de los recursos naturales y la situación socioeconómica del área del proyecto.
- Recopilación y elaboración de la cartografía temática escala 1:50000 correspondiente a los componentes biofísicos: geología, geomorfología, suelos, uso actual y capacidad de uso del suelo.
- Identificación de los conflictos derivados del uso inadecuado del suelo y otros factores que alteren la sostenibilidad de la producción hídrica.
- Elaboración de una propuesta de zonificación, mediante la determinación de áreas homogéneas de uso que permitan manejo integral de la microcuenca.
- Proponer actividades de manejo acordes con las potencialidades y limitaciones de la zona y la capacidad de gestión de los gobiernos locales.



## **CAPITULO 2**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 La cuenca hidrográfica**

“Una cuenca es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. Es una unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas. Los límites de la cuenca se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río” (Ramakrishna, 1997).

“Desde el punto de vista de la dinámica social, las cuencas son escenarios naturales, donde núcleos de población ejecutan actividades de extracción de recursos naturales, producción agrícola, pecuaria, o el establecimiento de poblados que demandan servicios de energía, agua para consumo, etc. Así, desde que una familia o núcleo de población se ubica dentro de una cuenca hidrográfica se inicia un proceso de presión sobre sus recursos naturales” (Reiche, 1998).

“El territorio de la cuenca facilita la relación entre sus habitantes, independientemente de si éstos se agrupan dentro de dicho territorio en comunidades delimitadas por razones político-administrativas, debido a su dependencia común a un sistema hídrico compartido, a los caminos y vías de acceso y al hecho que deben enfrentar peligros comunes” (Sánchez, 2003).

“La cuenca, sea en forma independiente o interconectada con otras, es reconocida como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos” (Dourojeanni y Jouravlev, 2002).

### **2.1.1 División de una cuenca hidrográfica**

“La cuenca hidrográfica se divide en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene respecto con el curso principal. Según esto, una área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca se denomina subcuenca y toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de esta, es una microcuenca” (World Visión, 2004).

“Debido a la complejidad de las cuencas y para facilitar el proceso de planificación ambiental, las cuencas hidrográficas se deben sectorizar en subcuencas y microcuencas, obedeciendo a criterios de superficie, pendiente de los ríos, altitud y características sociales de la ocupación del espacio, y para ello el trazo de la red hídrica es fundamental para delimitar los espacios en que se puede dividir la cuenca” (Morales y Rivas, 1997).

### **2.1.2 Características de una cuenca hidrográfica**

Una cuenca hidrográfica posee las siguientes características:

- **Es un medio natural geográficamente bien definido**

Es el área de alimentación de una red natural de drenaje cuyas aguas son recogidas por un colector común.

- **Es un medio biofísico complejo**

Es un medio natural compuesto por diferentes elementos: suelo, agua, vegetación, flora, fauna, subsuelo y clima; es complejo por las interrelaciones e interacciones que dichos elementos mantienen en el dinámico equilibrio de la naturaleza.

- **Es un medio natural morfodinámico**

La génesis de la morfología de una cuenca es un proceso dinámico porque según el clima que prevalece en una cuenca, las formaciones superficiales y el tipo de relieve se operan constantes modificaciones en la morfología de la cuenca expresados como cambios en el patrón de drenaje, etc.

- **Es un medio humano en transformación**

Se refiere a que la cuenca representa el área donde se ubican las actividades del hombre, las cuales pueden modificar las interrelaciones existentes entre los fenómenos que rigen el equilibrio natural morfodinámico.

### **2.1.3 La cuenca como sistema**

“De acuerdo al enfoque sistémico, la cuenca es un todo, funcionalmente indivisible e independiente, en el que interactúan en el tiempo y espacio los subsistemas social, cultural, económico, político, legal, institucional, tecnológico, productivo, biológico, y físico. También implica la interacción e interconexión entre la parte alta, media y baja de la cuenca, las propuestas de opciones de manejo y gestión basada en el análisis participativo de los problemas, sus causas y consecuencias, así como el aprovechamiento racional de sus potencialidades y el reconocimiento del agua como el elemento integrador” (Jiménez, 2005).

“La cuenca la conforman los componentes biofísicos (agua, clima, geología, geomorfología, suelo), biológicos (flora, fauna y ecosistema) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales e institucionales), que están interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos, se produce un desbalance que pone en peligro todo el sistema” (Ramakrishna, 1997).

“Tanto los componentes biofísicos, como los biológicos están condicionados por las características geográficas (latitud, altitud), geomorfológicas (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas (volcánicas y sísmicas) y demográficas” (Morales, 2003).

“En el sistema de una cuenca hidrográfica, el componente social altera los otros componentes en busca de satisfacer sus necesidades, generando procesos de degradación de los recursos naturales que afectan la calidad y disponibilidad de los mismos” (Cubero, 2002). “En las cuencas, se produce la interrelación e interdependencia entre los sistemas físicos y bióticos, y el sistema socioeconómico, formado por los usuarios de las cuencas, sean habitantes o interventores externos de la misma” (Dourojeanni y Jouravlev, 2002).

## **2.2 Las cuencas tropicales**

### **2.2.1 Las cuencas hidrográficas de montañas tropicales**

“Las cuencas hidrográficas tropicales, constituyen unidades territoriales importantes, por cuanto, en ellas reside una proporción mayoritaria de la población. Tienen un clima muy agradable durante todo el año poseen valles intermontanos muy fértiles para ciertos rubros agrícolas; una población muy laboriosa arraigada a su tierra, con valores culturales, históricos y económicos propios, con un potencial turístico importante; y sobre todo constituyen las fuentes hídricas estratégicas para facilitar el desarrollo regional aguas abajo” (Hernández, 1997).

”Pero a su vez, tienen características particulares vinculadas a su medio físico natural: poseen vertientes y cauces de altas pendientes, ocurren lluvias con fuerte erosividad, las rocas y las márgenes de torrentes y ríos tienen fácil disgregabilidad, los suelos son de alta erosionabilidad y ocurren épocas de lluvia intensas con frecuentes desprendimientos en masa. Asimismo, en las vertientes de los tramos medios y superiores de las cuencas ocurre un proceso activo de deforestación del bosque, con pérdida de la biodiversidad vegetal y animal. A ello se une, la ausencia de servicios básicos, asistencia técnica, viviendas inadecuadas, títulos de tenencia provisionales o inexistentes, falta de organización de la población para la autogestión y la comercialización, malas carreteras, lo que indica en su conjunto que existe poca presencia del estado” (Hernández, 1997).

“Existe entonces, un círculo de degradación de las cuencas tropicales altas que atenta contra la promoción del desarrollo aguas abajo, poniendo en dificultades las opciones del desarrollo regional por falta de fuentes seguras de agua” (Hernández, 1997).

“La falta de armonía entre el aprovechamiento, la capacidad productiva y los riesgos de degradación ocasiona que los sistemas de producción agrícola, así como otros bienes y servicios ambientales, no sean sostenibles en el tiempo. Por tanto, la conservación de cuencas tropicales es prioritaria, no solamente desde el punto de vista de la producción agrícola sino en lo concerniente a la protección de estas cuencas como fuentes de agua y la diversidad biológica que albergan” (Ramírez, 2005).

## **2.2.2 El papel de la cobertura vegetal en una cuenca hidrográfica**

“El comportamiento del agua al alcanzar la superficie del suelo está determinado por las características de la primera superficie de contacto, así como por las características de las capas del suelo” (López. 1998).

“Los bosques tropicales por su estructura, sotobosque y la capa orgánica del suelo, condicionada por las características microclimáticas, tienen tasas muy altas de infiltración y se consideran como los mejores productores naturales del suelo. Estas propiedades, en la mayoría de los casos, y sobre todo en cuencas altas con precipitación incidente, compensan ampliamente las desventajas hidrológicas de los bosques: su alto gasto de agua por los procesos de transpiración e intercepción. Además la cobertura boscosa en cuencas altas tiene efectos favorables y reconocidos sobre el régimen hídrico (distribución, continuidad) y la calidad del agua, lo que tiene importancia particular para proyectos de agua potable y la producción de energía hidroeléctrica” (Stadtmüller, 1994).

“En el caso de que se cuente con una cubierta arbórea, el dosel produce la disminución de la velocidad y el tamaño de la gota con que cae en la superficie del suelo, reduciendo este efecto de impacto de la lluvia. Sin embargo, cuando se supera la capacidad máxima de intercepción de las hojas, la caída de las gotas causa un fuerte impacto en el suelo, obstruyendo sus poros, ocasionado encharcamientos y fuertes escorrentías” (Heuvelop, 1986).

Entonces, “Al proveer mayor cobertura vegetal al suelo se intenta reproducir, las condiciones favorables para la manutención de la estructura del suelo, la penetración del agua en el perfil y el crecimiento vegetal, tal como se observa en las condiciones naturales del bosque, aunque en dimensión e intensidad reducida” (Cubero, 2002).

“La remoción de los árboles en los trópicos muy a menudo reduce la capacidad de infiltración. Las consecuencias de esto para el régimen hídrico, no es tanto la deforestación, sino el uso inadecuado que sigue después, que no corresponde al uso potencial del suelo y que no incluye las medidas necesarias e indicadas para la

conservación de suelos y aguas” (Hamilton y King; Bruijnzeel; citados por Stadtmüller, 1994).

En definitiva, “La vegetación en general y el bosque en particular, como sistema más evolucionado, favorece la economía y la calidad de las aguas, regula las avenidas, transformando las escorrentías superficiales en dotaciones hídricas del suelo, mejora y conserva el suelo, además de favorecer paisajes y ambientes óptimos para la vida, esparcimiento, estudio y descanso del hombre” (López. 1998).

### **2.3 Caracterización de una cuenca**

“La caracterización básica de una cuenca se inicia con la determinación de los parámetros morfológicos, que describen la estructura física del ámbito territorial en la cuenca. Entre los más importantes figuran: la forma, tamaño o área, longitud máxima, ancho máximo, pendiente del cauce principal, pendiente media, red de drenaje. Algunos de estos parámetros sirven de base para considerar peligros a desastres naturales como: forma de drenaje, pendiente media, etc” (Faustino, 2002).

Después “Se procede a la caracterización biofísica, que está referida a la descripción de los elementos físicos y biológicos, como son el relieve o topografía, suelo, geología, clima, vegetación, uso actual de la tierra, hidrología, fauna, etc. Con esta información es posible identificar la vulnerabilidad natural” (Morales, 2003).

“Posteriormente se recopila los aspectos socioeconómicos, entre los que se deben considerar la demografía, salud, educación, vivienda, tenencia de la tierra, organizaciones, actividades productivas o económicas, administración territorial, cultura, etc. Con esta información es posible identificar la vulnerabilidad social y económica” (Morales, 2003).

### **2.4 Diagnóstico de una cuenca**

“El diagnóstico es una etapa del proceso de planificación de una cuenca. Se inicia con el inventario, evaluación e interpretación, dimensiona las necesidades y soluciones

para los diversos componentes de un plan de manejo de una cuenca y su ejecución. El inventario de recursos incluye información no sólo sobre la cuenca, sino también sobre su entorno físico, social, económico, cultural, etc. El diagnóstico solamente tiene valor si se hace un análisis de las causas que llevaron al área de la cuenca su situación actual” (Faustino, 1996).

“El diagnóstico de una cuenca permite conocer o evaluar la vocación, capacidad, estado o situación integral de la cuenca, con todos sus componentes, elementos y actores, qué produce la cuenca como unidad, y que servicios o externalidades son los que determinan su importancia” (Faustino, 2002).

“De la realización de un buen diagnóstico se genera un buen plan de manejo de una cuenca, en el cual, lo más importante será diseñar un conjunto de acciones que den respuestas a las necesidades de la población, con el compromiso de implementarlas y propiciar un uso adecuado de los recursos naturales, en forma permanente, que influya en el logro del bienestar de sus pobladores” (Faustino, 1996).

## **2.5 La zonificación en cuencas**

“La zonificación es la subdivisión del área de una cuenca hidrográfica con fines de planificar y definir su manejo, conforme a un análisis previo, de sus aptitudes, características y cualidades abióticas y antrópicas. Se define también como una subdivisión que se realiza mediante el agrupamiento de unidades que comparten características similares de acuerdo a una valoración y ponderación de los criterios que definen su aptitud y el uso actual con el compromiso de ordenar y administrar sus recursos” (CRA, 2006).

“La zonificación comprende las acciones dirigidas a: “orientar la utilización del suelo de acuerdo a su vocación de uso de tal manera que a la vez que se logre su óptimo aprovechamiento y mayor bienestar de la población, se mantenga la integridad física y productiva del suelo y sus recursos asociados, reservando una proporción adecuada para los propósitos de conservación, diversidad biológica, estabilidad ecológica y protección de áreas de recarga hídrica” (IDEAM, 2006).

“La zonificación permite mediante la designación y reserva de usos de los espacios en la cuenca, construidos a partir de un conocimiento de las características biofísicas (ecosistémicas) y socioeconómicas de la zona, evidenciar conflictos de uso y de manejo y encontrar concertadamente con los actores que la habitan, los aprovechamientos que ofrezcan bienestar y calidad de vida para sus habitantes y la conservación de los recursos naturales, para las generaciones futuras, con énfasis en el recurso hídrico” (IDEAM, 2006). Por tanto, “La zonificación con su capacidad de integrar varios factores, ecosistémicos, sociales y económicos se constituye en una herramienta fundamental en la toma de decisiones necesarias para el ordenamiento territorial ambiental en cuencas hidrográficas” (IDEAM, 2006).

## **2.6 Manejo de cuencas**

“El concepto moderno de manejo de cuencas plantea que es una ciencia que trata de lograr el uso apropiado de los recursos naturales en función de la intervención humana y sus necesidades, propiciando al mismo tiempo la sostenibilidad, la calidad de vida, el desarrollo y el equilibrio medioambiental” (Faustino, 1996).

“Este enfoque es antropocéntrico, pues persigue el “desarrollo y bienestar humano”, busca capacitar al hombre para que adquiera nuevos conocimientos, participe y tome decisiones, promoviendo el cambio de actitud, para que adapte y adopte nuevas tecnologías, que le permitan producir conservando y conservar produciendo, en armonía con los patrones culturales existentes. Considera que el hombre actúa en favor de la sostenibilidad de los recursos naturales, cuando ha resuelto sus problemas principales; y para ello, debe capacitarse y estar seguro que las nuevas tecnologías y prácticas le traerán beneficios inmediatos desde el punto de vista económico sin asumir ningún riesgo a nivel de su área productiva” (Faustino, 2001).

“El objetivo primordial del manejo de una cuenca es alcanzar un uso verdaderamente racional de los recursos naturales, en especial el agua, el bosque y el suelo, considerando al hombre y a la comunidad como el agente protector o destructor. El manejo adecuado de una cuenca trata de evitar que los recursos naturales (agua, suelo, flora y fauna) se degraden, eliminen o contaminen, considerando, al mismo tiempo que el hombre tiene que



obtener suficientes alimentos, adecuada cantidad y calidad de agua, madera, leña, etc.” (Ramakrisha, 1997).

“El manejo de cuencas incluye los aspectos político, social, económico, técnico y ambiental, lo cual obliga a reconocer que la cuenca es una unidad de planificación donde su desarrollo sustentable depende de las interacciones entre los recursos naturales y actividades dentro de la misma” (Morales, 2001). Se afirma entonces que “ A nivel de cuencas se planifica no solo con base en el recurso hídrico sino que se considera e incluye otros recursos existentes en la cuenca, esta tendencia hace posible que se maneje a la cuenca tanto en función de lo que hay dentro, como de la influencia que tiene fuera de ella” (OEA, 1978).

“El manejo de las cuencas hidrográficas es un proceso continuo, dinámico y coherente en donde se pueden reajustar planes, programas y proyectos de conservación y preservación, orientados a mejorar la calidad de vida de los pobladores de la cuenca” (Abreu de O, 2000).

Se agrega que, “En el manejo de cuencas es imprescindible la participación activa de la población local y vinculada debidamente organizada, con el apoyo coordinado de las instituciones públicas y privadas pertinentes” (Sánchez, 2003).

## **2.7 Tecnologías de información utilizadas**

### **2.7.1 Sistemas de información geográfica (SIG)**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son “un conjunto integrado de métodos, herramientas y actividades que actúan de una forma coordinada para recolectar, evaluar, almacenar, validar, actualizar, manipular y analizar datos geográficos con el fin de obtener información que satisfaga los requerimientos planteados por los usuarios en la toma de decisiones” (Pérez, 2002).

En el caso del manejo de los recursos naturales, el SIG tiene una amplia variedad de usos que pueden ir desde las etapas iniciales de planificación hasta las etapas de control y

seguimiento. “En la planificación física de una cuenca, el SIG puede evaluar distintos escenarios, que corresponden a zonas de interés con relación a uno o más fenómenos; además, ayuda a la definición de zonas críticas, caracterizando y cuantificando los recursos naturales existentes en una determinada cuenca. Es aquí donde se resuelven interrogantes como: tipo de cobertura, tipo de suelo y uso actual, conflictos de uso, etc.” (Sánchez, 2002).

“El SIG aunque es una importante herramienta para la planificación, no la realiza por sí solo, pues la esencia del manejo integrado de recursos naturales se basa más en coordinación y orientación de metas que en los datos que le dan soporte” (Rocha, 2002).

### **2.7.2 Sistema de posicionamiento global (GPS)**

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) “es un sistema de posicionamiento basado en satélites ubicados en el espacio (NAVSTAR) operado por el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos, cuyo objetivo es la ubicación geográfica de cualquier elemento de la tierra” (Skidmore *et al.* 1997).

“El objetivo de este sistema es posicionar un objeto en la superficie de la tierra a través de las señales emitidas en forma de ondas de radio por los satélites en las constelaciones, que dicho objeto procesaba en la superficie, determinando así su posición geográfica con una precisión en función del tipo de información recibida, tiempo de recepción y condiciones de la emisión” (Blas y Bermejo, 1998).

“Los GPS obtienen los datos geográficos para la formación y actualización de bases de datos georeferenciadas y la cartografía de un sistema de información geográfica” (Blas y Bermejo, 1998).

### **2.7.3 Percepción remota**

“Es el conjunto de conocimientos y técnicas utilizados para determinar las características físicas y biológicas de objetos, por medio de mediciones efectuadas a

distancia, sin que exista contacto físico entre la fuente de información (objeto) y el receptor de la misma (sensor)" (Comisión ministerial de terminología de teledetección aeroespacial de Francia, 1988).

De acuerdo a Skidmore *et al.* (1997) "La teledetección provee los datos básicos para emprender el inventario de tierras, así como la información temporal y espacial para monitorear prácticas de manejo sostenible de las tierras".

## **2.8 Regiones naturales presentes en el área**

De acuerdo con el Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental, las microcuencas en estudio por encontrarse en las estribaciones orientales del sector norte de la Cordillera de los Andes, comparten dos regiones naturales: la Amazonía bajo los 1300 msnm y la Sierra sobre los 1300 msnm (Sierra, 1999).

### **2.8.1 La región Amazónica**

La región Amazónica corresponde al territorio ubicado por debajo de los 1300 msnm, en las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes, extendiéndose a las cordilleras y tierras bajas hacia el este del límite indicado. Dentro de esta región, el área en estudio se enmarca en la formación Bosque siempreverde piemontano (Sierra, 1999).

#### **· Bosque siempreverde piemontano**

Se encuentra entre los 600 y 1300 msnm conformando una franja de traslape entre especies amazónicas y andinas. Estos bosques poseen un dosel superior a los 30 m con un subdosel y sotobosque son muy densos. Se citan como una especie característica a *Dacryodes cupularis* (Burseraceae); así mismo se establece la presencia de especies de géneros típicos andinos como *Saurauia* (Actinidiaceae); *Hedyosmun* (Chloranthaceae); *Brunellia* (Brunelliaceae) y *Weinmannia* (Cunoniaceae), aunque en menor proporción.

En la tabla 2.1 se indica la flora característica de este tipo de bosque:

Indicador Flora	<p><i>Dacryodes cupularis</i> (Burseraceae); <i>Iriartea deltoidea</i> y <i>Wettinia maynensis</i> (Araceae); <i>Pourouma guianensis</i> (Cecropiaceae); <i>Ocotea javitensis</i> (Lauraceae); <i>Erisma uncinatum</i>, <i>Vochysia ferruginea</i> (Vochysiaceae).</p> <p>En el subdosel aparecen: <i>Heisteria acuminata</i> (Olacaceae); <i>Matteniusa tessmannii</i> (Icacinaceae); <i>Guarea persistens</i> (Meliaceae) y <i>Catoblastus praemorsus</i> (Arecaceae).</p>
--------------------	--

**Tabla. 2.1. Especies de flora indicadora del bosque siempreverde piemontano.**

Fuente: Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental (Sierra, 1999).

## 2.8.2 La región Sierra

En la zona se presenta en las altas cumbres de la Cordillera de los Huacamayos, caracterizadas por topografía irregular con predominancia de pendientes muy fuertes. Estas áreas constituyen la formación Bosque siempreverde montano bajo de los Andes Orientales del Norte y Centro sobre los 1300 msnm (Sierra, 1999).

### · Bosque siempreverde montano bajo de los Andes Orientales del norte y centro

“Constituye una franja de vegetación restringida a alturas entre los 1.300 y 2.000 msnm, donde la mayoría de las especies, al igual que familias enteras de árboles características de las tierras bajas desaparece. La altura del dosel puede alcanzar los 25 ó 30 m. Las leñosas trepadoras también disminuyen tanto en el número de especies como de individuos, mientras que las epifitas (musgos, helechos, orquídeas y bromélias) se vuelven más abundantes” (Sierra, 1999). Las principales especies se destacan en la tabla 2.2.

Indicador Flora	<p>Araceae; <i>Dictyocaryum lamarckianum</i>, <i>Ceroxylon echinulatum</i>, <i>Geonoma weberbaueri</i> (Araceae); <i>Cecropia andina</i> y <i>C. hachensis</i> (Cecropiaceae); <i>Hedyosmum spp.</i> (Chloranthaceae); <i>Cyathea sp.</i> (Cyatheaceae); <i>Sapium utile</i> y <i>S. spp.</i> (Euphorbiaceae); <i>Heliconia spp.</i> (Heliconiaceae); <i>Ocotea spp.</i> (Lauraceae); <i>Miconia porphirotricta</i>.</p>
--------------------	--

**Tabla. 2.2. Especies de flora indicadora del bosque siempreverde montano bajo.**

Fuente: Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental (Sierra, 1999).

## **2.9 Capacidad de uso del suelo**

El uso potencial o capacidad de uso adaptado al medio amazónico y cuyo valor mantiene vigencia, se tomó del Estudio de Factibilidad y Anexos del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco” (1993), donde se identificaron cinco clases de capacidad de uso para el área en estudio.

### **2.9.1 Clase I: Manejo agropecuario semi-intensivo y manejo forestal intensivo**

Esta clase se refiere principalmente a las tierras aluviales y a las terrazas bajas inundables, que permiten realizar un manejo agropecuario permanente semi-intensivo con rendimientos sostenibles. “En esta superficie se puede cultivar anualmente con cortos periodos de descanso suficientes para mantener la fertilidad, con manejo de rastrojos mejorados y abonos verdes. También se prestan a los cultivos perennes” (INEFAN, 1993).

Por constituirse en tierras que sostienen bosques de alta productividad, con condiciones adecuadas para la extracción, el manejo forestal intensivo representa una alternativa.

### **2.9.2 Clase II: Manejo agropecuario extensivo y manejo forestal intensivo**

Se encuentran en tierras coluvio-aluviales antiguas o recientes y en algunas mesas de fertilidad baja a moderada, pendientes moderadas, que se prestan preferiblemente a un manejo agroforestal, presentando posibilidades para cierta intensificación. “En ellas, son posibles la agricultura rotativa con periodos de rastrojo natural de 3-5 años, rastrojo mejorado o abono verde y la ganadería extensiva en la cual se evite el sobrepastoreo y el mantenimiento de la cubierta vegetal. También ofrecen condiciones adecuadas para el manejo forestal intensivo” (INEFAN, 1993).

### **2.9.3 Clase III: Manejo integrado agroforestal**

En esta clase se incluyen las superficies de colinas y mesas con pendientes entre 8 y 32%. “Son tierras con limitaciones debido a la pendiente, fertilidad, alto contenido de

humedad y erodabilidad de los suelos, por ello no se prestan a un uso permanente agropecuario. Pueden manejarse en forma integrada mediante cultivos rotativos de periodos cortos, preferiblemente sin quema y con el corte selectivo del bosque, seguidos por periodos de regeneración natural o manejada por plantaciones agroforestales permanentes o de largo plazo como ciertos sistemas tradicionales indígenas” (INEFAN, 1993).

La ganadería requiere de un manejo agrosilvopastoril y de bajas cargas animales por la alta susceptibilidad al sobrepastoreo y/o compactación de los suelos. “Tienen potencial forestal pero el relieve accidentado constituye un obstáculo para su manejo intensivo” (INEFAN, 1993).

#### **2.9.4 Clase IV: Usos extractivos extensivos**

“Constituyen exclusivamente suelos de protección, pues debido a sus pendientes pronunciadas y relieve accidentado, no pueden prestarse a ningún uso agropecuario que presuponga la remoción de la cubierta vegetal natural, a no ser en pequeñas áreas aisladas de menor pendiente; en cambio, pueden servir para actividades extractivas en forma sostenible, como cacería, recolección de flora, extracción de madera extensiva, siempre y cuando estas actividades no conlleven a procesos de deforestación y establecimiento de estructuras permanentes” (INEFAN,1993).

#### **2.9.5 Clase V: Protección y producción hidrológica**

“Son tierras de relieve muy accidentado, quebradas, encañonamientos y relieves montañosos con suelos superficiales que no reúnen condiciones mínimas para ser explotadas por la agricultura, ganadería, agroforestería o extracción de ningún tipo sin deterioro considerable de su capacidad productiva, sea por las fuertes pendientes, la baja fertilidad y erodabilidad de los suelos, la extrema nubosidad del clima, o por que se encuentran en áreas críticas para la alimentación de las cuencas hidrográficas. Estas tierras requieren de una protección que excluye cualquier modificación de la cobertura vegetal” (INEFAN, 1993).

## 2.10 Fisiografía

De acuerdo al mapa de fisiografía del Estudio de Factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco” (1993), en la zona se presentan cuatro grandes conjuntos fisiográficos con subconjuntos de características diferentes dentro una unidad. Estos grupos se exponen a continuación:

<b>Clase</b>	<b>Conjuntos fisiográficos</b>
CA	Formas coluvio-aluviales
	Formas aluviales
Tm	• Terraza aluvial media
Ta	• Terraza aluvial alta
RM	Estribaciones de la cordillera oriental de los Andes
	Relieves estructurales del levantamiento Napo
Sm	• Mesas; Superficie de mesa; estructura horizontal a subhorizontal
Em	• Mesas; Encañonamientos abruptos, vertientes y relieves muy disectados

**Tabla. 2.3. Conjuntos fisiográficos presentes en el área de estudio.**

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco”, 1993.

### 2.10.1 Formas coluvio-aluviales (CA)

Son relieves con depósitos coluviales que han sido removidos y acarreados por las corrientes fluviales, lo que ha formado relieves bajos a medios con una inclinación hacia el este. Estas formas se han desarrollado sobre bloques, cantos rodados, guijarros y arenas. Se encuentran en el suroeste formando relieves bajos con pendientes entre los 12 y 70%. Principalmente se hallan constituidos por sedimentos coluviales y aluviales de textura variable (INEFAN, 1993).

### 2.10.2 Formas aluviales

Constituyen terrazas localizadas a lo largo del río Tena, constituyendo zonas planas de pendientes menores como resultado de procesos combinados.

#### · **Terraza aluvial media (Tm)**

Estos relieves de tipo sedimentario se localizan a lo largo del río Tena, bordeando su cauce principal y corresponden a la cuenca Amazónica baja, “Se caracterizan por presentar pequeños cauces y un sistema de terrazas escalonadas. Mientras se extiende esta zona hacia el este, el valle de la cuenca se ensancha y el complejo fluvial toma amplitud suavizando su cauce en márgenes de zonas arenosas“ (INEFAN, 1993).

#### · **Terraza aluvial alta (Ta)**

“Constituyen terrazas elevadas de topografía plana a inclinada con desniveles menores al 12% con afloramientos de rocas. Está compuesto de materiales sedimentarios aluviales de composición variable“ (INEFAN, 1993).

### **2.10.3 Estribaciones de la cordillera oriental de los Andes (RM)**

Se presenta en la parte occidental de la zona, con dirección NE-SO formando una barrera montañosa alineada a las características tectónicas de los Andes. “Su morfología es muy irregular, especialmente en sus cimas que presentan marcados desniveles y declinaciones superiores al 70% desde los 2200 hasta los 800 msnm formando vertientes abruptas que caen rápidamente a la Amazonía, constituyéndose en los cauces de los ríos tributarios de la cuenca Amazónica que nacen en sus cumbres” (INEFAN, 1993). Principalmente se desarrolla sobre rocas graníticas.

Su paisaje se caracteriza por relieves muy agudos “cuchillas” desde alturas mayores a 750 msnm, afectados por una disección homogénea y densa con corta distancia interfluvial, siendo el primer flanco de la vertiente externa desde su base hasta la cresta divisoria de sus cordilleras, constituyéndose en la primera estribación de la vertiente Amazónica que recibe directamente los flujos húmedos provenientes de la Amazonía, por ello sus condiciones de extrema nubosidad y fuertes precipitaciones.

“Las vertientes se presentan como rectilíneas a convexas caracterizadas por descensos de pendientes fuertes con varios afloramientos de capas sueltas e inestables en



sus laderas, por ello la erosión hídrica y superficial fácilmente transporta materiales que encuentra en su recorrido” (INEFAN, 1993). Sin embargo, su superficie está protegida por la vegetación natural, pero se halla en riesgo por las crecientes intervenciones humanas que han empezado a activar graves procesos de erosión.

#### **2.10.4 Relieves estructurales del levantamiento Napo**

“Comprenden las superficies que se extienden desde el pie de la vertiente oriental de los Andes hasta la terminación de la gran llanura Amazónica sobre los 500 msnm, constituyéndose en su extremo occidental” (INEFAN, 1993).

##### **· Mesa; superficie de mesa, estructura horizontal a subhorizontal (Sm)**

“Son superficies caracterizadas por el predominio de relieves tabulares desarrollados sobre rocas sedimentarias, lo que ha dado lugar a la formación de mesas (capas estratigráficas horizontales a sub-horizontales) por donde fluyen los ríos Lupi y Colonso en su parte media-baja hacia el río Tena” (INEFAN, 1993). Estas superficies se hallan moderadamente disectadas, por lo que las colinas tienen un desnivel relativo bajo a alto, con cimas redondeadas, vertientes convexas y pendientes mayores al 25%.

##### **· Mesa; encañonamientos abruptos, vertientes y relieves muy disectados (Em)**

Son superficies que presentan cimas agudas con pendientes predominantes mayores a 25% limitadas por encañonamientos profundos por donde desarrollan su recorrido ríos de naturaleza torrentosos. “Estos cauces estrechos presentan afloramientos de rocas y bloques duros que muchas veces constituyen un obstáculo que generalmente forma represamientos locales de agua” (INEFAN, 1993).

#### **2.11 Suelos**

De acuerdo al mapa de capacidad de uso del suelo, del Estudio de Factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco” (1993), en el área de estudio

se presenta el orden INCEPTISOL, suborden ANDEPTS y tres tipos de suelos los mismos que aparecen en la siguiente tabla:

Orden	Suborden	Clase	Gran grupo
INCEPTISOLES	ANDEPTS	Sa	HYDRANDEPTS (Aluviales indiferenciados)
		H	HYDRANDEPTS
		PH	Paralithic HYDRANDEPTS

**Tabla. 2.4. Tipos de suelos a nivel de gran grupo presentes en el área de estudio.**

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco”, 1993.

### **2.11.1 Orden INCEPTISOLES**

“Son suelos que generalmente evidencian un solo horizonte, por tanto son de mínimo desarrollo. Se han originado a partir de diferentes materiales parentales (materiales resistentes o cenizas volcánicas), en lugares de relieve extremo, fuertes pendientes o superficies geomorfológicas jóvenes” (ECORAE, 2002). En la zona se ha identificado dentro de este orden de suelos al suborden ANDEPTS.

#### **· Suborden ANDEPTS**

“Se presentan en zonas montañosas o cerca a lugares que desarrollan actividad volcánica, por ello muchas veces contienen horizontes “enterrados” que corresponden a anteriores capas superficiales con alto contenido de materiales piroclásticos. Son suelos que presentan una baja densidad aparente ( $< 0.8 \text{ g/ cc}$ ) y alta capacidad de intercambio catiónico” (ECORAE, 2002).

“En su estructura, dominan los horizontes minerales de color amarillento de textura aparentemente limosa, muy sueltos, extremadamente hidratados de un tacto jabonoso característico”(INEFAN, 1993). Dentro de este suborden al Gran Grupo Hydrandeps diferenciado en 3 tipos de suelos.

### · **Gran grupo Hydrandepts: Suelos Aluviales Indiferenciados (Sa)**

“Son suelos moderadamente profundos que se han desarrollado a partir de continuos aluviones indiferenciados; presentan buenos niveles relativos de fertilidad, regularmente renovados por las crecientes” (INEFAN, 1993). Estos suelos son sensibles a la compactación.

Localmente, se hallan estructurados en terrazas de composición variable, principalmente de sedimentos arenosos y arcillosos sujetas a constantes inundaciones. “En general son suelos franco arcillosos, de drenaje moderado, localizados en las terrazas medias y bajas del río Tena” (INEFAN, 1993).

### · **Gran grupo Hydrandepts (H)**

“Son suelos que se destacan por tener horizontes minerales muy sensibles a la erosión, alta capacidad de retención y baja fertilidad debido a la intensa lixiviación. En condiciones naturales presentan una capa orgánica considerable aunque su aprovechamiento es limitado por el clima excesivamente lluvioso en sus zonas de desarrollo” (INEFAN, 1993).

En la zona se localizan en el piedemonte cercano, cubriendo los relieves de mesas horizontales y onduladas limitadas por pequeños barrancos.

### · **Gran grupo Paralithic Hydrandepts (PH)**

“Son suelos caracterizados por la presencia afloramientos de rocas arcillosas meteorizadas y de bancos superficiales de areniscas, por ello presentan condiciones de impermeabilidad e inestabilidad del sustrato constituyéndose en muy susceptibles a la erosión” (INEFAN, 1993).

“Debido a las formas de vegetación que cubren su superficie, presentan una capa orgánica de color negro poco profunda, sin embargo son suelos de baja fertilidad”

(INEFAN, 1993). En el área en estudio, se presentan en las vertientes exteriores de la cordillera, en relieves agudos con pendientes superiores al 70%, en altitudes mayores a 800 msnm.

## **2.12 Zonificación**

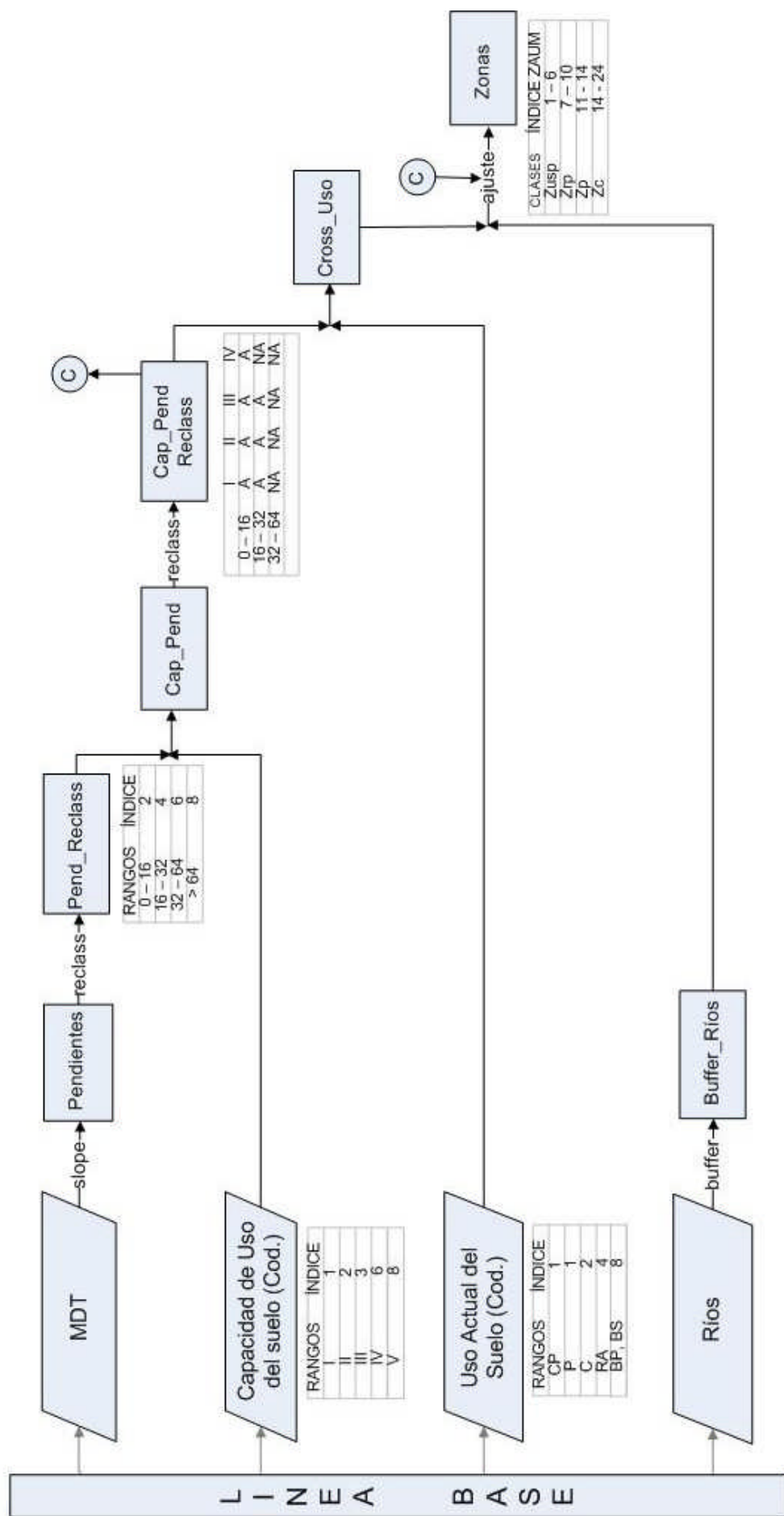
La zonificación propuesta hace énfasis en el desarrollo sostenible como base para la futura ordenación de las microcuencas y la zona en general, subdividiendo al territorio en unidades de manejo con visión hacia la sostenibilidad, no solo de la provisión de agua, sino también de los recursos naturales y las condiciones de vida de la población allí asentada.

“El proceso de zonificación es una clasificación de usos que se realiza dentro de las unidades territoriales conforme al análisis previo de sus aptitudes, características y cualidades abióticas, bióticas y antrópicas” (IDEAM, 2006). Por tanto, las zonas de manejo resultantes, comparten características homogéneas de acuerdo a una ponderación de los criterios que definen su aptitud y uso para la administración de sus recursos, lo que implica complementariamente a este proceso, la definición de las actividades de manejo para estas unidades.

“El propósito de la zonificación es orientar el uso y manejo sostenible de los espacios, establecer su administración y su reglamentación y generar programas, proyectos y acciones que garanticen el desarrollo sostenible en lo ecológico, económico y sociocultural” (IDEAM, 2006). En este caso, las zonas de manejo para las microcuencas hidrográficas resultantes en este proceso de subdivisión son: conservación, protección y recuperación para la preservación, recuperación para usos sostenibles, uso sostenible o producción y protección de cauces. “Estas zonas serán establecidas para resolver la problemática ambiental, que se ha identificado en cada cuenca, en particular por parte de los actores localizados en sus tierras, los que dependen de ella y de la visión y el enfoque dado por el grupo técnico” (IDEAM, 2006).

El modelo cartográfico utilizado en el proceso de zonificación de la zona en estudio se detalla en la figura 2.1.

Figura. 2.1. Modelo cartográfico utilizado en el proceso de zonificación.



Fuente: Metodología para la Priorización de Zonas de Intervención y Proyectos de Inversión en una Cuenca (Jaramillo *et al.*, 2003),

## **2.13 Programas de desarrollo por zonas**

Los programas están orientados a revertir los procesos de degradación de los recursos naturales ocasionados por desarrollo actual, que ha incrementado la vulnerabilidad ecológica y social de las comunidades que habitan en la zona.

### **2.13.1 Identificación de programas**

Los programas de manejo abarcan cuatro ejes estratégicos: conservación, restauración, mejoramiento comunitario y educación ambiental, que se materializan a través de las acciones definidas en los subprogramas propuestos. El objetivo fundamental de estos ejes es promover procesos de cambio en torno a la utilización del territorio, protección del medio ambiente, desarrollo de alternativas productivas, mejoramiento de la gestión y capacitación ambiental.

### **2.13.2 Programas y subprogramas por zonas**

#### **· Programa para la conservación**

#### **· Subprograma de incentivos de conservación**

“Establecer instrumentos de regulación integrales, que contribuyan en los procesos tendientes a la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales y compensen a los productores por los beneficios ambientales generados” (IDEAM, 2006).

#### **· Subprograma de control y monitoreo**

“Prevenir y evitar la realización de cualquier acto que tenga la intención de disminuir el valor ecológico, escénico, estético del área conservada” (Fundación Bosques para la Conservación, 2005).

#### **· Subprograma de investigación**

“Promover el desarrollo de investigaciones de los elementos de los ecosistemas de protección y de las interacciones entre las comunidades indígenas y su entorno” (PGS, 2002).

- **Programa para la restauración**

- **Subprograma de reforestación y recuperación de la cobertura vegetal**

“Lograr la reposición adecuada de la cubierta forestal en áreas de sobreuso y amenaza de deterioro, para que cumplan sus objetivos de protección de los suelos contra la erosión y la conservación del régimen hidrológico” (PGS, 2002).

- **Programa para la mejoramiento comunitario**

- **Subprograma de gestión**

“Mejorar las destrezas administrativas, organizativas y de liderazgo de los miembros y líderes de las comunidades” (PGS, 2002).

- **Subprograma de desarrollo comunitario**

“Enfrentar la problemática del deterioro de los recursos naturales y culturales, las presiones sobre los ecosistemas y los niveles de pobreza de las poblaciones del ámbito rural” (PGS, 2002).

- **Subprograma de producción agroforestal**

“Mejorar la producción tradicional de subsistencia con el establecimiento de cultivos agroforestales, lo cual conducirá a la protección del suelo, mejora del aprovechamiento del espacio y la producción” (ECORAE, 2002).

- **Subprograma de producción ganadera**

“Fomentar una actividad ganadera semi-intensiva y extensiva bajo sistemas silvopastoriles en áreas identificadas como aptas para esta actividad, para disminuir el deterioro de los suelos” (ECORAE, 2002).

- **Subprograma de producción piscícola**

“Desarrollar y mejorar las actividades de piscicultura como actividades alternativas a través de coordinación y seguimiento” (ECORAE, 2002).

- **Subprograma de ecoturismo**

“Desarrollar la actividad turística y promover la participación de las comunidades locales en actividades relacionadas con el turismo” (PGS, 2002)

- **Programa de educación ambiental**

- **Subprograma de capacitación ambiental**

“Propiciar en la población la inclusión e interiorización de conceptos y prácticas sobre la necesidad de conservar los recursos naturales, a fin de aportar al mejoramiento de la calidad de vida y aplicar el concepto de desarrollo sustentable” (PGS, 2002).



## **CAPITULO 3**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Materiales**

Los materiales y equipos utilizados fueron los siguientes:

##### **3.1.1 Equipos**

- GPS (*Magellan 600*)
- Cámara fotográfica
- Scanner
- Computador
- Hipsómetro
- Impresora
- Forcípula
- Cinta métrica

##### **3.1.2 Cartografía**

###### **. Cartografía analógica**

- IGM, Carta topográfica Tena, escala 1:50.000. (CT-OIII E3) 1988.
- INEMIN, Hoja geológica Tena, escala 1:100.000. (HOJA 101, CT-OIII-E-4091) 1986.
- INEFAN, Mapa de fisiografía, Proyecto Gran Sumaco, escala 1:100.000. (Mapa N° 8B) 1993.
- INEFAN, Mapa de capacidad de uso del suelo, Proyecto Gran Sumaco, escala 1:50.000. (Mapa N° 4E) 1993.

## · Cartografía digital

Las coberturas digitales adquiridas en formato *shapefile* fueron:

- SIGAGRO, Cobertura digital: Parroquias - Napo, escala 1:250.000, 2002.
- PGS, Cobertura digital: Uso del suelo, escala 1:50.000, 1997.
- MAE, Cobertura digital: Sistema nacional de bosques protectores, escala 1:50.000, 2000.

Además, se utilizó una cobertura digital en formato CAD:

- GMT, Cobertura digital: Restitución fotogramétrica digital, escala 1:1000, 2005.

### 3.1.3 Imagen de satélite

Para la obtención de la imagen de satélite se realizó la búsqueda en el sitio en internet de *Global Land Cover Facility*, donde se descargó la imagen:

- *Landsat 7* (ETM+<sup>1</sup>), 034-074, del 12 de septiembre de 2002<sup>2</sup>.

### 3.1.4 Software

Los programas que se utilizaron para elaborar los mapas del presente trabajo son los siguientes:

- *Microstation V8.0*
- *ArcView 3.2*
- *ArcGis 9.0*
- *ERDAS Imagine 8.4*
- *MultiSpec V3.1*
- *ArcHydro V1.0*

---

<sup>1</sup> *Enhanced Thematic Mapper Plus*: sensor instalado en el satélite *Landsat 7*, lanzado en abril de 1999.

<sup>2</sup> Imagen *Landsat 7* (ETM+), ID: 034-074, Path 009, Row 061, <http://glsfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>.

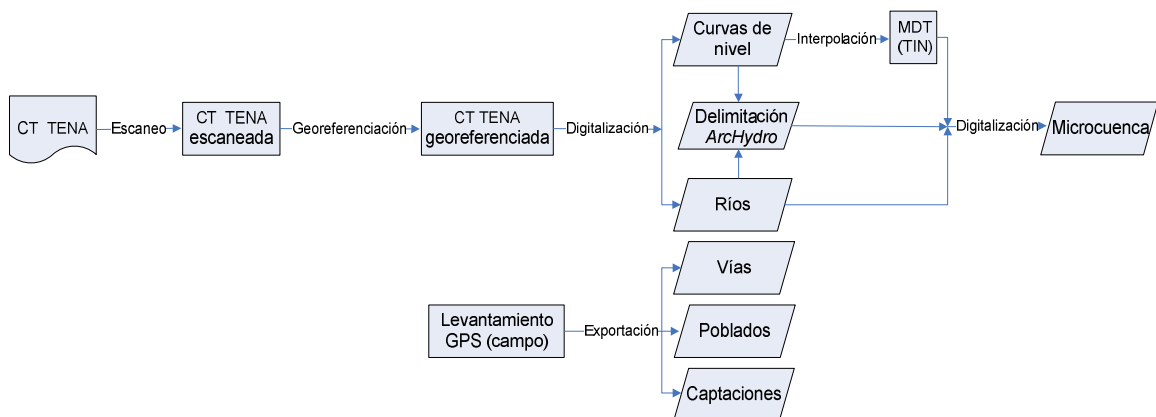
## 3.2 Métodos

Las metodologías utilizadas para la elaboración del plan de manejo fueron las siguientes:

### 3.2.1 Para la elaboración del mapa base

Para la elaboración del mapa base, se partió de la carta topográfica “Tena”, de la cual se digitalizó las curvas de nivel y la red hidrográfica. Posteriormente, se actualizaron las coberturas de vías, poblados y captaciones de agua mediante levantamiento con navegador GPS. Ver figura 3.1.

Figura. 3.1. Metodología para la elaboración del mapa base.



### 3.2.2 Para la delimitación de la microcuenca

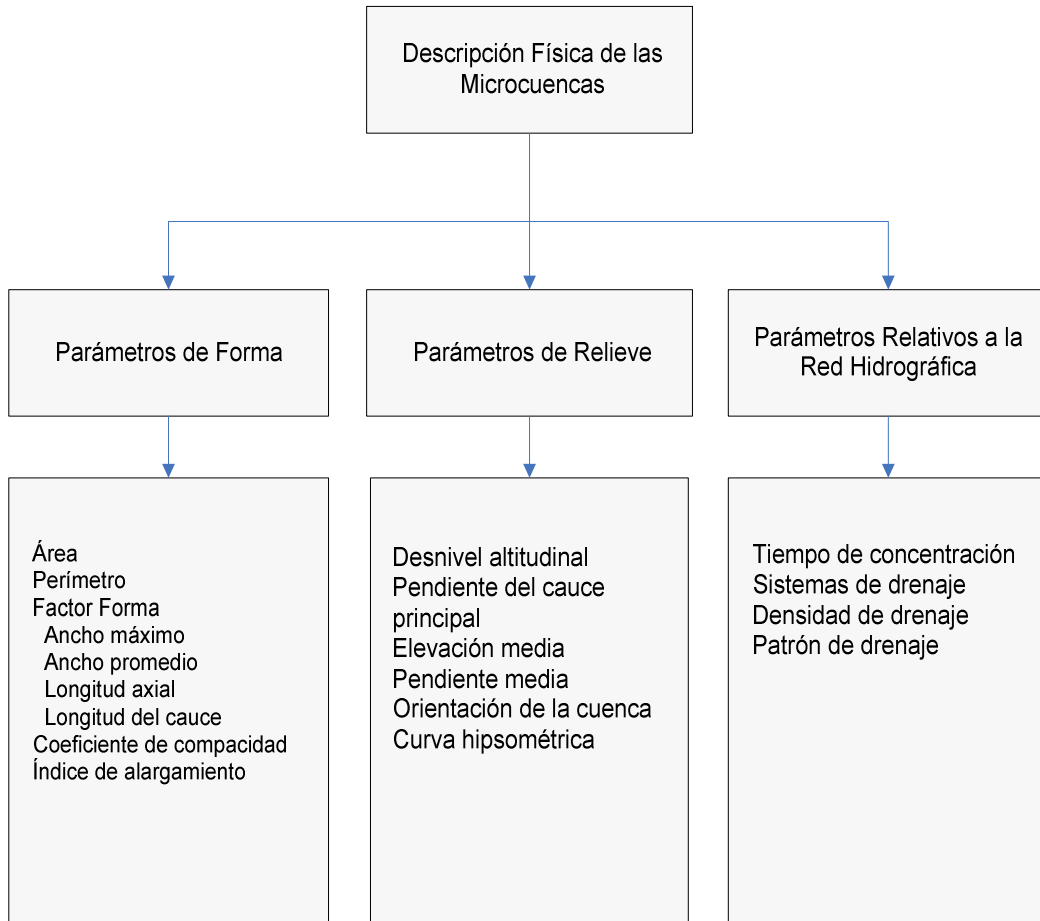
La metodología empleada para delimitar la microcuenca, se la realizó según los siguientes pasos:

- Identificación del cauce principal y sus afluentes.
- Generación del Modelo Digital del Terreno (MDT).
- Trazo del límite de la cuenca siguiendo la divisoria de aguas en las zonas escarpadas y en las planicies según el área de influencia del cauce principal y sus afluentes de acuerdo al trazado obtenido mediante el software *ArcHydro*, partiendo del MDT y la red hidrográfica. Ver figura 3.1.

### 3.2.3 Para la determinación de los parámetros morfométricos

Las características físicas de la microcuenca, se la reflejó en los parámetros morfométricos, divididos en parámetros de forma, relieve y relativos a la red hidrográfica.

Figura. 3.2. Fase metodológica para la caracterización física de la microcuenca.

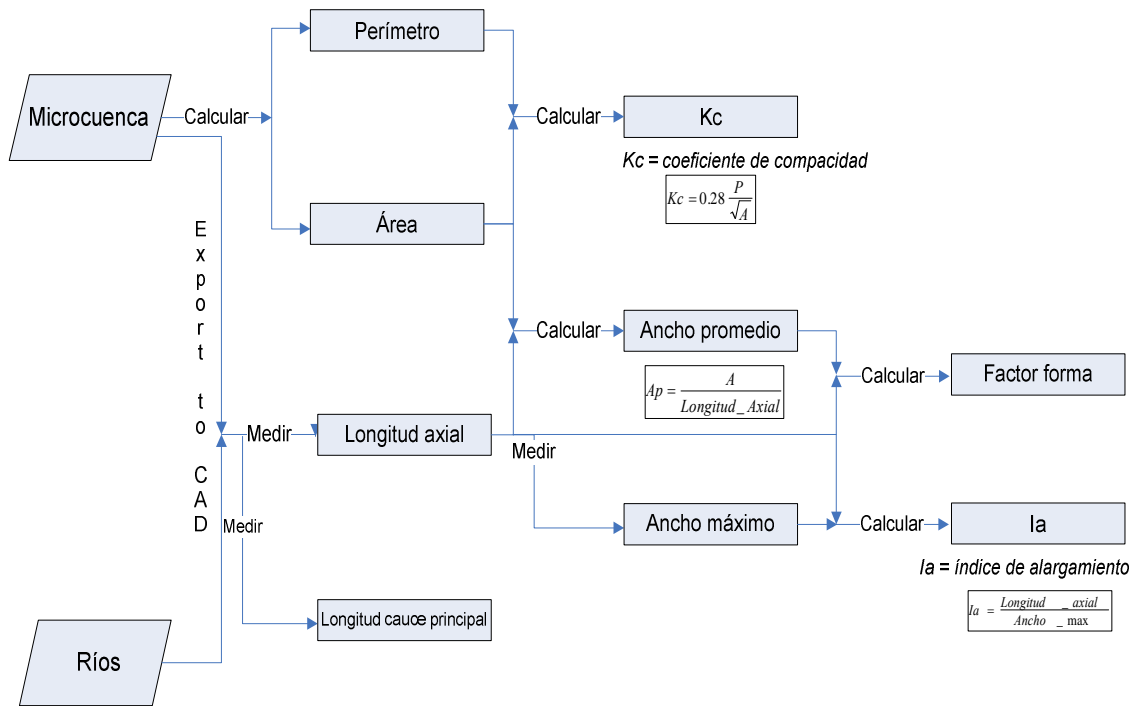


#### · Para los parámetros de forma

Los parámetros de forma se obtuvieron en base a las coberturas delimitadas de la microcuenca y sus ríos.

Los índices empleados para representar la forma de la microcuenca son: área, perímetro, factor forma, índice de compacidad, índice de alargamiento. La metodología empleada en la obtención de estos índices se describe en la figura 3.3.

**Figura. 3.3. Metodología para la obtención de los parámetros morfométricos de forma.**



Los parámetros de área, perímetro, ancho máximo, longitud axial y longitud del cauce principal, se obtuvieron a partir a través de mediciones automatizadas dentro de *ArcView* y *MicroStation*. Los índices restantes se calcularon en base a los anteriores índices almacenados. Las fórmulas utilizadas se expresan en la tabla 3.1.

Parámetro	Fórmula	Fuente
Área	Software ( <i>ArcView</i> )	<i>Xtools (ArcView)</i>
Perímetro		
Factor forma	$Ff = \frac{\text{Ancho\_promedio}}{\text{Longitud\_axial}}$	(Urbina, 1974)
Ancho máximo	Software ( <i>MicroStation</i> )	<i>Measure (MicroStation)</i>
Ancho promedio	$Ap = \frac{\text{Area}}{\text{Longitud\_axial}}$	(Urbina, 1974)
Longitud axial	Software ( <i>MicroStation</i> )	<i>Measure (MicroStation)</i>
Longitud del cauce principal	Software ( <i>ArcView</i> )	<i>Xtools (ArcView)</i>
Coficiente de compacidad	* $Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	(Llamas, 1993)
Índice de alargamiento	$Ia = \frac{\text{Longitud\_axial}}{\text{Ancho\_max}}$	(Urbina, 1974)

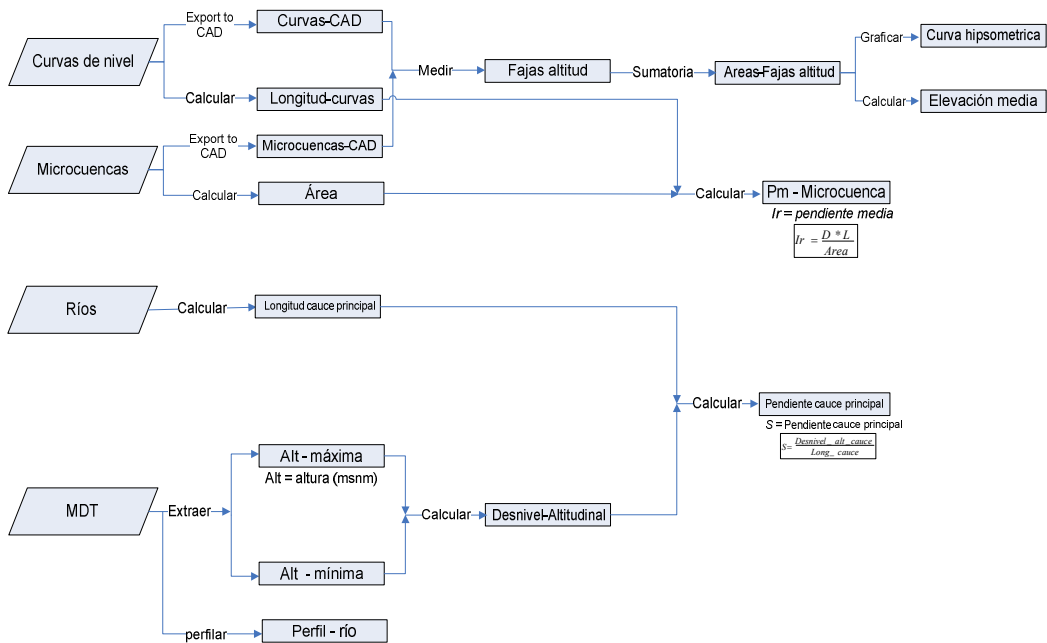
**Tabla. 3.1. Fórmulas utilizadas para la determinación de los parámetros morfométricos de forma.**

\* Donde: A = Área de la cuenca.  
P = Perímetro de la cuenca.

· Para los parámetros de relieve

Los índices empleados para representar el relieve de la microcuenca son: desnivel altitudinal, pendiente media del cauce principal, elevación media, pendiente media y orientación de las cuencas.

Figura. 3.4. Metodología para la obtención de los parámetros morfométricos de relieve.



En la obtención de los parámetros de relieve se utilizaron las fórmulas expresadas en la tabla 3.2.

Parámetro	Fórmula	Fuente
Desnivel altitudinal	$Da = H_{max} - H_{min}$	(Llamas, 1993)
Pendiente del cauce principal	$S = \frac{Desnivel\_alt\_cauce}{Long\_cauce}$	(Llamas, 1993)
Pendiente media	* $Ir = \frac{D * L}{A}$	(Urbina, 1974)
Orientación de la cuenca	Software ( <i>ArcGis</i> )	3D <i>Analyst</i> , <i>hillshade</i>

Tabla. 3.2. Fórmulas utilizadas para la determinación de los parámetros morfométricos de relieve.

- \* Donde: L = Longitud de todas las curvas de nivel.  
 D = Diferencia entre curvas de nivel (40 m).  
 A = Área de la cuenca.

Para la obtención de la elevación media, se subdividió a la microcuenca en fajas topográficas sucesivas cada 200 metros, para aplicar la siguiente expresión:

$$Em = \frac{\sum a * e}{A}$$

- Donde: a = área entre un par de curvas de nivel dado.  
 e = altitud media (rango entre curvas de nivel).  
 A = área de la cuenca.

Para demostrar la distribución de la cuenca según tramos de altura, se elaboró la curva hipsométrica, donde se representa las distintas cotas de altura de la cuenca contra las superficies acumuladas en porcentaje del área total de la cuenca. Además, se generó el perfil del río a partir la interpolación de su cauce sobre el MDT.

· **Para los parámetros relativos a la red hidrográfica**

Los índices empleados para tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo de los drenajes en la microcuenca son: tiempo de concentración, sistemas, densidad y patrón de drenaje. Las fórmulas utilizadas en la obtención de los parámetros relativos a la red hidrográfica se anotan en la tabla 3.3.

Parámetro	Fórmula	Fuente
Tiempo de concentración <sup>3</sup>	$Tc = 0.01947(L^{0.77} S^{-0.385})$	(Chow, 1994)
Sistemas de drenaje	Según Schumm <sup>4</sup>	(Urbina, 1974)
Densidad de drenaje	$Dd = \frac{Lx}{A} *$	(Urbina, 1974)
Patrón de drenaje	Análisis de los patrones de drenaje	

**Tabla. 3.3. Fórmulas utilizadas para la determinación de los parámetros morfométricos relativos a la red hidrográfica.**

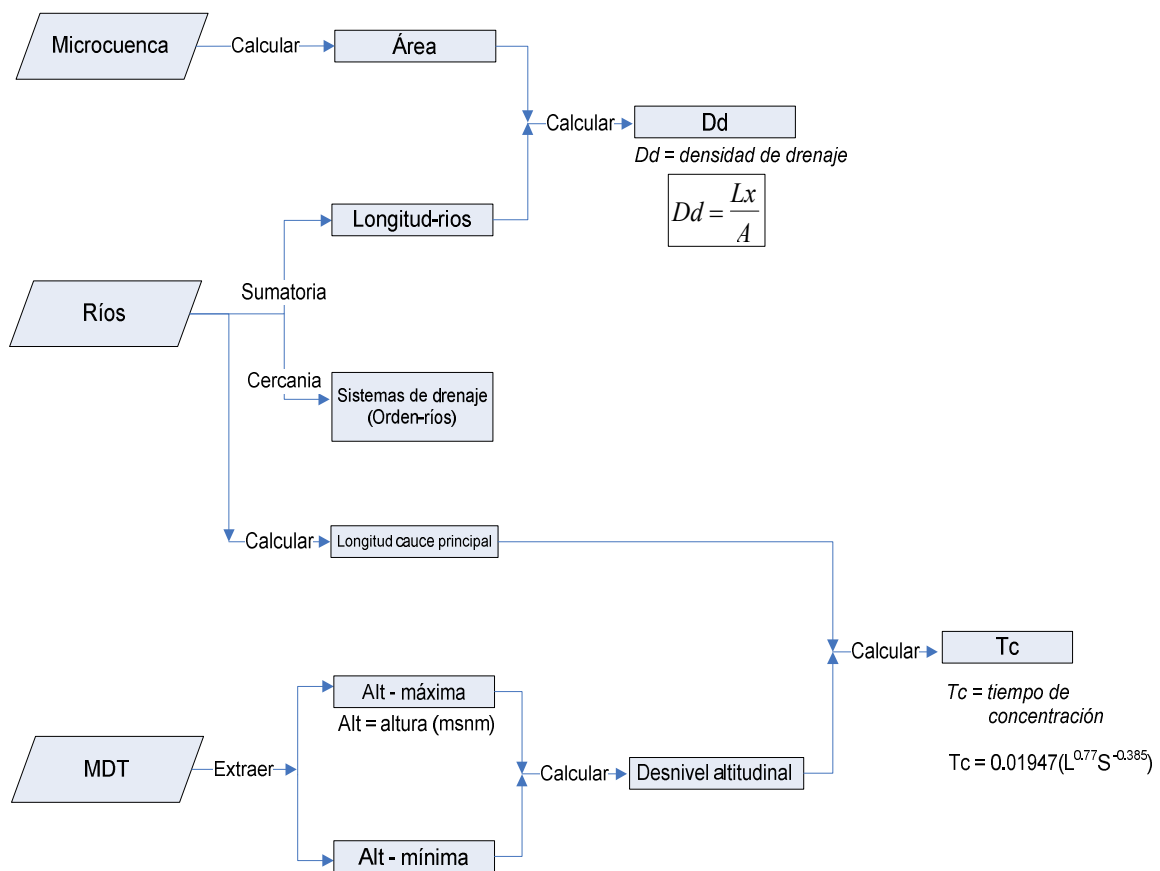
<sup>3</sup>Fórmula de Kirpich, para calcular el tiempo de concentración (Tc), en minutos.

<sup>4</sup>Clasificación de los sistemas de drenaje, bajo el criterio de orden de las corrientes según Schumm Stanley, (1956).

- \*Donde: L = Longitud del cauce principal.  
 S = Diferencia entre las elevaciones extremas de la cuenca dividida para la longitud del cauce principal de la cuenca.  
 Lx = Longitud de las corrientes de la cuenca.  
 A = Área de la cuenca.

La metodología empleada en la obtención de estos índices se describe en la figura 3.5.

**Figura. 3.5. Metodología para la obtención de los parámetros morfométricos relativos a la red hidrográfica.**



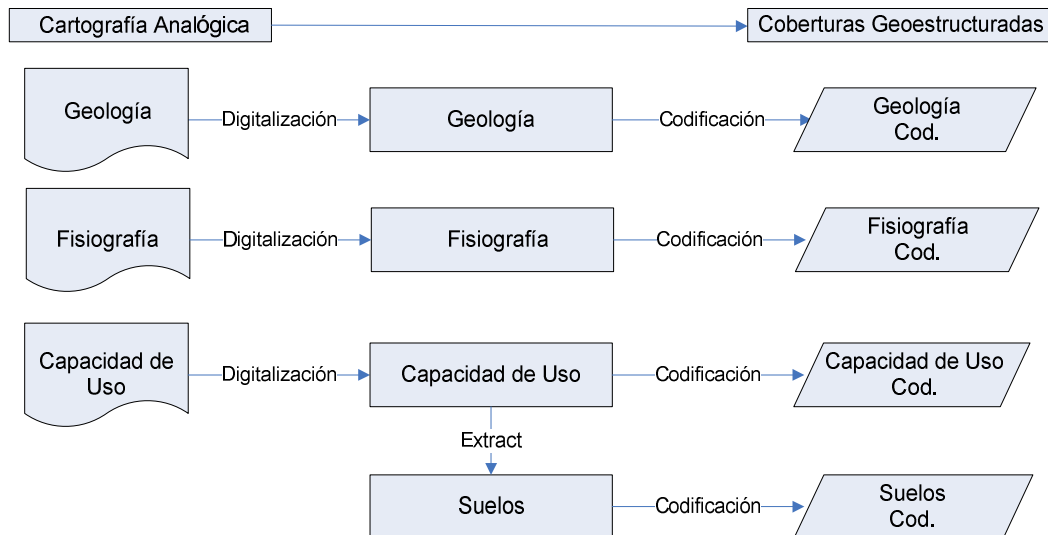
### 3.2.4 Para el diagnóstico

El diagnóstico biofísico se la realizó en base a la información contenida en el “Estudio de Factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical Gran Sumaco” realizado por el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre (1993). Esto permitió elaborar los mapas de fisiografía, suelos y capacidad de uso de la cartografía biofísica de la microcuenca. El aspecto referente a geología, se tomó de hoja



geológica Tena del Ex-Instituto Ecuatoriano de Minería (INEMIN). La figura 3.6 indica la metodología seguida.

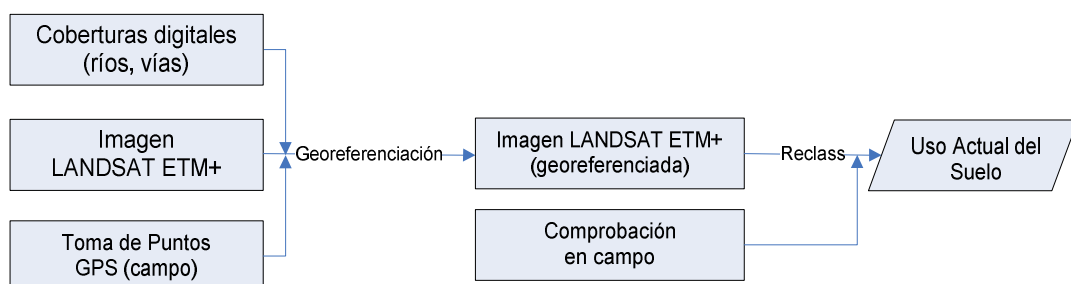
**Figura. 3.6. Metodología para la obtención de la cartografía biofísica de la microcuenca.**



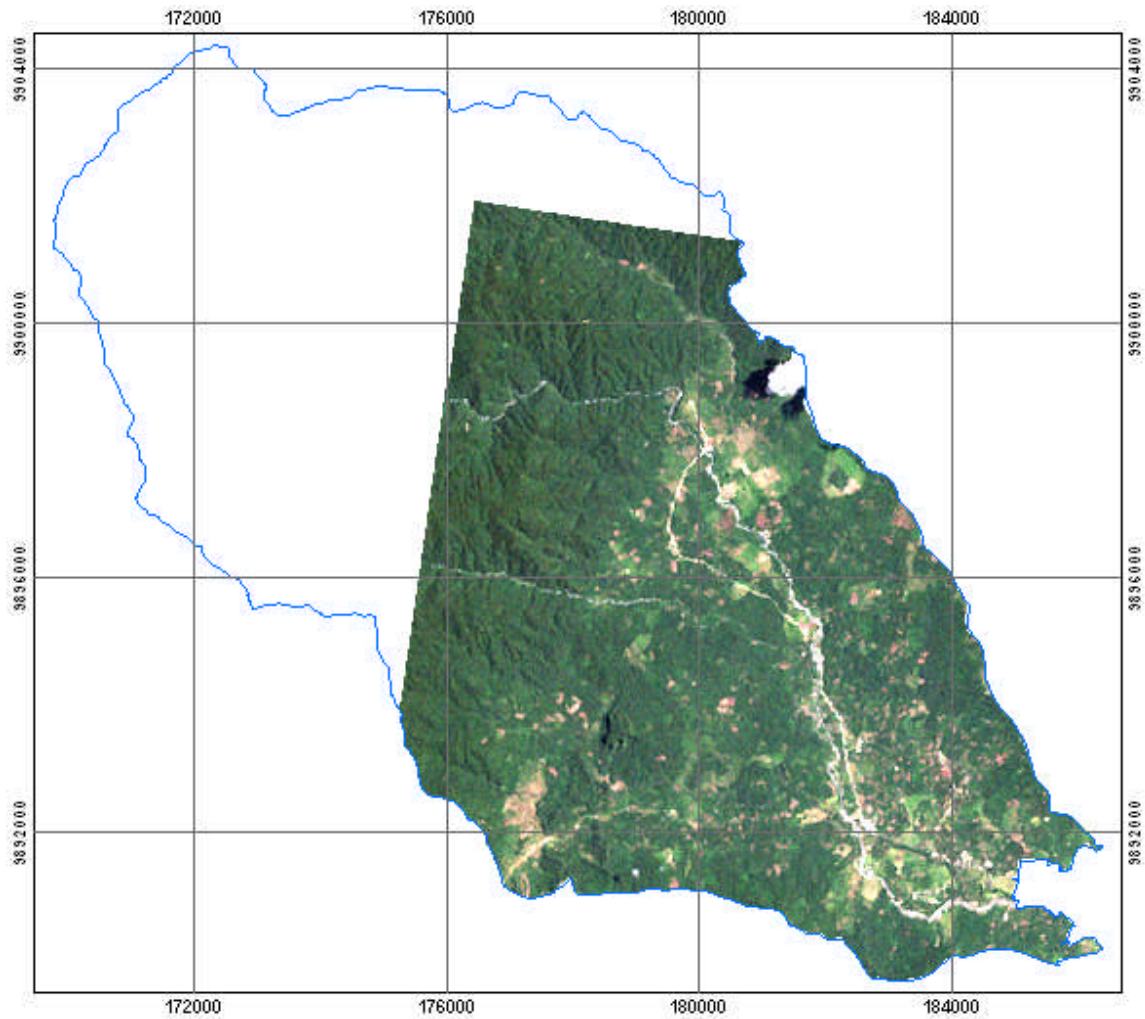
**· Para la elaboración del mapa de uso actual del suelo**

El mapa de uso actual, se generó a partir de la cobertura de uso del suelo del año 1997 elaborada por el Proyecto Gran Sumaco (PGS). Sobre esta cobertura, se sobrepuso una imagen de satélite y a partir de esta, se digitalizó las áreas homogéneas de uso, paralelamente a una verificación visual desde puntos sobresalientes y varias zonas de la microcuenca. Complementariamente, se levantaron con GPS las zonas de desarrollo urbano en las comunidades y las áreas de construcción reciente. La figura 3.7 indica la metodología seguida.

**Figura. 3.7. Metodología para la elaboración del mapa de uso actual del suelo.**



**Figura. 3.8. Gráfico de la imagen de satélite en la zona de intervención.**



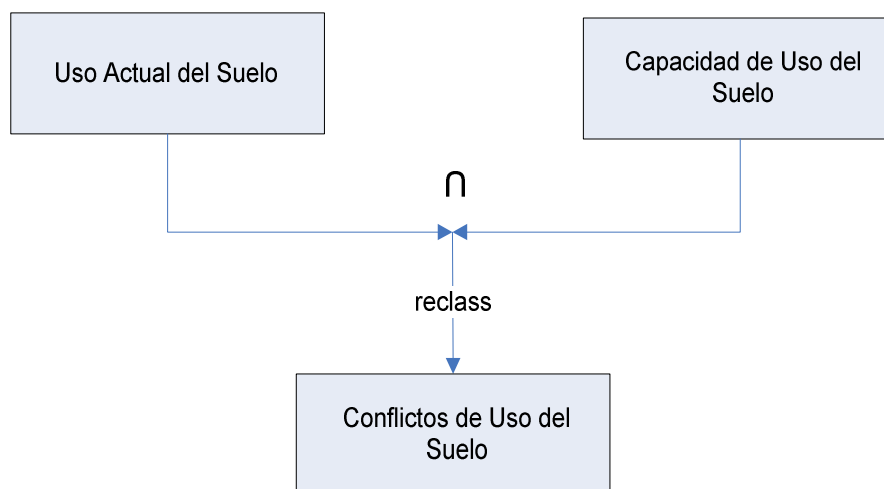
· **Para la situación socioeconómica**

La elaboración del diagnóstico socioeconómico, se lo realizó en base a la información recogida a través de entrevistas, reuniones, observación directa e información de censos y encuestas recientes realizadas en las comunidades de la zona.

**3.2.5 Para la determinación de conflictos por uso del suelo**

Los conflictos por uso del suelo se obtuvieron mediante la sobreposición del mapa de uso actual del suelo y el mapa de capacidad de uso elaborado en el estudio de Factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco” (1993). La figura 3.8 indica el procedimiento seguido.

Figura. 3.9. Metodología para la determinación de conflictos por uso del suelo.



### 3.2.6 Para la caracterización del tipo de bosque

Para caracterizar el tipo de bosque, se realizó un transecto de una hectárea de inventario forestal en cada tipo de bosque. El total de la muestra abarcó dos parcelas (2 ha) de forma rectangular de (500 x 20 m) en el bosque piemontano y el bosque montano bajo, en las vertientes altas del río Colonso sobre los 800 y los 1000 msnm. Se midieron todos los árboles con diámetro igual o mayor a 10 cm a la altura del pecho (DAP), con aproximación a 0,1 cm y la altura total se estimó con hipsómetro con aproximación de 1 m. En la determinación del volumen con corteza se utilizó la ecuación universal:

$$V_f = AB \times H_t \times F_f$$

Donde:  $V_f$  = volumen total del fuste con corteza ( $m^3$ )  
 $AB$  = área basal (área de la circunferencia a la altura del pecho) ( $m^2$ )  
 $H_t$  = altura total (m)  
 $F_f$  = factor de forma, en este caso se utilizó el 0,6

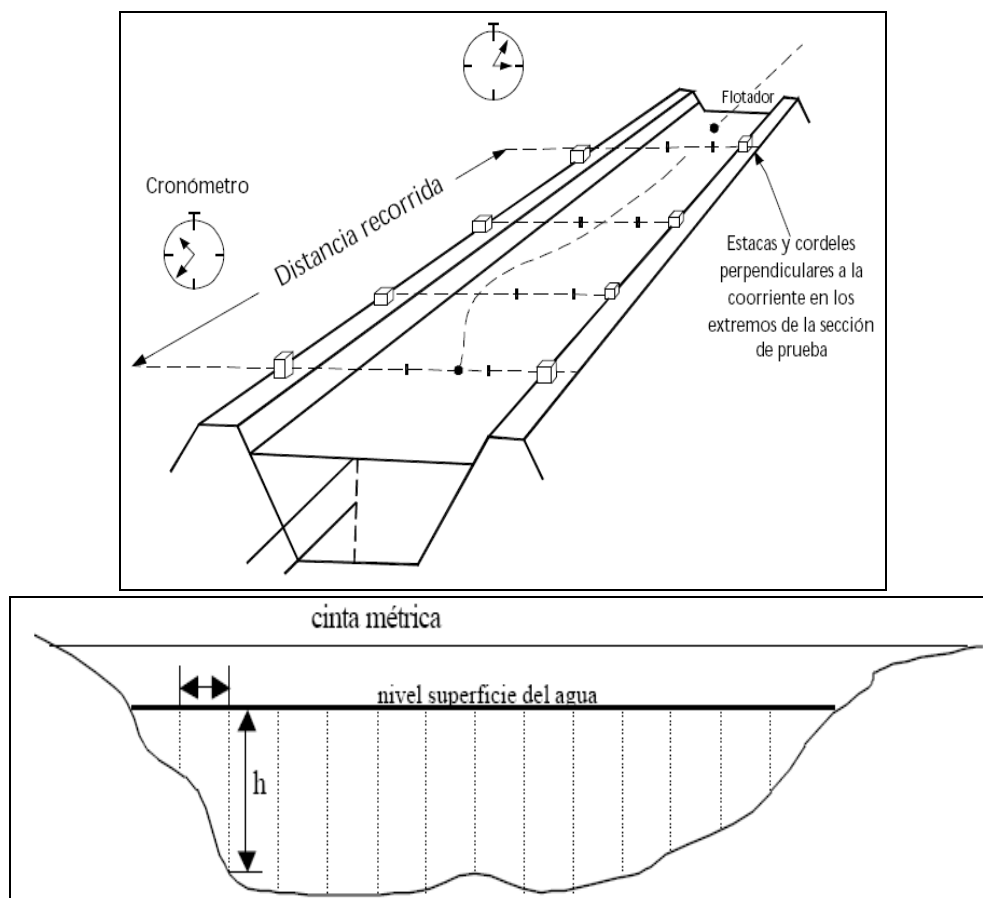
### 3.2.7 Para la caracterización de la fauna

En el mismo transecto de 500 m, utilizado para el levantamiento de la información forestal, se evaluó la presencia de fauna silvestre, con ayuda de dos indígenas *kichwas* y con información secundaria se completó esta caracterización.

### 3.2.8 Para la determinación del caudal

La medición del caudal se la realizó en las desembocaduras de los ríos Colonso, y Tena. En los puntos de muestreo se determinaron los caudales a través de aforos con flotador, por el método de sección transversal.

Figura. 3.10. Representación del método de aforo con flotador y la sección transversal.



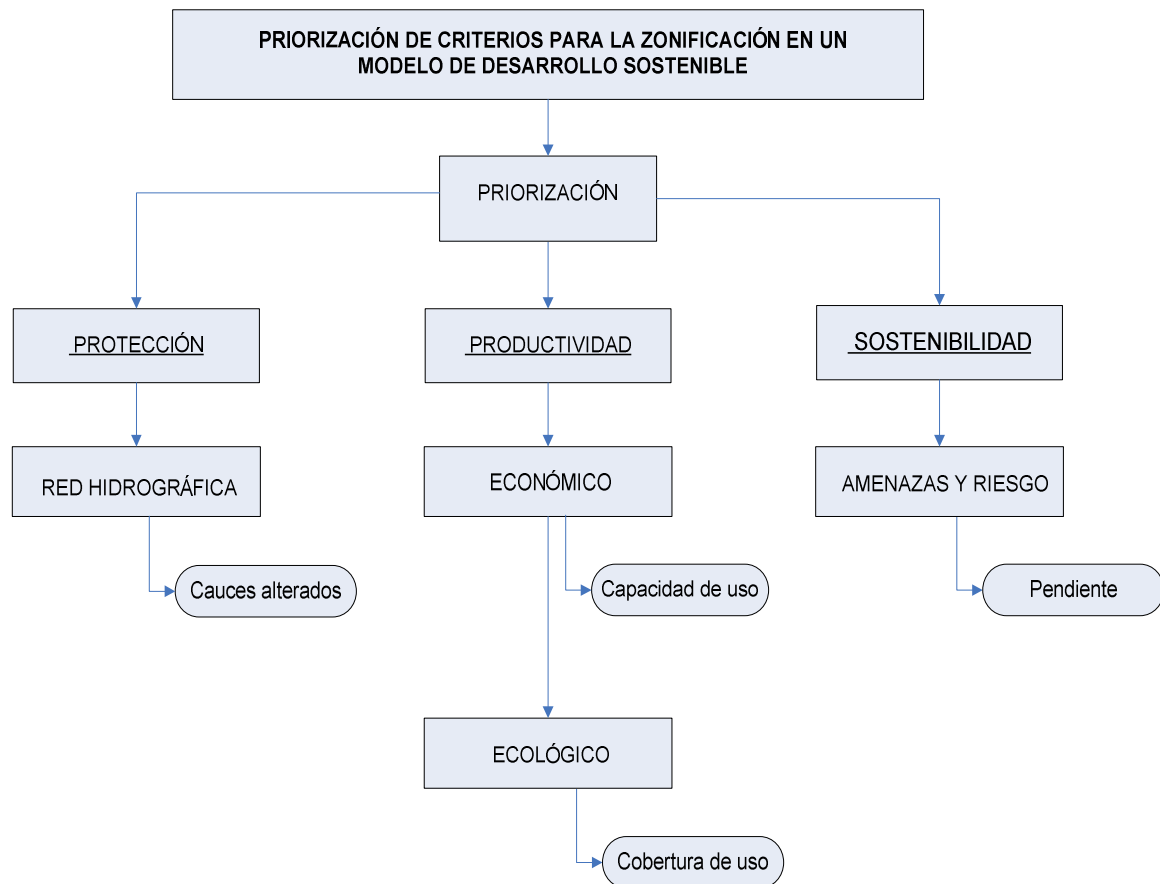
### 3.2.9 Para la zonificación

La zonificación se basó en los principios establecidos en la Metodología para la Priorización de Zonas de Intervención y Proyectos de Inversión en una Cuenca ("*Methodology for Prioritizing Intervention Areas and Investment Projects in a Watershed*"), (Jaramillo *et al.*, 2003), en la cual se definen los criterios y principios de intervención en cuencas. Además, se implantó un criterio de protección de cauces en zonas de márgenes alteradas.

## · Criterios de intervención

El modelo de zonificación aplicado se basó en tres criterios: productividad y sostenibilidad y protección de cauces. La priorización de criterios se indica en la figura 3.9.

**Figura. 3.11. Priorización de criterios para la zonificación.**



Fuente: Metodología para la Priorización de Zonas de Intervención y Proyectos de Inversión en una Cuenca, (Jaramillo *et al.*, 2003).

## · Productividad

Con el objetivo de propender hacia una productividad sostenible, se consideraron dos aspectos básicos:

- Productividad (aspecto económico)
- Cobertura del suelo (aspecto ecológico)

El criterio de productividad, considerado como elemento principal en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca, fue evaluado a través de la capacidad de uso del suelo, como el factor más importante para determinar el potencial de productividad de los terrenos de la zona, con base en la agricultura, actividades pecuarias y otras actividades productivas vinculadas.

#### · **Capacidad de uso del suelo**

La capacidad de uso del suelo se consideró representativa de la calidad de los mismos para las actividades agropecuarias en la zona, por cuanto expresa la potencialidad para este tipo de actividades. Las clases de capacidad de uso (Clases I, II, III, VI y V) se constituyeron en rangos de zonificación.

#### · **Cobertura de uso del suelo**

Para el criterio ecológico, se consideró el tipo de cobertura del suelo, el cual para el proyecto, se convierte en la expresión de la calidad del suelo, integrada con el manejo antrópico desarrollado en la zona. A partir del mapa de uso del suelo, se seleccionaron los tipos de coberturas, representativas de la actividad humana en la cuenca.

#### · **Sostenibilidad**

El criterio de sostenibilidad se manifiesta a través del nivel de riesgo y amenaza. De las amenazas analizadas se consideró al factor pendiente del terreno como una amenaza para las actividades ya adelantadas y una restricción para las que están proyectadas. También se consideró a este factor como la expresión de la restricción que ofrece la naturaleza a las actividades humanas y contribuye por si misma, a mantener la sostenibilidad de la cuenca.

#### · **Pendiente**

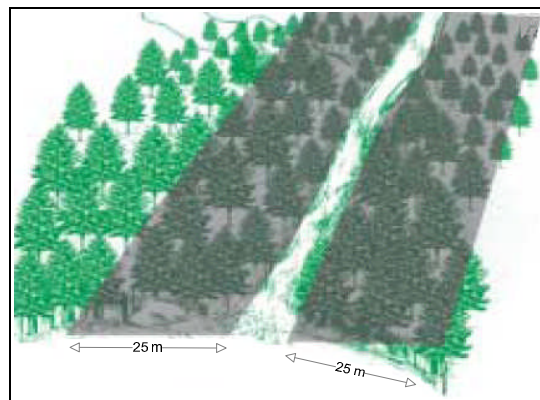
El proceso para la obtención de esta cobertura, partió del MDT, del cual a través de una reclasificación se obtuvo un mapa de pendientes de la microcuenca cuya evaluación permitió definir cuatro rangos de pendientes:

- Pendientes de 0 a 16%: áreas de terrenos planos o suavemente ondulados y permiten el desarrollo eficiente de actividades productivas.
- Pendientes de 16% a 32%: terrenos que van de ondulados a fuertemente ondulados y que ofrecen restricciones para determinados de tipos de explotación agropecuaria.
- Pendientes de 32% a 64%: terrenos de pendiente pronunciada y relieve accidentado, por lo que no pueden prestarse para ningún uso agropecuario.
- Pendientes mayores a 64%: donde los terrenos escarpados y tienen un fuerte declive, los cuales ofrecen totales restricciones para cualquier tipo de actividades.

#### · Protección de cauces

Este criterio responde a la necesidad de proteger las márgenes de los cauces permanentes según su ancho, a través de una zona de barrera vegetal en los terrenos ubicados a lo largo de los cursos de agua permanente, donde han sufrido procesos de alteración.

**Figura. 3.12. Representación de la zona de protección de cauces.**



#### · Modelo de zonificación

Debido a las características físicas y a la influencia de las actividades desarrolladas, se subdividió al área de estudio, en dos zonas: zona de producción hidrológica y zonas bajas donde se aplicó el modelo de zonificación.

La metodología para la zonificación se diseñó, asignando ponderaciones a cada uno de los rangos designados en los mapas considerados (capacidad del suelo, cobertura de uso y pendiente). Luego, se realizó una superposición de estas coberturas, ponderadas en función de los pesos asignados.

Finalmente, se realizó la calibración de los resultados del modelo y se determinaron rangos de zonificación en función de la clasificación de las zonas establecidas para el territorio, en búsqueda de la sostenibilidad y el manejo ambiental integrado.

### · Ponderaciones

Las ponderaciones fueron establecidas en una escala arbitraria de 1 a 8, desde el rango que ofrece mayor aptitud al que ofrece menor aptitud. Para los criterios de zonificación de áreas en función de la productividad y de la sostenibilidad, las ponderaciones se asignaron según la tabla 3.4.

Criterios en función de la Productividad		Cobertura de uso		Criterio en función de la Sostenibilidad	
Capacidad de uso				Pendiente	
Rangos	Índice	Rangos	Índice	Rangos	Índice
I	1	Bosques (BP y BS)	8	0 - 16%	2
II	2	Arbóreo Arbustivo	4	16 - 32%	4
III	3	Cultivos	2	32 - 64%	6
IV	6	Pastizales	1	Mayor a 64%	8
V	8	Centros Poblados	1	<b>Criterio de Riesgo y Amenaza</b>	
<b>Criterio Económico</b>		<b>Criterio Ecológico</b>			

**Tabla. 3.4. Ponderaciones asignadas según los criterios de zonificación.**

### · Ajuste del modelo

La calibración del modelo se la realizó mediante un índice de Zonificación de Aptitud de Uso y Manejo (ZAUM), que es el resultado de la adición de los índices en cada uno de los mapas temáticos. En la escala de la ZAUM se hizo adjudicación de cada rango con una clasificación de zonas, de acuerdo a una tabla de calibración. Posteriormente,



se realizó una combinación sistemática de los índices y a cada ZAUM resultante se le asignó la zona que le correspondió de acuerdo a la siguiente tabla de índices:

<b>Clase</b>	<b>Zonas</b>	<b>Índice ZAUM</b>
Zusp	Uso sostenible o producción	1 – 6
Zrp	Recuperación para usos sostenibles	7 – 10
Zp	Protección y recuperación para la preservación	11 – 14
Zc	Conservación	15 – 24

**Tabla. 3.5. Clase, zonas de manejo y rango de índices ZAUM.**

Como actividad final de la calibración, se verificó sobre el mapa resultante la correspondencia entre la zonificación establecida con las condiciones reales de desarrollo de cada una de las zonas señaladas. En las zonas de no correspondencia, se hicieron ajustes a las áreas pequeñas aisladas, áreas pequeñas en zonas no aptas y a áreas ubicadas dentro de zonas de diferente categorización.

## CAPITULO 4

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Diagnóstico de la microcuenca del río Tena

##### 4.1.1 Ubicación geográfica

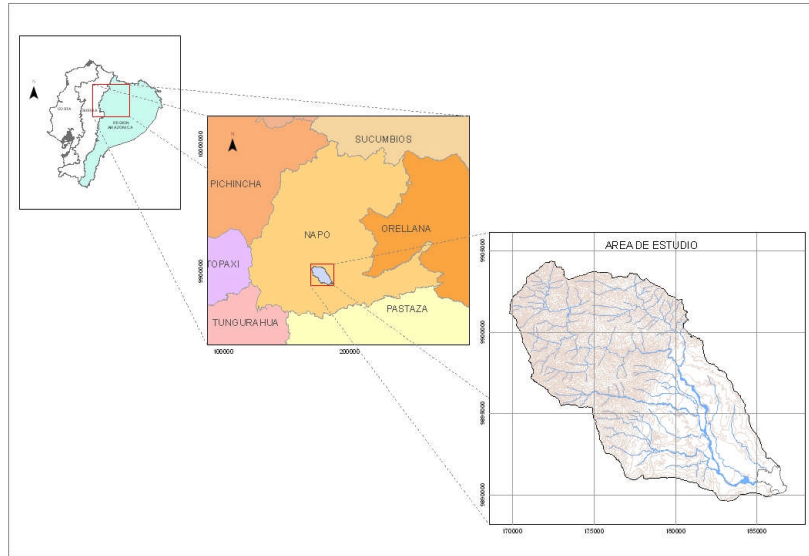
El área de estudio se encuentra localizada en la vertiente oriental de la Cordillera de los Huacamayos, la misma que forma parte de las estribaciones orientales de la Cordillera Real de los Andes dentro de los siguientes límites geográficos: al norte por la línea divisoria de aguas de la microcuenca del río Tena dentro del Bosque protector; al sur la divisoria de aguas de la microcuenca del río Lupi sobre la Cordillera *Tamburu Urcu* y el cerro *Uchupanga Urcu*, al este el limite urbano de la ciudad de Tena y al oeste la línea divisoria de aguas de la microcuenca en estudio sobre las altas cumbres de la vertiente oriental de la Cordillera de los Huacamayos, dentro de las siguientes coordenadas extremas. En la tabla 4.1 se indican sus coordenadas extremas:

<b>Puntos Extremos</b>	<b>COORDENADAS</b> (UTM Zona 18S, PSAD56)	
	<b>Norte (m)</b>	<b>Este (m)</b>
Norte	9904375	172370
Sur	9889625	183242
Este	9890137	186367
Oeste	9901226	169786

**Tabla. 4.1. Coordenadas extremas de la zona en estudio (ver anexo A, mapa base).**

En la figura 4.1 se aprecia la ubicación del área de estudio, con relación a la provincia y el país.

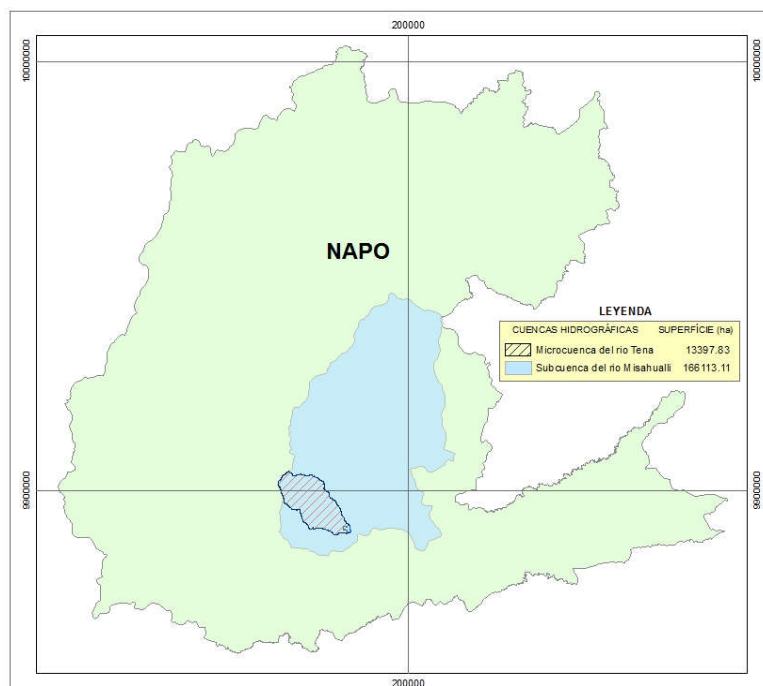
**Figura. 4.1. Ubicación geográfica del área en estudio.**



#### **4.1.2 Ubicación en el sistema hidrográfico nacional**

Respecto al sistema hidrográfico nacional, esta zona se enmarca dentro del sistema hídrico Amazónico, en la cuenca del río Napo, subcuenca del río Misahualli. En la figura 4.2 se aprecia la ubicación.

**Figura. 4.2. Ubicación del área en estudio respecto a la subcuenca del río Misahualli.**



### 4.1.3 Localización político administrativa

El área en estudio se encuentra en el centro occidente de la región Amazónica Ecuatoriana, dentro de la jurisdicción política de la provincia de Napo, cantones Tena y Archidona, parroquias Archidona, Tena y Pano. Ver tabla 4.2.

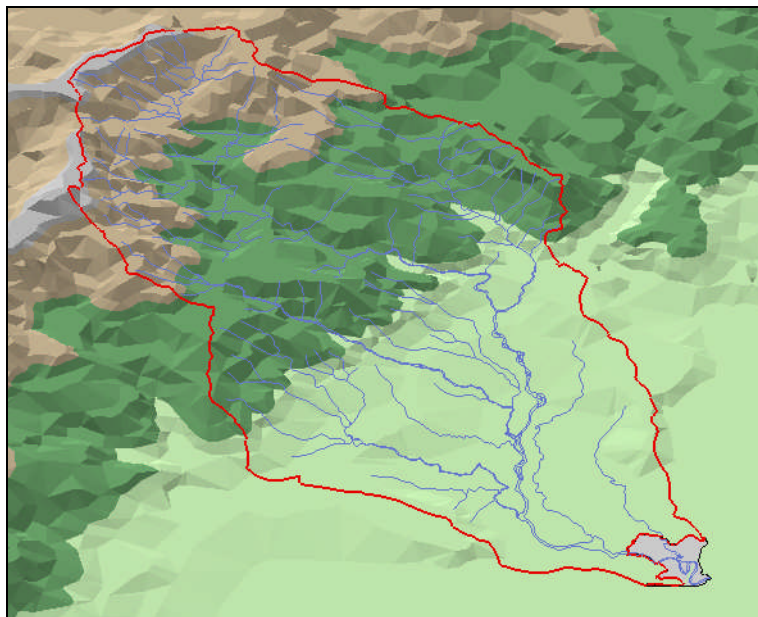
Provincia	Cantones	Parroquias	Superficie (ha)	%
Napo	Tena	Tena	13207.34	98.58
		Pano	28.80	0.21
	Archidona	Archidona	161.68	1.21
Total			13397,82	100

Tabla. 4.2. División político administrativa de la microcuenca del río Tena.

### 4.1.4 Superficie

El área en estudio abarca una superficie de 13230,56 ha. Se extiende en un rango altitudinal que va desde los 480 msnm en su punto más bajo hasta una cota máxima de 2439 msnm en la cumbre de la Cordillera de los Huacamayos. En la figura 4.3 se muestra el área de estudio sobre el modelo digital del terreno.

Figura. 4.3. Área de estudio sobrepuesta en el modelo digital del terreno.



#### 4.1.5 Caracterización física de la microcuenca

El comportamiento hidrológico de la microcuenca está determinado en relación a la precipitación que recibe, tipo de relieve, condiciones edáficas y la cubierta vegetal predominante, que influyen directamente tanto en el volumen de sus caudales como en su distribución en el tiempo.

Los parámetros físicos o morfológicos intentan reflejar las características de la cuenca en cuanto a su forma e influencia frente a las precipitaciones. Así pues, la determinación y estudio de los mismos permitirá conocer a priori el comportamiento hidrológico, siendo la base para posteriores decisiones.

##### · Parámetros de forma

Los índices empleados para representar la forma de la cuenca son: área, perímetro, factor forma e índice de compacidad o coeficiente de *Gravelius*. En la tabla 4.3 se muestran los resultados de los parámetros mencionados:

Parámetro		TENA
Área		13397.83 ha.
Perímetro		55051.09 m.
Factor forma		0.20
-	Ancho máximo	8724.99 m.
-	Ancho promedio	6524.02 m.
-	Longitud axial	20536.15 m.
-	Longitud del cauce principal	16056.63 m.
Coeficiente de compacidad		1.33
Índice de alargamiento		2.35

**Tabla. 4.3. Parámetros morfométricos de forma de la microcuenca del río Tena.**

De acuerdo a los resultados de los parámetros de forma, se destacan tres características importantes de la microcuenca:

- Sobre su magnitud, se puede afirmar que se trata de una cuenca hidrográfica mediana, mayor a 10000 ha, sin embargo se la reconoce como microcuenca.
- De acuerdo a la magnitud del factor forma, se confirma la forma algo achatada. Además, en relación a este parámetro se establece una baja probabilidad de ocurrencia de una lluvia intensa simultánea sobre toda la microcuenca.
- Según el coeficiente de compacidad la microcuenca se encuentra dentro del rango entre  $Kc_2$  a  $Kc_3$ , lo que indica que la forma de la microcuenca va desde oval redonda a oval oblonga. Respecto al índice de alargamiento, la microcuenca va de moderadamente alargada a muy alargada.

#### · **Parámetros de relieve**

Los índices considerados para representar el relieve de la microcuenca son: desnivel altitudinal, pendiente media de los cauces principales, elevación y pendiente promedio de la microcuenca, orientación, perfil altimétrico del cauce principal y curva hipsométrica. En la tabla 4.4 se muestran los resultados de los parámetros relativos al relieve:

<b>Parámetro</b>	<b>TENA</b>
Desnivel altitudinal del cauce principal	1952 m.
Desnivel altitudinal de la cuenca	1959 m.
Pendiente media del cauce principal	2.58 %
Elevación media	1097.46 m
Pendiente media	43.49%
Orientación de la cuenca	Este – Oeste

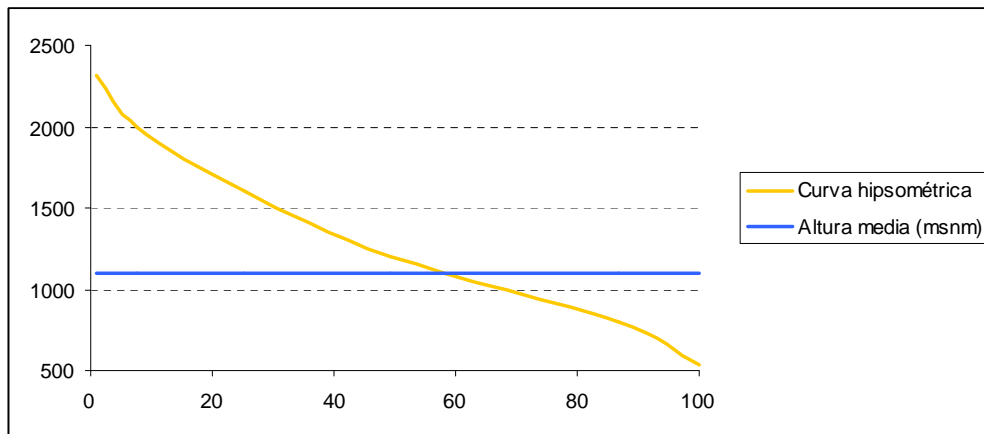
**Tabla. 4.4. Parámetros morfométricos de relieve de la microcuenca del río Tena.**

#### · **Curva hipsométrica**

La curva hipsométrica permite representar el área acumulada contra la altura sobre el nivel del mar y demostrar la distribución de la cuenca según tramos de altura. Además, según *Strahler* permite diferenciar las características del ciclo de erosión de acuerdo a su potencial evolutivo.

Como se puede observar (ver figura 4.4), las curvas muestran que la mayor parte de la microcuenca se ubica en un rango de elevación entre los 800 y 2439 msnm y el área restante se ubica entre cotas entre 480 a 800 msnm.

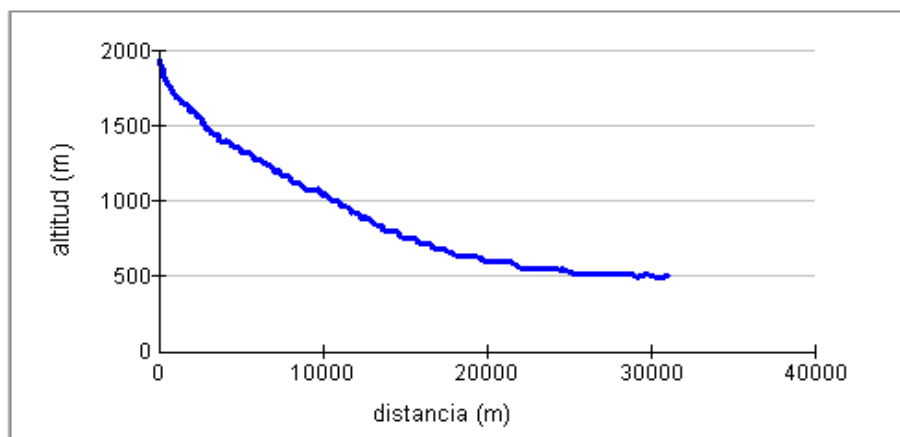
**Figura. 4.4. Curva hipsométrica de la microcuenca del río Tena.**



#### · Perfil del cauce principal

El perfil del río Tena (ver figura 4.5), permite mostrar la gradiente altitudinal de la microcuenca, situando al río como de montaña en un 40% y a la diferencia como cuenca baja.

**Figura. 4.5. Perfil altimétrico del cauce principal del río Tena.**



De acuerdo a los valores de los parámetros que representan el relieve, se pueden destacar las siguientes características:

- Existe con gran desnivel siendo este más pronunciado sobre los 700 msnm, donde el río se constituye en montañoso con numerosos tributarios.
- Sus valores de pendiente media no se ajustan a la realidad de las cuencas altas pues en esta área solo se presentan pendientes mayores a 60% en su mayoría.
- De acuerdo a la curva hipsométrica, se comprueba que la mayor parte del área de la microcuenca es montañoso sobre los 750 msnm, desplazando a las superficies onduladas a planas a una menor superficie. Se demuestra también que es una cuenca característica en equilibrio de actividad erosiva en etapa de madurez.
- Recibe la luz solar en ambas vertientes lo que genera una alta evaporación.

#### · **Parámetros relativos a la red hidrográfica**

Los índices empleados para representar la forma de la cuenca son: tiempo de concentración, densidad de drenaje, patrón de drenaje, sistemas de drenaje. En la tabla 4.5 se muestran los resultados de los parámetros relativos a la red hidrográfica.

<b>Parámetro</b>	<b>TENA</b>
Tiempo de concentración	1 hora 1 min. 33.6 seg.
Densidad de drenaje	1.9 km/km <sup>2</sup>
Patrón de drenaje	Patrón de densidad mediana, angular, subparalelo, típico de fallas
Sistemas de drenaje	Orden 1 a 4.

**Tabla. 4.5. Parámetros morfométricos relativos a la red hidrográfica de la microcuenca del río Tena.**

De acuerdo a los valores de estos parámetros, se pueden destacar cuatro características importantes de la microcuenca:

- Se evidencia, de acuerdo al tiempo de concentración la gran extensión de la microcuenca. Sin embargo, el río Tena por su pendiente presenta torrencialidad por ello su drenaje es de traslado rápido.



- Existe una moderada densidad de drenaje, lo que deriva en la eficiencia de evacuación de agua, como respuesta al alto índice de vertientes naturales.
- Según el patrón de drenaje se afirma la presencia de curvas fuertemente angulares, por presencia de fallas; El patrón subparalelo indica el carácter escarpado de la cuenca alta y la presencia de planicies inclinadas.
- La microcuenca tiene drenajes importantes debido a su extensión; no obstante en los sectores de la cordillera existe gran cantidad de pequeñas quebradas que incrementan cuantiosamente los caudales a los ríos principales.

#### 4.1.6 Áreas de conservación presentes

En la zona de estudio se encuentran tres categorías de conservación: la unidad 2 del Patrimonio Forestal del Estado de la Provincia de Napo, el Bosque Protector “Cuencas de los ríos Colonso, Tena, Shiti e Inchillaqui” y la Reserva de Biosfera Sumaco. En la tabla 4.6 se aprecian las superficies de cada área.

Áreas de conservación	Área (ha)	%
Patrimonio Forestal del Estado (Unidad 2)	304.02	2.27
Bosque Protector “Cuencas de los ríos Colonso, Tena, Shiti e Inchillaqui”	6971.83	52.04
Reserva de Biosfera Sumaco (Subzona de transición)	5736.47	44.06

**Tabla. 4.6. Áreas de conservación presentes en la zona en estudio (ver anexo A, mapa de áreas de conservación).**

#### · Patrimonio Forestal del Estado

Constituye parte de la unidad 2 del Patrimonio Forestal del Estado de la provincia de Napo, que se encuentra ubicado sobre la Cordillera de los Huacamayos, cubriendo la parte alta de la microcuenca del río Lupi, en una superficie de 304.02 ha (ver anexo B, foto 1). Esta categoría legal implica un área de bosques de propiedad del Estado, aunque sin estar

categorizada bajo el SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas). Esta declaratoria se la realizó en el año 1988 y se la publicó el 22 de junio del mismo año (RO N° 962, 1988).

#### **· Bosque Protector “Cuencas de los ríos Colonso, Tena, Shiti e Inchillaqui”**

Comprende las cuencas altas de los ríos Inchillaqui, Shiti, Tena y Colonso en orden norte – sur, en una extensión de 11.924 ha (ver anexo B, foto 2). En el área de estudio se encuentra cubriendo las cuencas altas de los ríos Colonso, Tena y Shiti, en una extensión de 6971.83 ha, materializando los objetivos de conservación de suelo y vida silvestre, conservación de cuencas y control de inundaciones, y conservación de los recursos naturales y obras de infraestructura. No obstante, esta categoría no está incluida dentro del SNAP, aunque también es una categoría de conservación. Esta declaratoria se la realizó mediante resolución N° 27 del Ex-INEFAN, publicada el 26 de junio de 1998 (RO N° 348, 1998).

#### **· Reserva de Biosfera Sumaco RBS (Subzona de transición)**

La Reserva de Biosfera Sumaco (RBS) es una categoría de conservación declarada por la UNESCO el 10 de noviembre de 2000 que abarca 5736.47 ha en el área de estudio, y cubre los cantones Tena, Archidona, Quijos y El Chaco en Napo y el cantón Loreto en Orellana.

Corresponde en lo referente al área de estudio a la subzona de transición de los márgenes de la vía Cosanga - Tena, utilizada para el uso sostenible de los recursos naturales en beneficio de sus habitantes, misma que comprende a estas como áreas sin categoría de conservación (PGS, 2002).

#### **4.1.7 Afluentes del río Tena**

La microcuenca del río Tena está conformada por 4 tributarios principales, con afluentes que descienden desde zonas casi inalteradas de la cordillera (ver anexo A, mapa base).

Microcuenca	Tributarios	Número de afluentes	
		Norte	Sur
Tena	Shiti	14	10
	Tena	15	35
	Colonso	9	6
	Lupi	8	5
Total		46	56

**Tabla. 4.7. Número de tributarios y afluentes del río Tena (ver anexo C, tributarios y afluentes del río Tena).**

Se puede apreciar que la mayoría de los afluentes del río Tena se encuentran en la parte sur, destacándose el río Colonso como el tributario más importante sobre los demás considerados en la zona como quebradas.

Los afluentes en su mayoría se presentan en las vertientes externas de la cordillera, sobre cotas mayores a 700 msnm. El agua de la zona proviene fundamentalmente de las precipitaciones sobre la Cordillera de los Huacamayos cuyo escurrimiento abastece los sistemas de drenaje de la microcuenca.

Es preciso destacar la naturaleza torrencial de las quebradas y ríos en las cuencas altas, referida especialmente al río Colonso que aumenta su caudal de manera abrupta arrastrando gran cantidad de materiales durante su recorrido. Una de estas crecidas destruyó hace dos años el embalse de captación del agua de la ciudad (ver, anexo B, foto 3). Del mismo modo, se producen taponamientos en las captaciones sobre las quebradas abastecedoras de agua a las comunidades del sector, teniendo que sus pobladores a través de mingas desalojar los materiales acarreados por las crecidas en estas captaciones.

#### **4.1.8 Componentes abióticos**

##### **· Agua para uso humano**

El agua que dispone la población de la zona es agua entubada proveniente de las captaciones y tanques de reserva, donde a excepción del agua captada desde la quebrada Pashimbi grande (ver, anexo B, fotos 4,5), no se da un tratamiento adecuado.

## Fuentes de abastecimiento

El abastecimiento de agua está constituido totalmente por fuentes superficiales, caracterizadas por la variabilidad de su caudal y calidad durante el año, debido a los periodos secos y presencia de turbiedad en exceso a causa de deslaves producidos en las cabeceras de las cuencas, como lo demuestra la gran cantidad de sedimentos que son arrastrados especialmente en invierno.

La principal captación de agua que sirve a la ciudad de Tena, Puerto Napo y las poblaciones asentadas sobre la vía Atacapi - Tena se encuentra en la microcuenca del río Colonso, de la cual se desprende casi la totalidad del consumo en el sector urbano (80%). Esta captación, ubicada 100 m aguas arriba de la antigua captación del río Colonso, tiene una capacidad para procesar 250 l/s de agua y se complementa con una represa, filtros, desarenadores y planta de tratamiento (ver anexo B, fotos 6,7).

Del mismo modo, se establece la existencia de captaciones complementarias dedicadas a la provisión de agua a los poblados a lo largo de las vías de ingreso (ver anexo A, mapa base). En su mayoría se constituyen por pequeñas captaciones con bajo caudal como la quebrada Pashimbi grande (14 l/s) (ver, anexo B, foto 4), que embalsan el agua y la conducen por gravedad a los centros urbanos. La tabla 4.8 indica las fuentes.

Captación	Poblados abastecidos
Río Colonso	Atacapi Muyuna San Vicente Chambira
Quebrada Pashimbi grande	Alto Tena San Francisco (Alto Tena)
Quebrada Lupi	El Calvario Barrio Chontayacu Tiwintza
Quebrada Shicayacu	Barrio Lupi (Muyuna)
Río Tasayacu	Tasayacu
Quebrada s/n	Tasayacu

Tabla. 4.8. Fuentes de abastecimiento de agua para las comunidades de la zona.

## · Otros usos del agua

Debido a la gran cantidad de vertientes que descienden desde la cordillera, varios pobladores aledaños al bosque primario se dedican al cultivo de peces específicamente tilapia negra (*Oreochromis aureum*) y roja, a través de piscinas construidas manualmente, unificadas a través de canales y tuberías en sistemas descendentes (ver anexo B, foto 8). En condiciones óptimas, se estima la producción de 2 cosechas por año. Se destaca en la cercanía a la zona el “Centro de Producción de Alevines Tropicales”, administrado por el H. Consejo Provincial de Napo y financiado en su oportunidad por el Instituto para el ecodesarrollo de la región Amazónica (ECORAE) (ver anexo B, foto 9).

A pequeña escala, se resalta la generación hidroeléctrica por parte de los habitantes de la comunidad de Alto Tena, a través de dinamos instalados en canales y represas construidas, por donde se encausa la quebrada Pashimbi grande.

### 4.1.9 Caudales

La medición de caudales se la realizó en los ríos Colonso, Lupi y Tena, bajo los 600 msnm. Los caudales obtenidos se muestran en la tabla 4.9.

Nº	Río	Norte (m)	Este (m)	Ancho promedio (m)	Área transversal media (m <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
1	Colonso	9894051	181535	13.95	3.86	3.66
2	Lupi	9891337	182559	13.42	4.92	3.12
3	Tena	9890818	185013	40.20	12.48	15.73

Tabla. 4.9. Determinación del caudal en volumen en los ríos Colonso, Lupi y Tena.

### 4.1.10 Geología

El área en estudio es en su mayoría de formación geológica reciente, caracterizada por la presencia de rocas intrusivas, rocas sedimentarias y depósitos sedimentarios a lo largo del río Tena. En la tabla 4.10 aparecen las superficies por tipo de formación.

<b>Clase</b>	<b>Formación</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
G	Granito de Abitagua - Huacamayos	7776,74	58.78
PcEt	Formación Tituyacu	3518,25	26.59
KPct	Formación Tena	1279,30	9.67
tm	Depósitos superficiales (terrazas)	543,47	4.11
m	Depósitos aluviales	112,79	0.85
Total		13230,56	100

**Tabla. 4.10. Clase, formaciones geológicas, superficies y porcentajes en el área de estudio, (ver anexo A, mapa geológico).**

Fuente: Hoja geológica Tena, INEMIN, 1986.

El conjunto de rocas intrusivas pertenecen al cuerpo Granito de Abitagua - Huacamayos (58.78%), que está asociado con rocas subvolcánicas de textura granítica, con minerales de cuarzo, plagioclasa y ortoclasa. Estructuralmente se encuentra fallado, diaclasado y cortado por diques y sus contactos con las rocas encajantes constituyen fallas de cabalgamiento.

La zona adyacente, proviene de los sedimentos acarreados desde la Cordillera de los Andes, que se depositaron en un ambiente continental; superponiéndose a la formación inferior (Tena) con una discordancia evidenciada por la erosión parcial del Tena superior. Está constituida por conglomerados de guijarros y areniscas conglomeráticas de cuarzo gruesas y finas.

Las superficies que rodean al río Tena, son características de la ciudad de Tena y sus alrededores, con presencia de capas arcillosas pardo-rojizas e intercalaciones de areniscas y conglomerados en la base. A lo largo del cauce del río Tena se presentan terrazas jóvenes de conglomerados variables.

#### **4.1.11 Fisiografía**

Dentro de la zona se identificó la presencia de cuatro grandes conjuntos fisiográficos con subconjuntos de características diferentes. Estos grupos constituidos se exponen en la tabla 4.11.

Clase	Conjuntos fisiográficos	Área (ha)	%
CA	Formas Coluvio-Aluviales	286.16	2.16
Formas Aluviales			
Tm	Terraza aluvial media	712.79	5.39
Ta	Terraza aluvial alta	407.55	3.08
RM	Estribaciones de la Cordillera Oriental de los Andes	7739.34	58.50
Relieves estructurales del levantamiento Napo			
Sm	Mesas, Superficie de mesa; estructura horizontal a subhorizontal	2409.05	18.21
Em	Mesas: Encañonamientos abruptos, vertientes y relieves muy disectados	1675.68	12.67
	Total	13230,56	100

**Tabla. 4.11. Conjuntos fisiográficos presentes en el área de estudio (ver anexo A, mapa fisiográfico).**

La mayor parte del área: el 58.50% del área se encuentra en las Estribaciones de la Cordillera Oriental de los Andes y el 30.88% se encuentra en el conjunto Relieves estructurales del levantamiento Napo.

#### **4.1.12 Clima**

El clima en las estribaciones de la cordillera, varía de acuerdo a la topografía, la cual ejerce un efecto orográfico que influye en las masas de aire atmosféricas; esto se refleja en los gradientes verticales observados en los parámetros meteorológicos de las estaciones localizadas a través en la cordillera.

También se destaca como uno de los factores físicos determinantes en el clima de la Amazonía la disponibilidad de energía solar incidente causante de la retroalimentación del alto contenido de humedad atmosférica, producido por el proceso de evapotranspiración, lo que influye directamente en el comportamiento de la distribución espacial y temporal de la precipitación.

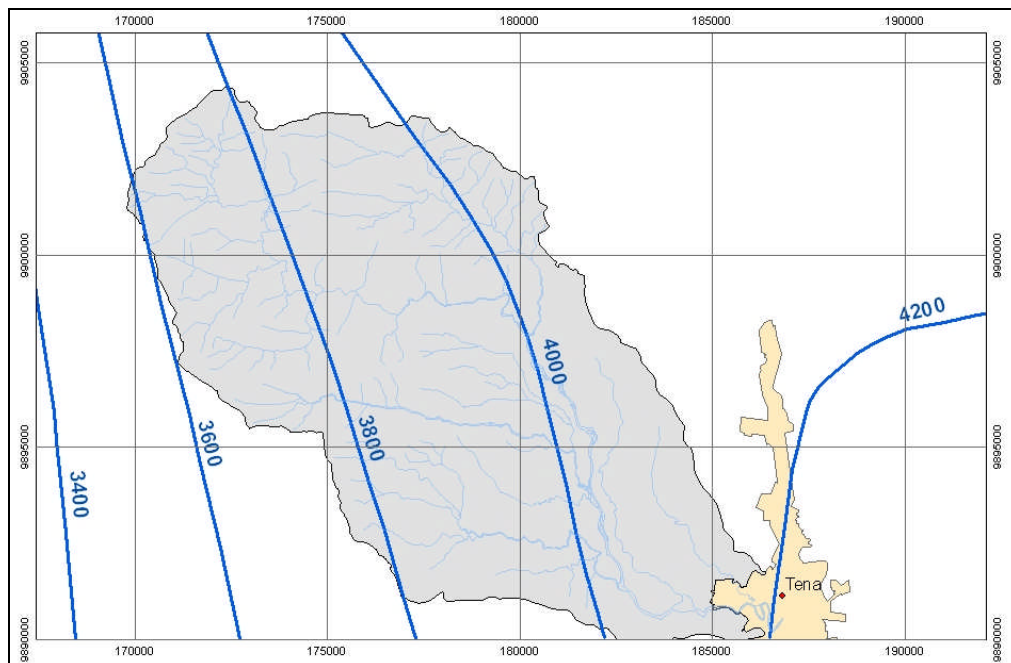
La caracterización del clima de la zona se la realizó con base en los valores observados de precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, nubosidad, viento y otros parámetros registrados en la estación Tena en un periodo de registro de 29 años.

## · Precipitación

El comportamiento de la precipitación se evaluó con base en los registros existentes de la estación Tena en un periodo de registro de 29 años (1971-1999).

La precipitación se enmarca dentro del régimen pluviométrico amazónico norte-sur que alcanza su máximo en las estribaciones de la cordillera llegando a precipitaciones medias anuales superiores a 3000 mm sobre la latitud  $1^{\circ} 40' S$ , registrándose para la zona una precipitación media anual de 3538 mm siendo atribuida a los flujos húmedos provenientes de la cuenca Amazónica baja, para luego disminuir con la altura, alcanzando valores más bajos en la cimas de la cordillera.

**Figura. 4.6. Gráfico de isoyetas.**

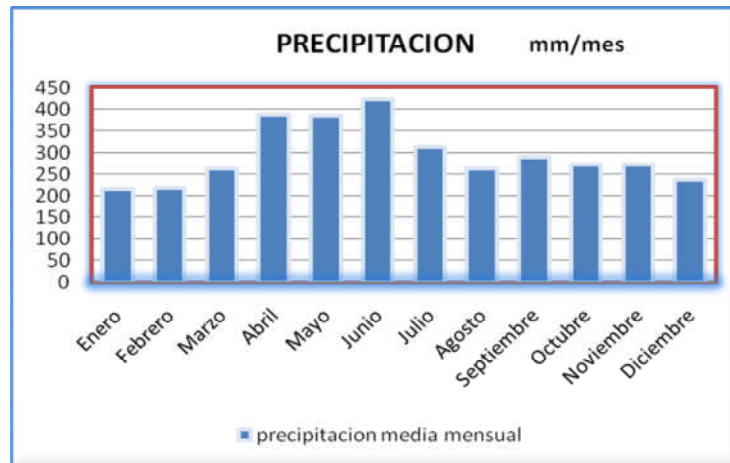


Fuente: Mapa de precipitación, HCPN, 2006.

Las precipitaciones mínimas se presentan en los meses de diciembre a febrero, mientras que las lluvias altas se producen entre los meses de abril a junio alcanzando promedios de 500 mm/mes. La precipitación media mínima mensual es de 38 mm y la máxima es 806 mm. Se señala también que la precipitación se observa en promedio 225 días al año.



Figura. 4.7. Distribución media mensual de la precipitación en la estación Tena.

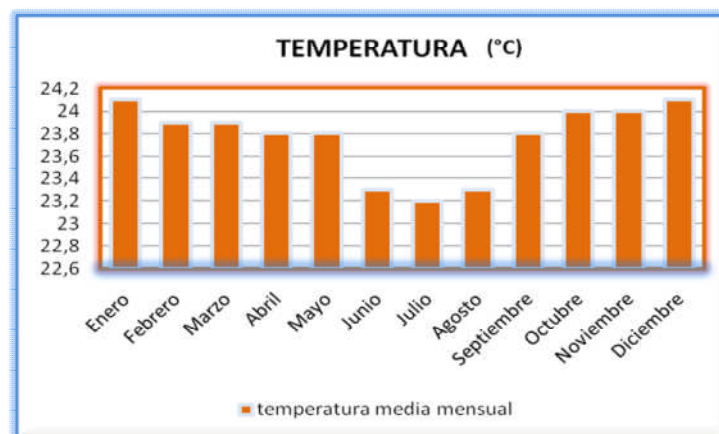


Fuente: INAMHI – DAC, 2000.

## · Temperatura

De acuerdo con la estación climática más cercana a la zona, localizada en la ciudad de Tena, en un periodo de registro de 29 años (1971-1999), se determina para la zona una temperatura media anual de 23,8 °C para la llanura Amazónica alta, disminuyendo longitudinalmente conforme al aumento de la altitud, alcanzando temperaturas medias mensuales que oscilan entre 16 a 18 °C en la parte alta de las estribaciones exteriores de la cordillera. Las temperaturas mensuales observadas se hallan entre los 21.9 °C y los 25.3 °C, presentándose las temperaturas mínimas medias mensuales entre junio y agosto.

Figura. 4.8. Distribución media mensual de la temperatura en la estación Tena.



Fuente: INAMHI – DAC, 2000.

## · **Evapotranspiración**

Respecto a los valores de evapotranspiración calculados por el método de *Thorntwaite*, se encontró una evapotranspiración potencial promedio mensual de 97.2 y promedio anual de 1167.2 mm.

## · **Humedad relativa**

La humedad relativa promedio es de 88%, lo que refleja el ambiente húmedo prevaleciente. Existe una discreta variación de la humedad relativa media mensual entre 86% para el mes de octubre y 89% en los meses de febrero y marzo, siendo durante el transcurso del año mayormente constante para valores cercanos al promedio mensual.

## · **Nubosidad**

Las persistentes precipitaciones registradas en las estribaciones de la cordillera son índices de una fuerte nubosidad, la cual medida en octavos se expresa para la zona en 5/8, existiendo una variación de este valor entre 5 y 7; sin embargo puede ser más alta sobre la cordillera, la cual constituye una ceja de montaña.

## · **Dirección y velocidad del viento**

En relación a las manifestaciones de los vientos dominantes, se observa la prevalecencia del evento calma sobre otros eventos. Respecto a su dirección, estos se conducen hacia el sur (S) y suroeste (SW), existiendo un aporte de vientos en dirección a la Cordillera Oriental de los Andes. La velocidad del viento, presenta un valor promedio de 2.4 m/s, con una frecuencia de ocurrencia media mayor al 10%.

## · **Heliofanía**

La persistente nubosidad observada en las estribaciones de la cordillera disminuye considerablemente las horas de sol, registrándose en promedio 122.8 horas-sol por mes y de 1473 horas-sol por año.

#### 4.1.13 Suelos

Según el mapa de capacidad de uso del suelo, del estudio de factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco (INEFAN, 1993), en el área de estudio se encuentra un Orden, un Suborden y tres tipos (Gran Grupo) de suelos, los mismos y su porcentaje se presentan en la tabla 4.12.

Orden	Suborden	Clase	Gran Grupo	Área (ha)	%
INCEPTISOLES	ANDEPTS	Sa	HYDRANDEPTS (Aluviales indiferenciados)	1445.16	10.92
		H	HYDRANDEPTS	4073.09	30.79
		PH	Paralithic HYDRANDEPTS	7712.31	58.29
Total				13230.56	100

**Tabla. 4.12. Tipos de suelos a nivel de Gran Grupo presentes en el área de estudio (ver anexo A, mapa de suelos).**

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco”, 1993.

Los suelos presentes pertenecen al orden INCEPTISOLES, suborden ANDEPTS y al Gran Grupo HYDRANDEPTS diferenciados en tres tipos, con predominancia en la zona del Paralithic HYDRANDEPTS (58.29), seguido del HYDRANDEPTS con el 30.79%.

#### 4.1.14 Atractivos turísticos

La región posee un enorme potencial turístico con base en los sitios naturales, arqueológicos y sus manifestaciones culturales; sin embargo hace falta desarrollar la infraestructura en servicios básicos para elevar el ingreso de visitantes y consolidar al sector como una fuente sustentable de recursos.

Entre los atractivos turísticos naturales más difundidos de la zona están las cuevas “Boca del Shacan”, “Chiuta” y “Los Tayos” (ver anexo B, fotos 10,11). Además existen otros atractivos de belleza paisajística como el mirador “La Cruz” en el Cerro Chiuta visible desde Tena como símbolo de la zona (ver anexo B, fotos 12,13), los bosques

tropicales y la diversidad de flora y fauna que permiten integrar actividades científicas y recreativas como alternativas de desarrollo turístico. En la tabla 4.13 se presenta un resumen.

<b>Atractivos turísticos</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Sector</b>	<b>Atractivo</b>	<b>Manifestación</b>
Boca del Shacan	Cerro Chiuta	cueva	espeleológica
Cueva Chiuta	Cerro Chiuta	cueva	espeleológica
Los Tayos	Manga Allpa Yacu	cueva	espeleológica
La Cruz	Cerro Chiuta	mirador	montaña
<i>Uchupanga Urcu</i>	Peña colorada	mirador	montaña
Pashimbi	Alto Tena	casca	río
Águila	Puma Rumi	petroglifo	arqueológica
Puma Rumi	Puma Rumi	petroglifo	arqueológica
Peña colorada	Peña colorada	balneario	río
Los Cedros	Peña colorada	balneario	río
Río sol	Muyuna	balneario	río

**Tabla. 4.13. Atractivos turísticos inventariados presentes en el área de estudio (ver anexo A, mapa de atractivos turísticos).**

Fuente: Gobierno Municipal de Tena y este estudio, 2007.

Algunos de estos atractivos se encuentran en procesos de deterioro, debido a la exposición y el desgaste continuo por las frecuentes crecidas. También se debe mencionar como atractivos turísticos a los balnearios naturales (pozas) a largo del río Tena, identificados desde aguas arriba (ver anexo B, foto 14).

<b>Nombre</b>	<b>Sector</b>	<b>Atractivo</b>
Atacapi	Atacapi	playa
La Piedra	Atacapi	poza
Martiriyacu	Atacapi	poza
Puma Rumi	Puma Rumi	poza

**Tabla. 4.14. Balnearios naturales identificados a lo largo del río Tena.**

También existe un importante centro de alojamiento denominado cabañas “El Establo de Tomas”, (ver anexo B, foto 15), ubicado antes de cruzar el puente sobre el río Lupi en la vía a El Calvario, el cual está calificado como de primera categoría a nivel local.

#### 4.1.15 Componentes bióticos

##### · Bosque siempreverde piemontano

El bosque siempreverde piemontano (sobre los 800 msnm), se caracteriza por tener la altura de su dosel superior los 30 m. de altura (Sierra, 1999); el árbol emergente representativo es el chuncho (*Cedrelinga cateniformis*) (ver anexo B, foto 16). El fuste de los árboles que es relativamente limpio, presentando en sus copas pocas epifitas. Los resultados dasonométricos se muestran en la tabla 4.15.

Número N°/ha	Número (especies/ha)	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. fuste (m <sup>3</sup> /ha)
503	58	23,2	15.7	29.3	354.3

**Tabla. 4.15.** Número de árboles/ha por tipo de estrato, número de especies, DAP, altura promedio, área basal, volumen promedio y volumen total/ha.

En el muestreo sobre los 800 msnm (bosque siempreverde piemontano) se encontraron un total de 58 especies/ha, con 503 árboles por hectárea a partir de 10 cm de DAP, un diámetro promedio de 23.2 cm y altura promedio de 15.7 m., el área basal por hectárea, fue de 29.39 m<sup>2</sup>/ha y 354,3 m<sup>3</sup> fue el volumen/ha de los fustes sobre 10 cm de DAP. Las especies más frecuentes fueron: canelo (*Nectandra sp.*), abio (*Pouteria sp.*), copal (*Dacryodes sp.*) y jigua (*Nectandra sp.*) las mismas que aparecen en la tabla 4.16.

Nombre vulgar	Nombre científico	N°/ha	%
Canelo	<i>Nectandra sp.</i>	65	12.92
Abio	<i>Pouteria sp.</i>	57	11.33
Copal	<i>Dacryodes sp.</i>	38	7.55

**Tabla. 4.16.** Nombre vulgar, nombre científico, número y porcentaje de individuos/ha de las tres especies forestales más abundantes sobre los 800 msnm (bosque siempreverde piemontano).

En la tabla 4.17 aparecen los valores de área basal y volumen por especies del bosque piemontano.

Nombre vulgar	Área basal por especie (m <sup>2</sup> /ha)	Nombre vulgar	Volumen por especie (m <sup>3</sup> /ha)
Chuncho	4.71	Chuncho	71.67
Abio	4.17	Abio	50.46
Canelo	1.92	Canelo	18.51
Tocota	1.50	Ceibo	18.11
Ceibo	1.40	Pecho de gallina	17.43
Copal	1.33	Tocota	16.37

**Tabla. 4.17. Nombre vulgar, área basal y volumen por especie de las seis especies forestales más importantes sobre los 800 msnm.**

Las especies más destacadas, por su volumen fueron: chuncho (71.67 m<sup>3</sup>/ha), abio (50.46 m<sup>3</sup>/ha), canelo (18.51 m<sup>3</sup>/ha), ceibo (18.11 m<sup>3</sup>/ha). Ver tabla 4.18.

#### · **Bosque siempreverde montano bajo**

Se caracteriza por la altura del dosel que puede llegar a alturas superiores a los 20 m y la presencia de gran cantidad de helechos y otras epifitas vasculares. Los resultados aparecen en la tabla 4.18.

Número N°/ha	Número (especies/ha)	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. fuste (m <sup>3</sup> /ha)
514	58	22,0	16.3	25.4	291.6

**Tabla. 4.18. Número de árboles/ha por tipo de estrato, número de especies, DAP, altura promedio, área basal, volumen promedio y volumen total/ha.**

En el muestreo en el bosque montano bajo sobre los 1000 msnm se encontraron un total de 58 especies, con una densidad de 514 árboles/ha arriba de 10 cm de DAP, un diámetro promedio de 22 cm y altura promedio de 16.3 m. Respecto al área basal por hectárea, se calculo en 25.4 m<sup>2</sup>/ha y un volumen promedio de fustes de 291.6 m<sup>3</sup> por

hectárea. Las especies presentes con mayor porcentaje fueron: abio (*Pouteria sp.*), guabilla (*Inga sp.*), zapote (*Sterculia sp.*), arrayán (*Eugenia sp.*), guión (*Sorocea muriculata*). Ver tabla 4.19.

Nombre vulgar	Nombre científico	N°/ha	%
Abio	<i>Pouteria sp.</i>	50	9.73
Guabilla	<i>Inga sp.</i>	41	7.98
Zapote	<i>Sterculia sp.</i>	34	6.61

**Tabla. 4.19.** Nombre vulgar, nombre científico, número y porcentaje de individuos/ha de las tres especies forestales más abundantes sobre los 1000 msnm (bosque piemontano).

En la tabla 4.20 aparecen los valores de área basal y volumen por especie del bosque montano bajo.

Nombre vulgar	Área basal por especie (m <sup>2</sup> /ha)	Nombre vulgar	Volumen por especie (m <sup>3</sup> /ha)
Abio	3.23	Abio	38.67
Guabilla	2.57	Guabilla	27.48
Ceibo	1.79	Ceibo	22.48
Zapote	1.59	Moral bobo	19.10
Moral bobo	1.45	Arrayán	18.59
Puscalan	1.41	Zapote	16.18

**Tabla. 4.20.** Nombre vulgar, área basal y volumen por especie de las seis especies forestales más importantes sobre los 1000 msnm.

Entre las especies destacadas a este nivel, respecto a su área basal y su volumen fueron: abio (38.67 m<sup>3</sup>/ha), guabilla (27.48 m<sup>3</sup>/ha), ceibo (22.48 m<sup>3</sup>/ha), moral bobo (19.10 m<sup>3</sup>/ha). Ver tabla 4.20.

De acuerdo a los muestreos realizados, en los dos niveles altitudinales, se establece una homogeneidad de la vegetación en cuanto al número árboles, especies, DAP y altura; sin embargo se aparece una diferencia en el área basal y los volúmenes de fuste, siendo mucho mayor para el estrato bajo. Ver tabla 4.21.

Tipo de Bosque	Nº/ha	Nº (especies/ha)	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. T (m <sup>3</sup> /ha)
Piemontano	503	58	23	15.7	29.3	354.31
Montano bajo	514	58	22	16.3	25.4	291.64

Tabla. 4.21. Número de árboles/ha por tipo de estrato, número de especies, DAP, altura promedio, área basal, volumen promedio y volumen total/ha.

#### 4.1.16 Fauna

En la tabla 4.22 aparece el listado de especies animales silvestres presentes en la parte alta de la microcuenca (bosque primario), sobre los 800 msnm.

Tipo	Nombre común	Nombre científico
Mamíferos	Guanta de monte	<i>Agouti taczanowskii</i>
	Guatusa	<i>Dasyprocta juliginosa</i>
	Danta	<i>Tapirus terrestris</i>
	Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>
	Venado	<i>Mazama americano</i>
	Ardilla negra	<i>Seirus spadiceus</i>
	Mono chichico	<i>Saguinus fuscicollis</i>
	Mono machín	<i>Cebus albifrons</i>
	Tutamono	<i>Potos flavus</i>
Aves	Gallo de la peña	<i>Rupicola peruviana</i>
	Búho (ver anexo B, foto 17)	<i>Buho virginianus</i>
	Pava de monte	<i>Aburria aburria</i>
Reptiles	Culebra equis	<i>Bothrops atrox</i>
	Chonta	<i>Clelia clelia</i>
	Falsa coral	<i>Oryrhopus petola</i>
Peces	Carachama	<i>Hypostomus micropunctatus</i>

Tabla. 4.22. Especies de fauna presentes dentro del bosque primario sobre los 800 msnm.

De acuerdo al Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2001), en cuanto a las especies en peligro de extinción presentes en el área conservada de bosque primario se encuentra como casi amenazada la guanta de monte (*Agouti taczanowskii*).



En las áreas intervenidas la abundancia de especies disminuye notablemente por la desaparición de hábitats, manteniendo un reducido grupo de especies. Ver tabla 4.23.

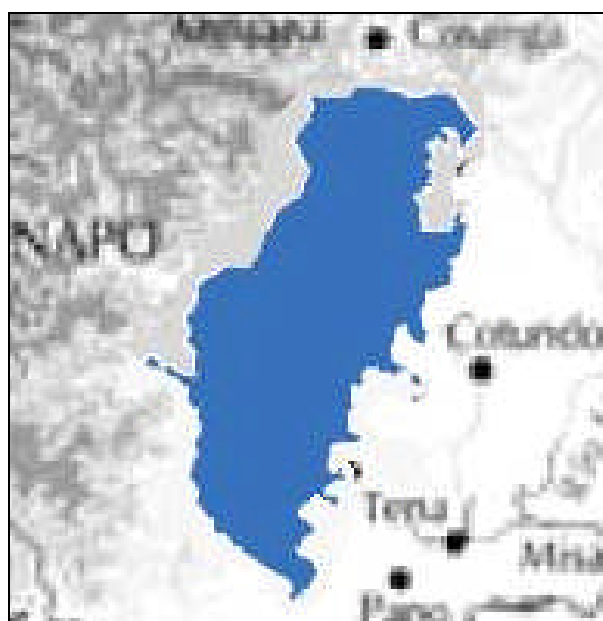
Nombre común	Nombre científico
Guatusa	<i>Dasyprocta juliginosa</i>
Ardilla negra	<i>Seirus spadiceus</i>
Murciélago frutero	<i>Sturnino erythromos</i>
Lagartija	<i>Tupinmbis sp.</i>

Tabla. 4.23. Especies de fauna existentes en la cuenca baja, bajo los 800 msnm.

### · Avifauna

El área de las cuencas altas de los ríos Tena, Colonso y Lupi está reconocida como una de las 107 Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en el Ecuador (IBAs), lo que otorga a esta zona el carácter de área de interés público para la conservación de las especies de aves.

Figura. 4.9. Ubicación de la IBAs correspondiente a la Cordillera de los Huacamayos.



Fuente: *BirdLife Internacional*<sup>5</sup>, 2005.

<sup>5</sup>*BirdLife Internacional* Es una alianza global de organizaciones de conservación que se constituye, en su conjunto, en la autoridad líder en materia de estatus de las aves, sus hábitats y los asuntos y problemas que afectan sus vidas.

En relación a su composición avifaunística, en el área se han registrado más de 320 especies. La Cordillera de los Huacamayos provee una importante extensión de hábitat para especies confinadas al interior del bosque como *Dysithamnus occidentalis*, *Grallaricula peruviana*, *Grallaria alleni* y *G. gigantea*, registradas en escasas localidades en los Andes Orientales.

#### 4.1.17 Población

De acuerdo con el VI Censo de población del 2001, la parroquia Tena registró un total de 22.965 habitantes de los cuales el 72.58 % pertenece al área urbana y el 27.42 % al área rural.

Según el Gobierno Municipal de Tena (2005), la población que habita en la zona de estudio es de aproximadamente 1876 habitantes, distribuida en los poblados rurales que se sitúan a lo largo de los ejes viales que atraviesan la zona. Su densidad poblacional es 7.05 Hab/ha la cual se distribuye de la siguiente manera. Ver tabla 4.24.

<b>Distribución total de la población</b>		
<b>Poblados</b>	<b>Habitantes</b>	<b>%</b>
Muyuna	335	17.86
El Calvario	204	10.87
Alto Tena	107	5.70
Atacapi	264	14.07
Tasayacu	315	16.79
Huayrayacu	265	14.13
Chambira	386	20.58
Total	1876	100

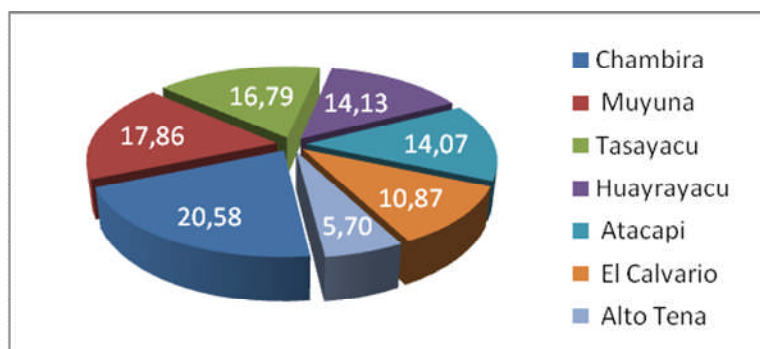
**Tabla. 4.24. Distribución total de la población existente en los poblados de la zona.**

Fuente: Gobierno Municipal de Tena, 2005, actualizado en el 2007.

Casi la totalidad de la población es indígena de la etnia *Kichwa* del Alto Napo, proveniente desde tiempos remotos desde la zona de Archidona, aunque existen pobladores colonos temporales de diferente procedencia dedicados a labores ganaderas en grandes

haciendas de Alto Tena, El Calvario y Shiti de propiedad de colonos que se posesionaron décadas atrás. De acuerdo a su distribución, la población del área de estudio se ubica mayoritariamente en las zonas de Chambira (20.58%), Muyuna (17.86%) y Tasayacu (16.579%).

**Figura. 4.10. Distribución porcentual de la población en el año 2007.**



Fuente: Gobierno Municipal de Tena, 2005, actualizado en el 2007.

#### · Distribución por familias

En relación a los grupos familiares, estos se distribuyen mayoritariamente en la parte baja, a lo largo de la red vial principal, debido a la cercanía de la cabecera parroquial. Ver tabla 4.25.

<b>Distribución total de la población por Familias</b>		
<b>Poblados</b>	<b># de Familias</b>	<b>%</b>
Muyuna	120	34.88
El Calvario	24	6.98
Alto Tena	27	7.85
Atacapi	38	11.05
Tasayacu	45	13.08
Huayrayacu	36	10.47
Chambira	54	15.70
<b>Total</b>	<b>344</b>	<b>100</b>

**Tabla. 4.25. Distribución de la población por familias.**

Fuente: Gobierno Municipal de Tena, 2005, actualizado en el 2007.

## · **Distribución por grupos de edades**

En relación a la distribución de niños y adolescentes, se establece una mayor proporción de los mismos para Muyuna, El Calvario y Tasayacu, en la etapa infantil (ver tabla 4.26), produciendo para su población un adecuado índice de recambio poblacional en el momento. Se observa también una disminución en la población adolescente en Alto Tena, debido a la migración a la ciudad de los pobladores jóvenes de la zona por motivos de trabajo.

<b>Distribución de la población por grupos de edades</b>			
<b>Poblados</b>	<b>&lt; 1 Año</b>	<b>1 – 5 Años</b>	<b>6 – 14 Años</b>
Muyuna	40	85	70
El Calvario	20	85	30
Alto Tena	8	27	7
Atacapi	75	76	40
Tasayacu	65	70	76
Huayrayacu	50	68	92
Chambira	42	72	65
Total	300	483	380

**Tabla. 4.26. Distribución de la población por grupos de edades.**

Fuente: Gobierno Municipal de Tena, 2005, actualizado en el 2007.

## · **Distribución por género**

En el análisis de la población por género, se establece un fenómeno de concentración de acuerdo a la distancia de los poblados, pues en los más apartados se observa mayor población femenina, contrariamente a la zona urbana cercana, exceptuando al poblado Muyuna por su cercanía y Atacapi de mayor población masculina.

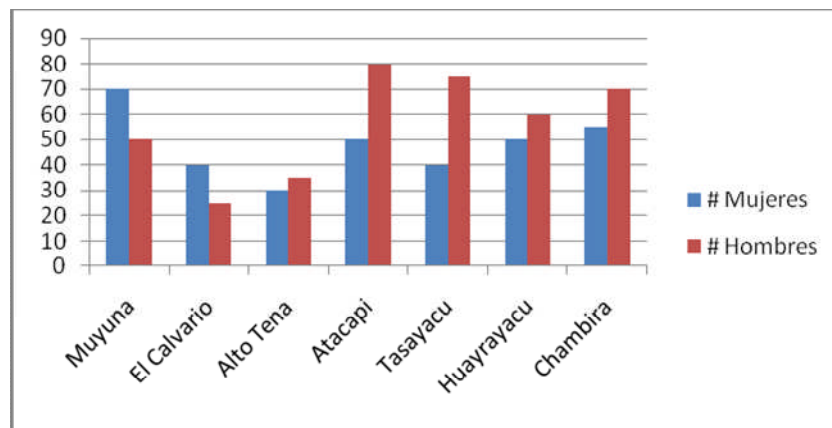
Respecto a la distribución de la población acuerdo al género, se establece una mayoría de la población femenina respecto a la masculina en Muyuna, El Calvario y Alto Tena aunque solo en concreta un desequilibrio importante en Muyuna. En porcentajes la población masculina ocupa el 54.11% del total.

<b>Distribución de la población por género &gt; 15 años</b>		
<b>Poblados</b>	<b># Mujeres</b>	<b># Hombres</b>
Muyuna	70	50
El Calvario	40	25
Alto Tena	30	35
Atacapi	50	80
Tasayacu	40	75
Huayrayacu	50	60
Chambira	55	70
Total	335	395

**Tabla. 4.27. Distribución de la población por género mayor a 15 años.**

Fuente: Gobierno Municipal de Tena, 2005, actualizado en el 2007.

**Figura. 4.11. Distribución de la población por género en el año 2007.**



Fuente: Gobierno Municipal de Tena, 2005, actualizado en el 2007.

#### 4.1.18 Salud

De acuerdo a los estudios realizados dentro del Programa PRAGUAS, en la zona de Alto Tena y San Francisco, realizado en diciembre del 2004, en la zona se revelan problemas de salud en la población asociados a afecciones respiratorias (75.86%), afecciones diarreicas (20.69%) y parasitosis (3.45 %), sin embargo no se cuenta con un centro de salud para el tratamiento de estos problemas, por ello los pobladores cuando se enferman acuden fundamentalmente al Subcentro de Salud (IESS) de Muyuna y Tena según la gravedad.

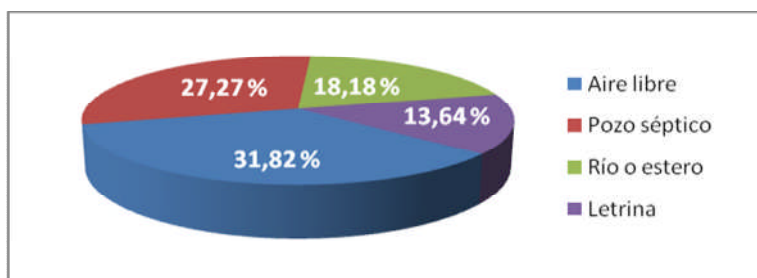
Las afecciones estomacales, se derivan de la carencia de un sistema de agua potable, la falta un sistema adecuado de evacuación de excretas, disposición de la basura a cielo abierto y la falta de costumbres de aseo respecto al tratamiento del agua y los alimentos. A ello se debe añadir las condiciones de hacinamiento y precariedad de las viviendas, que genera la presencia de parasitosis en la población infantil.

La inexistencia de farmacias obliga a sus habitantes a trasladarse a Tena para adquirir medicinas, aunque en situaciones de emergencia, se utiliza medicina natural.

#### 4.1.19 Saneamiento básico

En las zonas pobladas, los habitantes utilizan letrinas sanitarias individuales con sistema de arrastre hacia quebradas cercanas para la eliminación de excretas, sin embargo en su mayoría utiliza medios alternativos. Las aguas residuales no reciben ningún tratamiento y son descargadas directamente a las quebradas cercanas.

**Figura. 4.12. Medios de eliminación de excretas en el sector rural de la parroquia Tena para el año 2006.**



Fuente: Gobierno Municipal de Tena, 2006.

#### 4.1.20 Disposición de desechos sólidos

No existe un manejo de los desechos para la zona. En su mayoría, la población elimina los desechos arrojándolos a terrenos baldíos, en segundo orden se sirve del servicio de recolección de basura o en su defecto los quema o entierra (ver tabla 4.28). Se desprende de la población que dice que ha observado y que por lo menos en una ocasión han arrojado desechos en las fuentes de agua.

<b>Medios de eliminación de la basura</b>	<b>%</b>
Carro recolector	34,09
La queman	11,36
Entierran	15,91
Otros (Votan a terrenos baldíos, y quebradas)	38,64

**Tabla. 4.28. Medios de eliminación de la basura en el sector rural de la parroquia Tena.**

Fuente: Gobierno Municipal de Tena, 2006.

#### **4.1.21 Educación**

De acuerdo al censo poblacional del Centro Educativo Fisco-Misional Bilingüe “Cesar Augusto Rueda” de la comunidad de Alto Tena, realizado en julio del 2007, un 89.83%, de los pobladores adultos tienen estudios de primaria, un 5.08% tienen estudios de secundaria completos y un 5.08% no tiene ningún tipo de educación básica. Esto se refleja en la escasa organización en aspectos legales dentro de las comunidades. Por tratarse de una zona con predominancia indígena, la educación implementada es bilingüe.

<b>Poblados</b>	<b>Establecimiento educativo</b>	
	<b>Jardín</b>	<b>Escuela</b>
Alto Tena	x	x
San Francisco		x
Tiwintza (El Calvario)	x	x
Huayrayacu	x	x
Chambira	x	x
Total	4	5

**Tabla. 4.29. Número de establecimientos educativos bilingües del área en estudio.**

Fuente: Dirección Intercultural Bilingüe de Napo y este estudio, 2007.

Por tratarse de una zona con predominancia indígena, la educación implementada es bilingüe, (aunque existen establecimientos de educación hispana) desarrollada como una iniciativa para la conservación cultural de las comunidades *Kichwas*. Sin embargo, los principales establecimientos son de educación hispana donde el idioma *Kichwa* se mantiene como opcional.

Los establecimientos de educación hispana en la zona, se encuentran en menor proporción, destacándose el Colegio Técnico Rubén Cevallos en Tasayacu, que posee especialidades ajustadas al entorno de la zona. Ver tabla 4.30.

Poblados	Establecimiento educativo			
	Jardín	Escuela	Centro Artesanal	Colegio
El Calvario	x	x		
Barrio Chontayacu (El Calvario)		x		
Muyuna		x	x	
Tasayacu	x	x		x
Total	1	4	1	1

**Tabla. 4.30. Número de establecimientos educativos de educación hispana del área en estudio en el año 2007.**

Las comunidades se caracterizan por tener una escuela de 1 a 3 profesores, que tienen bajo su responsabilidad varias clases al mismo, y muchas veces a cargo de toda la escuela. En general las escuelas no tienen todos sus niveles, y en cada uno de ellos existen menos de 10 alumnos, por lo que, dentro de los establecimientos educativos se comparten aulas entre niveles. Por su localización, estos establecimientos, carecen de comunicación con otros centros educativos, unido a la pésima infraestructura física, produce una disminución en la calidad de la educación de los estudiantes. Se añade a esto, los problemas debido a los grados de desnutrición y enfermedades de la población infantil.

Poblados	Establecimientos Primarios		
	Niveles	Profesores	Alumnos
Alto Tena	7	3	34
San Francisco	6	1	22
Tiwintza (El Calvario)	6	1	22
Atacapi	6	3	37
Huayrayacu	6	3	36
Chambira	7	3	42
Total		14	193

**Tabla. 4.31. Número de estudiantes de los planteles educativos del área en estudio.**

Fuente: Dirección Intercultural Bilingüe de Napo, 2007.



## · Educación infantil

La educación para niños y niñas menores de cinco años de las comunidades del sector es proporcionada a través de la Unidad Municipal de Desarrollo integral infantil del Gobierno Municipal de Tena (UMDIIN), conjuntamente con el Proyecto de Desarrollo Integral Infantil (FODI), en un sistema de 15 guarderías bajo la Modalidad *Wawakamayuk Wasi* (Casa Intercultural de los niños), rescatando las costumbres y tradiciones de la cultura *Kichwa* y su idioma materno (ver anexo B, foto 18). Estas guarderías cubren la atención de 221 infantes, en promedio de 10 a 20 niños en cada comunidad bajo la responsabilidad de una promotora a cargo al mismo tiempo de la alimentación y nutrición de los niños. Este proyecto se sustenta en la participación familiar y comunitaria que entrega su contraparte en la alimentación de sus hijos con productos de la zona, la construcción de las áreas de aprendizaje, comedores, cocina, y áreas recreativas.

### 4.1.22 Infraestructura

#### · Sistema de agua

La zona rural alejada no cuenta con agua potable. La totalidad de las viviendas dispone de agua entubada. Las viviendas ubicadas lejos de los centros poblados hacen uso del agua de río.

El sistema principal de agua es la red de conducción y distribución del Proyecto de agua “El Calvario” que atraviesa la zona y distribuye el agua mediante redes dirigidas hasta los asentamientos cercanos al trayecto de conducción.

El sistema complementario consiste en un conjunto de redes dirigidas desde las captaciones (ver anexo A, mapa base) hasta los asentamientos sin que se realice tratamiento alguno, a excepción del sistema de agua de las comunidades Alto Tena y San Francisco, donde se dosifica cloro granular en el tanque de reserva. Las tuberías de conducción trasladan el agua a las comunidades cercanas donde es distribuido a través de conexiones domiciliarias desde una tubería matriz a un grifo por casa.

Se debe señalar que durante las épocas de intensa precipitación, el agua llega con turbiedad y acarrea gran cantidad de materiales en suspensión (ver anexo B, foto 19), de modo que en aquellas épocas los pobladores se abastecen con agua lluvia.

#### · **Captaciones de agua**

En los sistemas de agua comunitarios, las captaciones están construidas en quebradas, donde se represa el agua en el cauce por un muro a manera de azud (ver anexo B, foto 4), desde donde salen líneas de conducción que transportan el agua por gravedad, en algunos casos hacia un tanque de reserva a corta distancia (Pashimbi y Lupi). Se añade a ello la nueva toma del sistema del Proyecto de agua “El Calvario”, ubicada 100 m aguas arriba de la antigua captación del río Colonso con capacidad de captar 250 l/s.

#### · **Centros de salud**

Uno de los graves problemas de la población de la zona es la inexistente cobertura de salud. Los habitantes de las comunidades en el sector deben caminar largos trayectos para acceder a la atención médica del Centro de Salud del Seguro Social Campesino en Muyuna. Aquí, según la gravedad se sugiere a los pacientes para que se trasladen al Centro de Salud del IESS en Tena.

#### · **Vivienda**

Dentro de la zona los pobladores cuentan con casa propia, en cuya construcción han utilizado como material predominante la madera de la zona, con cubiertas de paja o zinc, aunque últimamente se las realiza de hormigón armado.

En una encuesta realizada en el sector de Alto Tena y San Francisco, de las 29 viviendas encuestadas, el material predominante en la construcción es la madera 28 casas (96.55%) y de construcción mixta 1 casa (3.45%). Como característica de las viviendas se destaca que en ellas se habita en un segundo nivel, dejando al primero como lugar de descanso y bodega; esto, según los pobladores de la zona, para evitar posibles entradas de agua o animales.

<b>Distribución de las viviendas</b>		
<b>Poblados</b>	<b># de Viviendas</b>	<b>%</b>
Muyuna	70	29.91
Alto Tena	15	6.41
El Calvario	24	10.26
Atacapi	18	7.69
Tasayacu	35	14.96
Huayrayacu	30	12.82
Chambira	42	17.95
Total	234	100

**Tabla. 4.32. Distribución de las viviendas por poblados.**

Fuente: Gobierno Municipal de Tena, 2005, actualizado en el 2007.

#### · **Red vial**

En la zona existe una infraestructura vial de tercer orden de carreteras sin frecuencia de mantenimiento. La principal vía de acceso es la carretera Tena - Atacapi que parte desde el extremo occidental de la ciudad, la cual esta pavimentada hasta Muyuna. Al llegar a este punto, la carretera lastrada cruza el río Tena y que se dirige hacia Alto Pano, la cual cruza los poblados de la microcuenca del río Lupi (ver anexo A, mapa base).

Partiendo desde Muyuna, continúa la carretera hasta Atacapi a orillas del río Tena. En este punto, se toma la vía que se dirige hacia la comunidad de Alto Tena y llega al proyecto de agua potable de la ciudad. Existe además, un desvío que parte desde Alto Tena y llega hasta el proyecto piscícola del H. Consejo Provincial de Napo. Se debe señalar que el mal estado de estas carreteras constituye un factor de retraso para las comunidades indígenas del sector. En la cuenca baja, existe una circunvalación de vías que recorre desde Tasayacu, Huayrayacu y San Vicente conectándose con la vía principal asfaltada.

Es importante señalar que también existe una red de caminos de herradura conducen al sector de “La Cruz” y conectan a las comunidades del río Lupi con las comunidades de San Francisco y Alto Tena y desde las vías principales hacia las captaciones de agua en las quebradas abastecedoras.

Las vías de la zona se pueden dividir en dos tipos de redes respecto al tipo de material de rodadura que presentan, estas son:

- a) Red vial principal: carretera asfaltada con una longitud de 2.3 km, y sin asfaltar 31.25 km. Para la maquinaria pesada pueda atravesar el río Tena y adentrarse a la zona, se ha habilitado un paso provisional por sobre el trayecto subfluvial de tubería de conducción a la altura del sector “La Piedra”.
- b) Red vial secundaria: caminos de herradura, con una longitud de 1,12 km.

#### **4.1.23 Actividades económicas**

Las principales actividades rentables que los pobladores de las comunidades indígenas de la zona han venido desarrollando, son actividades agrícolas de subsistencia, extracción forestal, caza y actualmente actividades piscícolas. Sin embargo, debido a que estas zonas son deprimidas económicamente, la población tiene que salir hacia la ciudad, donde se emplean generalmente en construcción y en el servicio doméstico.

##### **· Agricultura y ganadería**

Los pobladores nativos se dedican a actividades agrícolas de subsistencia en pequeñas chacras, principalmente de maíz, café, cacao, fréjol, plátano, yuca, maní y a la recolección de frutas silvestres de estación (uvilla, guaba, paso, cacao blanco, pitón, avio), sin posibilidad de comercializar sus productos debido a las pésimas carreteras y a los costos de extracción que no compensan el precio de los productos producidos.

De otro lado, los pobladores colonos se dedican a la cría de ganado vacuno porcino y aves de corral, pero especialmente a la producción de leche y queso que comercializan en Tena. La caza y la pesca son actividades complementarias a las actividades agropecuarias.

##### **· Piscicultura**

Es una actividad alternativa desarrollada en el sector, en cual describe un enorme potencial piscícola, en especial en la zonas de piedemonte por la riqueza de vertientes para

el cultivo de las variedades piscícolas, especialmente tilapia negra (*Oreochromis aureum*) y roja (híbrido entre especies del género *Oreochromis*), (ver anexo B, foto 8), cuyo peso promedio por unidad es de tres libras.

Sin embargo, por los bajos ingresos de sus pobladores esta actividad todavía no se ha podido consolidar, contrariamente a la demanda insatisfecha de la ciudad, debido a lo cual las piscícolas de mayor éxito han sido aquellas de origen privado.

#### · **Extracción de madera**

En la zona se han podido detectar actividades de extracción ilegal de madera del Bosque Protector por parte de comerciantes madereros no comunitarios que compran a los dueños de fincas colindantes con el área protegida los árboles en pie, sin que se registren controles oficiales (ver anexo B, foto 20). Esto se comprueba en el Ministerio del Ambiente, Regional Napo-Pastaza (MAE), pues desde el 2006 no se registran licencias de aprovechamiento forestal para la parroquia Tena.

Esta actividad se halla íntimamente ligada a la pobreza general de la población que muchas veces obliga a indígenas a la venta de madera efectuada a los intermediarios que llevan los tablones hacia los aserraderos.

Entre las especies más cotizadas por los vecinos del Bosque Protector se encuentran: chuncho (*Cedrelinga cateniformis*), canelo (*Ocotea* sp) y tamburo (*Vochysia ferruginea*).

#### · **Minería**

Según información de los pobladores de la zona se establece la presencia de oro en el río Verde Yacu ubicado al occidente de la microcuenca del río Colonso, por tal razón los bateadores o lavadores de oro recorren varios días para cruzar el Bosque protector y explotar los depósitos auríferos de sus márgenes. Por ello se hace imperante el control responsable de su explotación desde el punto de vista ecológico, pues a futuro puede aportar importantes recursos para mejorar la calidad de vida de la población.

#### 4.1.24 Uso actual del suelo y cobertura vegetal

El uso actual del suelo se clasificó en siete categorías que diferencian los sectores urbanos, los sectores agrícolas, pastizales, vegetación alterada y la superficie cubierta por el bosque natural. Estas categorías se expresan en la tabla 4.33.

Uso actual del suelo			
Clase	Uso predominante del suelo	Área (ha)	%
CP	Centros poblados	49.43	0.37
P	Pastos cultivados	1487.47	11.24
C	Cultivos	697.85	5.27
RA	Arbóreo arbustivo	1402.75	10.60
BS	Bosque secundario	1565.67	11.83
BP	Bosque primario	7900.81	59.72
A	Cuerpos de agua	126.57	0.96
Total		13230.56	100

Tabla. 4.33. Categorías del uso actual del suelo en el área de estudio (ver anexo A, mapa de uso actual del suelo).

El 59.72% del área de estudio se encuentra cubierta por bosque primario, el 11.83% la ocupan los bosques secundarios seguido de los pastos cultivados con el 11.24% y el arbóreo arbustivo (rastroyo alto) con el 10.60%.

##### · Centros poblados (CP)

Constituyen las áreas urbanas de los poblados de la zona con una extensión, los mismos que ocupan el 0.37% del área. También comprenden las tierras donde en la actualidad se realizan procesos de construcción sin que al momento estén poblados.

##### · Pastos cultivados (P)

Se presentan en las áreas de terrazas altas y bajas cerca de los ríos, con especies predominantes como Dallis (*Brachiaria decumbens*) y Gramalote (*Axonopus scoparius*).

En gran parte de su superficie, se considera a estos pastos como perdidos por la invasión de especies pioneras características como el pigue (*Pollaresta karstenii*). En lo referente a su superficie, se observa una importante expansión de esta clase en los alrededores de la vía desde El Calvario hacia Alto Pano en terrenos de relieve pronunciado y accidentado. Ocupa el 11.24% del total del área.

#### · **Cultivos (C)**

Esta clase se refiere a las superficies actualmente cultivadas, generalmente por cultivos anuales de maíz y yuca sin actividades previas de labranza. El sistema que se practica es itinerante, basada en el sistema de tala, quema y descomposición de la vegetación natural, estableciendo una o dos parcelas por año, dejando los árboles conocidos en pie.

Después de la disminución de la fertilidad de los cultivos, (una o dos siembras), las familias optan por el establecimiento de café, cacao y especies frutales en pequeñas chacras asociadas con árboles maderables de valor comercial como cedro (*Cedrela odorata*), laurel (*Cordia alliodora*), jacaranda (*Jacaranda copaia*) y tamburo (*Vochysia ferruginea*). Sin embargo muchos de estos terrenos se abandonan, dando paso por sucesión a la maleza y al crecimiento de especies sucesoras características del rastrojo. Ocupa el 5.27% del total del área.

#### · **Arbóreo arbustivo (RA)**

Corresponde a la vegetación sucesora a los cultivos agrícolas de ciclo corto practicados por los habitantes de la zona (rastrojo alto). Entra en esta clasificación las áreas de pasto cultivado antiguo, perdidas por vegetación herbácea de tipo enredadera y sus especies arbóreas características como la caña guadua (*Guadua angustifolia*), el pigue (*Pollaresta karstenii*) y el guarumo (*Cecropia sciadophylla*) y varias zonas de sobreexplotación forestal. Eventualmente pueden existir árboles mayores pero en pequeña escala. Ocupa el 10.60% del total del área.

### · Bosque secundario (BS)

Son bosques con especies maderables de mediano grosor que se desarrollan después que la vegetación original se ha talado y ha sido reemplazada por una vegetación herbácea, luego arbustiva y más tarde arbórea de especies pioneras.

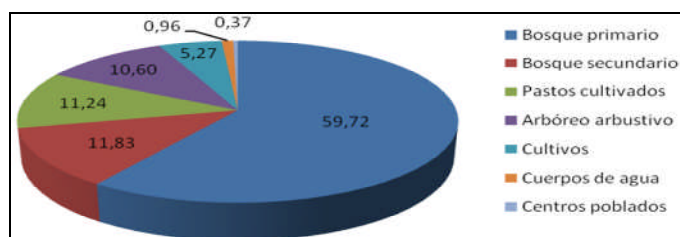
También puede aparecer por sucesión de los cultivos y pastizales abandonados, pasando por la transición de las especies del rastrojo y especies pioneras del bosque primario. A medida que pasa el tiempo y las condiciones de suelo y microclima van cambiando, las especies del bosque primario entran en la composición de la vegetación constituyéndose en un bosque transicional. Las principales especies forestales presentes son: tamburo (*Vochysia ferruginea*), jacaranda (*Jacaranda copaia*) y laurel (*Cordia alliodora*). Ocupa el 11.83% del área.

### · Bosque primario (BP)

Esta categoría corresponde a la vegetación natural remanente ubicada sobre las vertientes exteriores de la Cordillera Oriental y cubriendo al Cerro Chiuta (ver anexo B, fotos 1,2). Se caracteriza por una vegetación arbórea superior a 20 metros de altura con especímenes sobresalientes al dosel del bosque como el chuncho (*Cedrelinga cateniformis*). Entre las principales especies de mayor frecuencia por hectárea aparecen: canelo (*Nectandra sp*), abio (*Pouteria sp*) y copal (*Dacryodes sp*), con más de 38 N<sup>o</sup>/ha.

Con relación a su superficie, se aprecia una creciente disminución en sus límites con respecto a una década atrás, debido a tala ilegal y la ampliación de la frontera agrícola de las fincas aledañas. Ocupa actualmente el 59.72% del total del área.

Figura. 4.13. Superficies de acuerdo al uso actual del suelo en el área de estudio, en el año 2007.





Como se observa en la figura 4.13 el mayor porcentaje de la superficie en estudio, se encuentra cubierta por bosque natural primario y secundario, seguida por pastizales y coberturas de arbóreo arbustivo en similar proporción. Por esto se hace necesario, conservar las superficies boscosas como zonas productoras de agua y protectoras de suelos no aptos para desarrollos agropecuarios.

#### 4.1.25 Capacidad de uso del suelo

La capacidad productiva adaptada a la región Amazónica, se tomó del mapa publicado por el Estudio de Factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco” (1993), que abarca a la zona de estudio, y que toma en cuenta las limitaciones del medio y las formas existentes o posibles de adaptación de acuerdo a las condiciones de suelo, clima y topografía predominantes donde las superficies de uso pueden ser aplicadas.

La capacidad de uso clasifica a la zona en 5 clases de aptitud, adaptadas al nivel de detalle de los conocimientos existentes sobre la región Amazónica. Las cinco clases de capacidad de uso se expresan en la tabla 4.34.

<b>Capacidad de uso del suelo</b>			
<b>Clase</b>	<b>Categorías de capacidad de uso</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
I	Manejo agropecuario semi-intensivo y manejo forestal intensivo	1445.16	10.92
II	Manejo agropecuario extensivo y manejo forestal extensivo	1609.77	12.17
III	Manejo integrado agroforestal	1100.51	8.32
IV	Usos extractivos extensivos	1362.81	10.30
V	Protección y producción hidrológica	7712.31	58.29
Total		13230.56	100

**Tabla 4.34. Clase, categorías de capacidad de uso del suelo, área y porcentaje de ocupación en el área de estudio, (ver, anexo A, mapa de capacidad de uso del suelo).**

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco”, 1993.

Mediante el análisis de la capacidad de uso del terreno se determinó que la mayor parte de la superficie presenta un potencial para la protección y producción hidrológica (58.29%), le sigue el manejo agropecuario extensivo y manejo forestal extensivo con el 12.17% y el área para el manejo agropecuario semi-intensivo y manejo forestal intensivo ocupan el 10.92%.

Por la fragilidad, erodibilidad y susceptibilidad a la compactación de los suelos amazónicos, así como por su fertilidad relativamente baja, no se aconseja en ninguna categoría de uso, la labranza ni el pastoreo intensivo de ganado mayor, sino el uso de rotaciones adecuadas, sistemas silvopastoriles y agroforestales en la implantación de estas actividades, las cuales se recomienda aplicarlas en forma extensiva.

Dentro del área de estudio se establece las superficies con aptitudes agrícolas a las ubicadas a lo largo del río tena en la parte baja y en las zonas de Alto Tena, El Calvario. Las zonas de aptitud ganadera se restringen a las planicies a lo largo del río Pashimbi, Alto Tena y en menor grado a El Calvario y en la cuenca baja, señalando que se recomienda bajas cargas de animales y un manejo extensivo de los mismos.

#### 4.1.26 Conflictos por uso del suelo

Las incompatibilidades de uso se las identificó a través de la superposición del mapa de capacidad de uso del suelo y el mapa de uso actual del suelo. Este proceso permitió identificar las superficies en conflicto por el uso dado por los pobladores de área, cuantificándose en la tabla 4.35.

<b>Conflictos por uso del suelo</b>			
<b>Clase</b>	<b>Categorías</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
I	Uso compatible	12008.72	90.76
II	Uso incompatible	1221.84	9.24
Total		13230.56	100

**Tabla 4.35. Conflictos por uso del suelo en el área de estudio, superficies y porcentajes (ver, anexo A, mapa de conflictos por uso del suelo).**

El 90.76% del área tienen un uso compatible con las categorías de capacidad de uso del suelo, únicamente el 9.24% del área presentan usos incompatibles, los mismos que deberán corregirse al momento de la implementación del plan de manejo.

Las mayores superficies conflictivas por el uso de suelo se encuentran en zonas de piedemonte, en las vertientes del río Chontayacu y Lupi, bordeando el Cerro Chiuta, en las áreas ganaderas del río Shiti, en el alto Tasayacu y en menor porcentaje en la cuenca alta del río Colonso (ver anexo A, mapa de conflictos por uso del suelo) constituyéndose en el drenaje más conservado, aunque con pequeñas áreas en conflicto cercanas debido al incremento de la frontera agrícola en el piedemonte de la cordillera.

La incompatibilidad de uso de las zonas identificadas, se establece básicamente por la ubicación de zonas agrícolas y ganaderas en superficies de relieve accidentado de potencial extractivo extensivo y de protección (ver anexo B, foto 20), por la inexistente práctica de sistemas agroforestales y silvopastoriles recomendados en la aplicación de estas actividades en zonas protectivas, que permitan evitar procesos de erosión y lixiviación de suelos en suelos sin cobertura vegetal protectora.

## **4.2 Problemas**

### **4.2.1 Problemas físicos (limitantes)**

Dentro de este ámbito, los principales limitantes son: la baja fertilidad del suelo, el clima y las crecidas torrenciales.

- **Baja fertilidad del suelo:** la zona presenta suelos superficiales con bajo contenido de materia orgánica, con características de impermeabilidad e inestabilidad del sustrato y fertilidad baja por la intensa lixiviación; esto limita su aprovechamiento y los hace susceptibles a procesos erosivos. Además, la topografía fuertemente escarpada en la mayor parte del territorio, incrementa los riesgos erosivos.
- **Clima:** el sector presenta fuertes limitaciones climáticas por las fuertes precipitaciones y acentuados períodos caniculares que causan desbalances hídricos en los suelos.

- **Crecidas torrenciales:** debido a la naturaleza torrencial de los ríos de la zona que descienden desde las vertientes de la cordillera, las áreas de los cauces son frecuentemente afectadas por rápidas crecidas.

#### 4.2.2 Uso de los recursos

El problema principal que se presenta es la presencia de procesos de degradación ambiental de sus recursos naturales (suelo, agua, bosque), los cuales están relacionados con el mal uso y manejo que se hace de los mismos, esto ocasiona impactos en los ámbitos productivo, social, ambiental y económico de los habitantes de la microcuenca.

- **Conflictos de utilización del suelo:** la degradación del recurso suelo está relacionada con el inadecuado uso y manejo de las tierras de potencial protector y de producción hidrológica, debido a su utilización en labores agrícolas y ganaderas, lo cual ocasiona conflictos de uso del suelo. Estas áreas alcanzan el 11.24% de la zona.
- **Inadecuados sistemas de producción:** existe poca diversificación, falta de rotación y aplicación de técnicas adecuadas de cultivo. La poca adopción de prácticas de conservación de suelos y aguas, y la poca presencia institucional no permite atender a los productores para que reciban asistencia técnica, también constituyen factores importantes que contribuyen al decrecimiento productivo de la zona.
- **Deforestación:** la deforestación es la causa principal que está provocando la degradación del bosque primario en las cuencas altas y áreas protectoras. Los niveles de pobreza han obligado a la población a realizar actividades de tala de especies forestales como fuente de ingresos. Otra de las causas es expansión de la frontera agrícola, que ha deteriorado el recurso forestal para el establecimiento de potreros y huertas agrícolas.
- **Cacería:** durante el inventario de bosque, se pudo comprobar que varios pobladores de la zona aledaña al Bosque Protector, se internan en el, en jornadas de caza errante sin ningún tipo de control.

- **Disposición de desechos:** debido a la falta de manejo de los desechos, los pobladores arrojan sus desperdicios a terrenos baldíos y cauces de quebradas. En zonas de pastizales, las aguas son contaminadas con heces del ganado. Otra fuente de contaminación, son los residuos de jabón y detergentes, que se generan al lavar la ropa directamente en los ríos.

#### 4.2.3 Problemas socioeconómicos y culturales

En el ámbito socioeconómico y cultural, los principales problemas son la pobreza y la baja cobertura de los servicios básicos lo que, asociado a la ausencia de planes de vivienda, genera una situación precaria de las condiciones de habitabilidad y la presencia de enfermedades.

- **Pobreza:** es el principal problema que afecta a los habitantes de la zona, pues los ingresos que perciben son bajos y no les alcanza para satisfacer sus necesidades básicas. Además no existe fuentes de trabajo y no se presentan condiciones favorables para la comercialización de los productos agrícolas y piscícolas.
- **Analfabetismo:** el nivel de educación especialmente en la población adulta es bajo ya que la mayoría solo alcanza hasta el nivel primario, para luego dedicarse a las labores agropecuarias; este aspecto constituye un obstáculo para la organización comunitaria y el desarrollo de proyectos.
- **Servicio de agua:** en general, no existen sistemas de tratamiento de agua para el consumo humano (potabilización) en las captaciones. Por ello, el agua se distribuye según las condiciones que es recogida de las redes de distribución. En época de lluvias torrenciales, las captaciones colapsan debido a la acumulación de sedimentos acarreados desde la cordillera.
- **Enfermedades:** este problema se deriva del precario sistema de agua, la falta de hábitos sanitarios y las condiciones de precariedad de las viviendas de la zona. Las enfermedades más importantes son las enfermedades respiratorias y la parasitosis que afectan en mayor grado a los niños.

- **Centros de salud:** no existen centros de salud en las comunidades. Los pobladores deben recorrer grandes distancias para obtener atención médica en Muyuna o llegar a la ciudad, por tanto recurren a la medicina tradicional como alternativa.
- **Caminos de acceso:** la zona no cuenta con buenos caminos de acceso. Las vías de penetración son de tercer orden y no se realizan labores de mantenimiento.
- **Migración:** la migración se deriva de la falta de ingresos económicos, especialmente de la población joven que sale a la ciudad a emplearse en actividades domésticas y de construcción.
- **Poca organización social:** en el ámbito organizativo se ha identificado que el principal problema es la poca participación y coordinación dentro las organizaciones comunitarias, sus líderes y demás miembros. Pese a que la colaboración de las comunidades en la realización de obras, a través de la minga, es importante, es preciso un involucramiento más amplio dirigido a generar propuestas o gestionar recursos.
- **Conflictos comunitarios:** debido a las carencias organizativas, los conflictos (contradicciones, disputas) aparecen en el contexto de las comunidades, entonces varios de sus miembros se separan y forman otros asentamientos cercanos duplicando las demandas por servicios básicos.
- **Falta de educación ambiental:** en la mayoría de las comunidades, la participación de los habitantes en actividades de protección y conservación de los recursos naturales así como de beneficio comunitario no es generalizada. Generalmente estas actividades se circunscriben a limpiezas en las captaciones de agua.

### 4.3 Zonificación

La subdivisión del área de la microcuenca, se la realizó conforme el análisis de sus aptitudes, características y cualidades bióticas, abióticas y antrópicas. Debido a ello, las unidades de manejo resultantes del proceso, comparten características homogéneas de acuerdo a una ponderación de los criterios que definen su aptitud y uso actual para la

administración de sus recursos, lo que implica complementariamente a este proceso, la definición de las actividades de manejo para estas unidades. En la tabla 4.36 aparecen las zonas propuestas para la microcuenca del río Tena.

<b>Zonificación del territorio</b>			
<b>Clase</b>	<b>Zonas de manejo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Zc	Conservación	8660.07	65.46
Zp	Protección y recuperación para la preservación	1371.18	10.36
Zrp	Recuperación para usos sostenibles	1412.39	10.68
Zusp	Uso sostenible o producción	1551.71	11.73
Zpc	Protección de cauces	108.64	0.82
A	Cuerpos de agua	126.57	0.96
Total		13230.56	100

**Tabla. 4.36. Zonas de manejo para el área de estudio (ver anexo A, mapa de zonificación).**

#### **4.3.1 Zona de conservación (Zc)**

La zona de conservación prioriza la intangibilidad y perpetuación de los ecosistemas en estado natural contenidos en ella, pues son de significación para la región. También entran bajo esta categoría zonas consideradas de interés paisajístico y áreas proveedoras de bienes y servicios ambientales de los que se sirven las comunidades en la parte baja. Esta área comprende en mayoría las superficies con pendientes por encima de 64% ubicadas en la cabecera de la microcuenca en estudio.

Esta zona cubre las estribaciones de la Cordillera de los Huacamayos, extendiéndose al Cerro Chiuta (La Cruz), (ver anexo A, mapa de zonificación). Esta área de 8660.07 ha al momento se encuentran cubiertas así: bosque primario (90.61%), bosque secundario (8.36%), arbóreo arbustivo (0.59%), pastos (0.38%), cultivos (0.05%). Su importancia radica en las funciones ecológicas y servicios que genera para mantener el balance hidrológico de la unidad hidrográfica.

#### **4.3.2 Zona de protección y recuperación para la preservación (Zp)**

“Esta zona prioriza la preservación y recuperación de los ecosistemas que han sufrido cambios y que tienen el potencial de evolucionar hacia un estado similar o equivalente al original, para lograr el restablecimiento de la estructura, función y composición del ecosistema en su estado anterior, o de la capacidad del mismo para regenerarla por si solo” (IDEAM, 2006). De acuerdo a esto, estas zonas son transitorias hasta que alcancen el estado de conservación deseado, en cuyo caso se convierten en zonas de conservación.

El área cubre 1371.18 ha, las cuales comprenden áreas cubiertas de bosque primario (3.90%), bosque secundario explotado (61.35%), arbóreo arbustivo (22.72%), pastizales (8.84%) y cultivos (3.18%) sobre zonas ubicadas en las partes altas de las cordilleras bajas con pendientes entre 32 y 64% y en el piedemonte de la Cordillera de los Huacamayos, las mismas que debido a sus condiciones son aptas para protección hidrológica.

#### **4.3.3 Zona de recuperación para usos sostenibles (Zrp)**

La zona de recuperación para usos sostenibles prioriza la conversión de estas áreas hacia la producción agroforestal que permita el aprovechamiento sostenible y la generación de bienes producto de las mismas. Corresponde a esta zona las superficies que se encuentren en términos agrologicos potencialmente productivas y que no están siendo aprovechadas o son sobreutilizadas por actividades no compatibles.

Esta zona cubre 1551.71 ha y se extiende en la parte media y baja de la microcuenca, sobre terrenos plano-ondulados, cubriendo las mesetas de Shiti, Alto Tena, Manga Allpa Yacu, El Calvario, Condor Mirador, Alto Tasayacu y Pullurco, en áreas con pendientes moderadas entre 16 y 32 %. Se encuentran cubiertas con: arbóreo arbustivo (70.67%), cultivos (15.14%) y pastizales (14.18%).

#### **4.3.4 Zona de uso sostenible o producción (Zusp)**

La zona de uso sostenible o producción está orientada a la generación de bienes y servicios económicos para asegurar la calidad de vida de la población mediante el



aprovechamiento racional del suelo. Dentro de las actividades con fines de producción sostenida, se señalan principalmente: agricultura, ganadería extensiva y piscicultura.

El área propuesta para dicho manejo representa unas 1551.71 ha, las cuales comprenden las superficies planas de Alto Tena, El Calvario y a lo largo de la cuenca baja del río Tena, en áreas con pendientes menores al 16%. Estas zonas se encuentran cubiertas por cultivos (27.10%), pastos cultivados (69.92%) y por áreas urbanas (2.98%).

#### **4.3.5 Zona de protección de cauces (Zpc)**

Esta zona definida como de protección permanente, se establece “a lo largo de los ríos o de cualquier curso de agua permanente, considerando el más alto nivel de las aguas en época de creciente, en faja paralela a cada margen con ancho mínimo de 5 m para cauces desde 3 hasta 10 metros y fajas de al menos 15 m para cauces superiores a 30.1 metros” (RO N° 401, 2004).

Esta zona comprende 108.64 ha, comprende: cultivos (14.42%), pastizales (44.41%), arbóreo arbustivo (38.29%) y áreas urbanas (2.88%); donde se deberá promover la recuperación de la vegetación secundaria y la restauración en las parcelas utilizadas con fines agropecuarios.

### **4.4 Plan de manejo**

#### **4.4.1 Lineamientos generales**

El desarrollo integral de la microcuenca requiere la implementación de varios programas necesarios para mejorar las actuales condiciones biofísicas y socioeconómicas de estas áreas. La integración de estos programas en proyectos y actividades constituye la propuesta de manejo para la zona.

La actual situación ambiental identificada a través del diagnóstico, muestra que el desarrollo ambiental racional y sustentable de la zona, solo será posible si se llevan a cabo, una serie de acciones enmarcadas bajo los siguientes lineamientos:

- a) Protección y conservación de los recursos naturales; en particular, detener el proceso de deforestación en áreas frágiles del piedemonte.
- b) Propender a un reordenamiento del uso del suelo, sobre la base de la zonificación propuesta, conjuntamente con una concertación de objetivos e intereses de las comunidades e instituciones públicas directamente involucradas en la zona.
- c) Recuperación de las condiciones ambientales, a través de procesos de regeneración vegetal y reforestación. Del mismo modo se establece la adecuación de áreas identificadas como bellezas escénicas y sitios de interés turístico.
- d) Implementación de prácticas agrícolas mejoradas que permitan producir en forma sostenida. También se promoverá una ganadería extensiva, manejada con técnicas silvopastoriles y un mejoramiento de pastizales
- e) Estimular proyectos que fomenten la sustentabilidad del ecosistema y la diversificación agropecuaria y forestal, como garantía de un aprovechamiento permanente y sostenible de la tierra.
- f) Fomentar estímulos hacia las comunidades, tales como: créditos, asistencia técnica y capacitación en diferentes áreas de la gestión de los recursos naturales.

#### **4.4.2 Programas y subprogramas**

Los programas propuestos constituyen un marco de referencia para lograr un desarrollo sostenible en la microcuenca y están orientados a revertir los procesos de degradación de los recursos naturales ocasionados por desarrollo actual, que ha incrementado la vulnerabilidad ecológica y social de las comunidades que habitan esta unidad hidrográfica.

Los programas de manejo abarcan cuatro ejes estratégicos que se materializan a través de los proyectos y acciones definidos en los subprogramas para cada zona propuesta. El objetivo fundamental de estos ejes es promover procesos de cambio en torno a la

utilización del territorio, protección del medio ambiente, desarrollo de alternativas productivas sostenibles, mejoramiento de la gestión y fomento al desarrollo humano.

Los programas y subprogramas a llevarse a cabo en las diferentes zonas del área de estudio se muestran en la tabla 4.37.

<b>Programas</b>	<b>Zonas</b>	<b>Subprogramas</b>		<b>Responsable</b>
Conservación	Conservación	Investigación	Retribución para la conservación	GMT
			Control y monitoreo	MAE, GMT
			Ecoturismo	GMT, PGS
Restauración	Protección y recuperación para la preservación		Reforestación y recuperación de la cobertura vegetal	GMT, MAE, PGS, MAGAP
	Protección de cauces		Reforestación y recuperación de la cobertura vegetal	GMT, MAE, PGS, MAGAP
Mejoramiento Comunitario	Recuperación para usos sostenibles		Producción agroforestal	GMT, PGS, MAGAP
	Uso sostenible o producción		Gestión	GMT, PGS
			Desarrollo comunitario	GMT, PGS, MIES
			Producción agroforestal	GMT, PGS, MAGAP
			Producción ganadera	MAGAP
		Producción piscícola	GMT, HCPN, PGS	
Educación Ambiental	Recuperación para usos sostenibles	Capacitación ambiental	GMT, PGS, MAE	
	Uso sostenible o producción			

**Tabla. 4.37. Programas de manejo de acuerdo a las zonas propuestas.**

Es preciso señalar, que los programas propuestos y sus actividades dentro de la zona de transición de la RBS guardan relación y no se contraponen a los objetivos de manejo y uso recomendado de esta zona a nivel de reserva.

## · Programa para la conservación

### · Subprograma de retribución para la conservación

1. Desarrollar un estudio de valoración de los servicios ambientales proporcionados por el Bosque Protector y el Patrimonio Forestal, respecto a la producción hídrica y conservación del ecosistema.
2. Apoyar técnicamente al establecimiento de una retribución para los propietarios de las zonas productoras de agua. Un esquema de pago por servicios ambientales (PSA).
3. Proporcionar la asistencia técnica para las actividades de reforestación, en aquellas áreas consideradas como de protección y producción hidrológica donde han sido deforestadas.

### · Actividades

- Financiar un estudio para determinar el valor del bosque, del agua, del carbono secuestrado y de la fauna silvestre.
- Financiar el estudio de Pago por el Servicio Ambiental Agua, ya que de la cuenca del río Colonso se extraen 250 l/s, para el consumo y abastecimiento de la ciudad de Tena.
- Establecer un vivero forestal comunal, con la finalidad de producir las plántulas necesarias para la repoblación forestal de las cuencas altas.

### · Subprograma de control y monitoreo

1. Desarrollar un sistema de control y monitoreo, con la participación guardabosques comunitarios con la suficiente capacitación para las acciones de control y vigilancia.
2. Capacitar a los propietarios colindantes con el bosque y circundante a la cordillera, respecto a la vigilancia de los recursos naturales de la cordillera.
3. Desarrollar sitios estratégicos de vigilancia (miradores), sistemas de interconexión (senderos identificados) y de comunicación entre los vigilantes.

## · **Actividades**

- Contratación y capacitación de dos guardabosques en las labores de vigilancia y control de actividades no permitidas en las áreas de reserva.
- Construcción de una oficina de administración y dos casetas de vigilancia, así como sus accesos (senderos identificados) y conexiones entre las mismas
- Dotación de equipos de trabajo, comunicación y control a los guardabosques.
- Control y vigilancia de la caza, captura, destrucción o aprovechamiento de especies de flora y fauna consideradas en peligro.
- Realizar eventos de capacitación con los vecinos del bosque en temas tales como: manejo del bosque, ecoturismo, agroforestería y manejo de la basura.
- Construir dos casetas de vigilancia (miradores) y sus sistemas de interconexión y comunicación entre los vigilantes.

## · **Subprograma de investigación**

1. Investigación de la flora y fauna silvestres, con énfasis en productos artesanales y otras aplicaciones de extracción extensiva para evitar el deterioro del ecosistema bosque.
2. Investigar un método de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la zona por parte de las comunidades indígenas, principalmente en las fincas localizadas colindantes al Bosque Protector.

## · **Actividades**

- Contratar investigadores de flora y fauna silvestres para las zonas de reserva y sus interacciones con las comunidades colindantes.
- Realizar investigaciones sobre el aprovechamiento extensivo de los recursos naturales de

la zona y alternativas de mejoramiento de sistemas de producción tradicionales de acuerdo a las características topográficas y calidad de la tierra.

· **Programa de restauración**

· **Subprograma de reforestación y recuperación de la cobertura vegetal**

1. Concientizar y estimular a los propietarios de la fincas con conflictos de uso, a cambiar las prácticas desarrolladas en ellas por los programas propuestos.
2. Evitar los asentamientos humanos en forma permanente y establecer límites para la ocupación del suelo.
3. Promover la reforestación con especies de la zona y/o manejo de la regeneración natural.
4. Recuperación de fajas de protección vegetal sobre de los márgenes de las redes hidrográficas a partir de la línea de ribera en la zona de protección de cauces.

· **Actividades**

- Determinar el tipo de restauración y repoblación vegetal propuesta para estas zonas. De acuerdo a esto, seleccionar las especies e identificar sitios donde existan individuos reproductores.
- Implementar viveros comunales cercanos a los sitios destinados a la reforestación, a través de asesoría técnica, conjuntamente con la participación comunitaria.
- Realizar el establecimiento de especies arbóreas y/o manejo de la regeneración natural.

· **Programas de mejoramiento comunitario**

· **Subprograma de gestión**

1. Fortalecer y mejorar los modelos de gestión local a través de una red de información que permita a las comunidades actuar directamente sobre el manejo sostenible de sus recursos naturales.

2. Promover la identificación y formación de líderes locales para lograr los cambios necesarios en el manejo de la zona.
3. Empoderar a los habitantes sobre procesos de conservación y uso sostenible, a través del conocimiento generado por los diferentes estudios técnicos realizados en la zona.
4. Fomentar la organización interna de las comunidades y la participación activa de todos sus miembros.

#### · **Actividades**

- Identificar líderes comunales y fortalecer la capacidad de gestión entre ellos y las comunidades de la zona.
- Capacitar a los líderes comunales en aspectos de manejo de conflictos y grupos comunitarios; esto facilitará su gestión ante los organismos locales para satisfacer demandas sociales de sus comunidades.

#### · **Subprograma de desarrollo comunitario**

1. Apoyar la generación de capacidades en los pobladores para la gestión agroempresarial a nivel colectivo.
2. Promover en las comunidades y las familias la participación comunitaria en el mejoramiento de las condiciones de salubridad de la población.
3. Mejorar la estructura socioeconómica de la zona mediante el mejoramiento de la infraestructura, servicios básicos y carreteras.
4. Apoyar a las comunidades en la recuperación y el mantenimiento de sus prácticas culturales tradicionales para conservar su identidad

#### · **Actividades**

- Desarrollo de capacidades comunitarias de organización, cooperación y comercialización para el desarrollo de iniciativas productivas promisorias.

- Capacitación en las comunidades, sobre alimentación, salubridad, manejo de desechos y protección de fuentes de agua.
- Asesoramiento y fortalecimiento de las Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP), en aspectos de saneamiento ambiental, manejo sostenible del agua.
- Mantenimiento de contactos con instituciones locales para el desarrollo de infraestructura social y productiva.
- Fomentar la unión de los comuneros en asociaciones u otra forma de asociación como alternativa para obtener créditos.

#### · **Subprograma de producción agroforestal**

1. Promover la producción de alimentos y de cultivos rentables que permitan asegurar los bienes de consumo básico, generar empleo y mejorar la economía de los pobladores.
2. Aprovechar de las tierras subutilizadas (zona de recuperación para usos sostenibles) con el establecimiento de prácticas agroforestales: cacao con árboles de valor comercial para lograr aumentar la producción agrícola.
3. Proporcionar asistencia técnica que permita reactivar la agricultura en zonas subutilizadas e incrementar la producción de mediante prácticas agroforestales.
4. Concientizar a los agricultores sobre los beneficios del manejo agroforestal en sus fincas, y proporcionar asesoría durante la implantación de estos modelos.
5. Establecer un proceso de capacitación participativo y permanente en el desarrollo de nuevas alternativas productivas agroforestales y optimización de las establecidas.

#### · **Actividades**

- Identificación y entrenamiento de extensionistas y fincas piloto en la introducción de prácticas agroforestales cercanas en las comunidades.



- Introducción de especies agrícolas con ventajas productivas comparativas (cacao injerto), de tal manera que se supere limitaciones existentes y mejore la alimentación de los pobladores.

#### · **Subprograma de producción ganadera**

1. Desarrollar con los productores ganaderos, sistemas silvopastoriles con pastizales y especies forrajeras (leguminosas) y árboles maderables para mejorar y complementar la alimentación a la sombra del ganado.
2. Capacitar a los productores ganaderos en el manejo de la leche y elaboración de subproductos lácteos.
3. Fomentar técnicas alternativas de pastoreo (rotativo y sogueo) con cargas adecuadas de ganado por unidad de área.

#### · **Actividades**

- Establecimiento de prácticas silvopastoriles, técnicas de pastoreo y manejo de pastizales en las zonas aptas establecidas.
- Mantenimiento de la cobertura del suelo con pastos mejorados (60%), asociado con cobertura forestal y/o de frutales adecuados a la zona (40%).
- Plantación de cercas vivas, para dividir con el fin de reducir los efectos del sobrepastoreo, permitir la regeneración de especies arbóreas y reducir compactación del suelo.

#### · **Subprograma de producción piscícola**

1. Coordinar con el Centro de Producción de Alevines Tropicales, para el asesoramiento a los propietarios colindantes de la zona de conservación en la producción piscícola.

2. Fortalecer las actividades piscícolas existentes y promover el establecimiento de nuevas piscícolas en zonas potenciales.
3. Fomentar la venta subsidiada de peces (tilapia negra) por parte del Centro de Producción de Alevines Tropicales.

### **Actividades**

- Mejorar condiciones de producción de las piscinas y sus canales de conducción y descarte de agua.
- Brindar asesoría técnica en todas las fases del cultivo piscícola por parte de los técnicos del HCPN, para asegurar el número de cosechas por año (2 y en óptimas condiciones tres) y el peso por unidad (3 libras).
- Establecer piscinas de pesca deportiva y preparación de tilapia en el sitio para turistas, para obtener ingresos alternativos.

### **Subprograma de ecoturismo**

1. Preservar los sitios de interés turístico y recreativo (ríos Colonso, Tena y las áreas de Bosque Protector y bosque no intervenido donde se encuentran los árboles gigantes de chuncho (*Cedrelinga cateniformis*), conjuntamente con el desarrollo de infraestructura para la administración y la atención a los visitantes.
2. Planificar el desarrollo del ecoturismo hacia los sitios identificados, como una alternativa productiva sostenible y complementaria dirigida hacia las comunidades.
3. Incentivar el desarrollo de nuevos proyectos ecoturísticos y artesanales que aprovechen la riqueza del bosque primario como medio de crecimiento económico.

### **Actividades**

- Elaborar marcas identificadoras del Bosque Protector y de las comunidades como proveedoras de servicios turísticos.

- Establecimiento y mantenimiento de una rotulación turística vial en la zona, sus accesos y en cada sitio turístico identificado, complementado con la elaboración del material divulgativo de la zona.
- Construir los accesos y sus interconexiones (senderos interpretativos) hacia los atractivos turísticos, en el Bosque Protector y entre puestos de vigilancia (miradores).
- Capacitar al recurso humano (guías) en el desarrollo de producto turístico promovido por la zona.
- Realizar mantenimientos periódicos sobre la infraestructura y los sitios turísticos, a fin de establecer su correcto funcionamiento.

· **Programa de educación ambiental**

· **Subprograma de capacitación ambiental**

1. Desarrollar un proceso de educación ambiental continuo formal e informal, que permita establecer en las comunidades un pleno conocimiento del deterioro ambiental y la forma de como minimizar los impactos existentes y futuros.
2. Capacitar a los maestros y promotores comunitarios sobre aspectos de importancia de la conservación, de modo que se implemente la educación ambiental desde la etapa infantil.

**Actividades**

- Elaborar un sistema de educación formal específico para la zona dentro de los establecimientos educativos.
- Conformar grupos de niños y jóvenes ambientalistas que fomenten animaciones dirigidas hacia aspectos ambientales.
- Capacitar a la población con educación formal dirigida por intereses de grupos, en aspectos relacionados con la problemática ambiental de la zona.

- Elaboración de materiales didácticos a utilizar sobre la conservación, protección, mejoramiento y aprovechamiento racional de los recursos naturales y distribuirlos en las comunidades.

## CAPITULO 5

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Las cuencas altas, no se benefician de ninguna forma por el Servicio Ambiental Agua prestado a la ciudad; tampoco se desarrollan actividades de control de las áreas de bosques naturales, por lo que se sigue realizando extracción selectiva de especies forestales del bosque primario.
- Existen áreas dentro del Bosque Protector de reciente intervención que se han convertido en superficies agrícolas y ganaderas sobre la zona de producción hidrológica sin autorización, lo que ha reducido la extensión del bosque primario.
- Las comunidades del sector desde hace varios años están sufriendo procesos de migración de sus pobladores jóvenes hacia la ciudad por falta de trabajo, esto ha hecho que antiguas zonas de cultivo y ganadería se estén convirtiendo en rastrojos.
- Las causas de la pobreza en la zona son la falta de educación en sus habitantes, atención de los organismos públicos, salubridad, así como la falta de métodos de producción adecuados que les permitan superar la agricultura migratoria de subsistencia.
- Existen superficies definidas como de protección, que están siendo utilizadas para actividades incompatibles a su capacidad de uso bordeando a áreas productoras de agua, pues no se realizan mediante los sistemas recomendados. Esto está acelerando los procesos de erosión y lixiviación en estas áreas.
- Debido a la falta de recursos económicos y conciencia ambiental, se realiza continuamente tala ilegal en sitios considerados como reserva, con el aval de

propietarios colindantes del Bosque Protector que lo consideran como parte de sus propiedades. Esto conlleva un riesgo de degradación al suelo y la vegetación y por consiguiente alterando la rica biodiversidad florística y faunística de la zona.

- La actividad alternativa de desarrollo que tiene gran perspectiva es la ecoturística, pues en la zona comprenden singulares bellezas escénicas que aun mantienen su atractivo original.
- En el bosque no intervenido la diversidad de flora y fauna es elevada. El número de especies por hectárea es considerablemente alto, y sus valores de diámetro y altura son mayores a las de las zonas bajas. En cuanto a fauna, la zona se destaca por ser prodiga en mamíferos y aves.
- Se encontró correspondencia entre la zonificación propuesta y la realidad de la zona, por lo que es coherente con las prácticas que se espera desarrollar en el plan de manejo.
- Los polígonos de uso actual del suelo fueron delimitados utilizando una imagen de satélite (*Landsat 7*) del año 2002, por lo que se pueden obviar cambios recientes de uso del suelo, aunque estos no sean de extensiones considerables.

## **5.2 Recomendaciones**

- Realizar un estudio de la cuenca alta para determinar un pago por el Servicio Ambiental Agua (PSA), con la finalidad de poder sostenidamente realizar las actividades de manejo de la microcuenca y beneficiar de alguna manera a los dueños de las áreas productoras de agua.
- Realizar una delimitación del Bosque Protector, y lograr entendimientos con los posesionarios quienes han intervenido recientemente en el, para reconvertir áreas de reciente expansión mediante repoblación vegetal.
- Realizar labores de conservación y vigilancia de áreas de reserva, en las zonas colindantes para evitar el aprovechamiento ilegal del bosque.

- Gestionar la presencia de proyectos de iniciativa productiva en la zona por parte de las comunidades con el apoyo de los organismos seccionales involucrados en el sector.
- Realizar campañas de atención comunitaria en salud, alfabetización, salubridad y organización comunitaria para mejorar las condiciones sociales en esta área.
- Complementar las obras de saneamiento en lo referente a sistemas de tratamiento de potabilización de agua, redes, disposición de desechos y mejorar la infraestructura de servicios y comunicación.
- Incentivar procesos de cambio de uso del suelo en zonas no compatibles, a través de la implantación de proyectos de reforestación, producción agroforestal y silvopastoril.
- Promover acciones de concientización ambiental en las comunidades como acción estratégica para la conservación.
- Desarrollar proyectos de desarrollo ecoturístico a los atractivos identificados en la zona por parte de las comunidades e instituciones responsables.
- Con base en este estudio, el Ministerio del Ambiente puede declarar de oficio como área de Bosque Protector la cuenca alta del río Lupi, sobre la cota de los 850 msnm.
- Que el Gobierno Municipal de Tena, usuario del recurso agua, llegue a un entendimiento con el Ministerio del Ambiente, propietario del Bosque Protector y Patrimonio Forestal con la finalidad de llevar adelante una parte de esta propuesta de manejo, en lo relacionado a las cuencas altas.
- Aunque en términos generales se encontró correspondencia en la zonificación propuesta, será importante tomar en cuenta trabajar con índices normalizados para evitar criterios subjetivos.
- Realizar un estudio de la cuenca utilizando una imagen satelital actual o reciente, si es posible de mayor resolución espacial para mejorar la aproximación al uso actual del suelo.

## **ANEXOS**

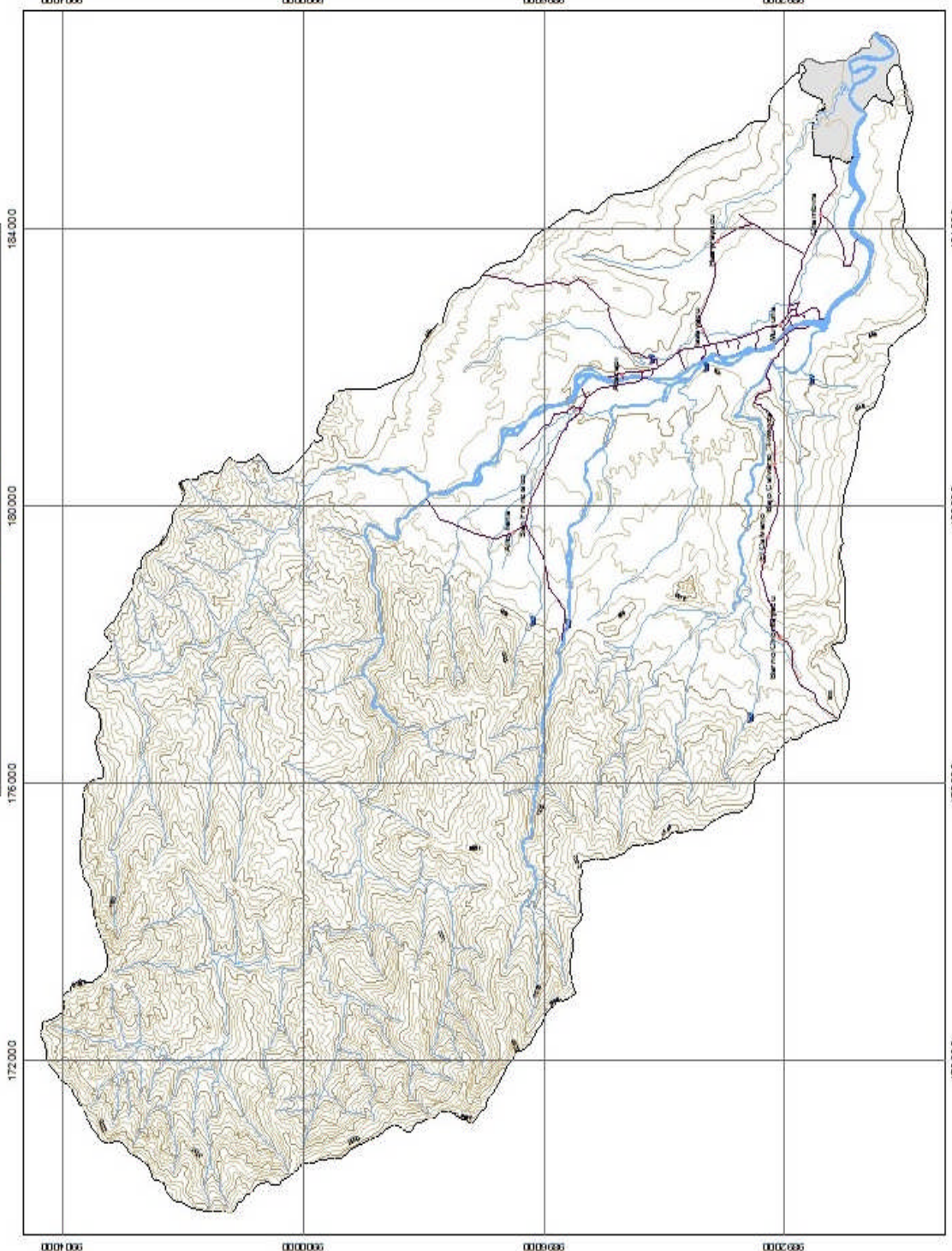


## **ANEXO A**

### **MAPAS**

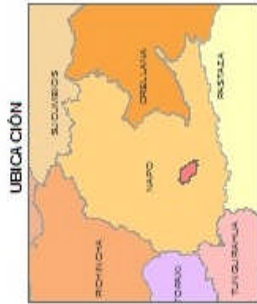
1. Mapa base
2. Mapa de áreas de conservación
3. Modelo digital del terreno
4. Mapa geológico
5. Mapa fisiográfico
6. Mapa de suelos
7. Mapa de atractivos turísticos
8. Mapa de uso actual del suelo
9. Mapa de capacidad de uso del suelo
10. Mapa de conflictos por uso del suelo
11. Mapa de zonificación

# 1. MAPA BASE



172000 176000 180000 184000

000000 000000 000000 000200



UBICACIÓN

**LEYENDA**

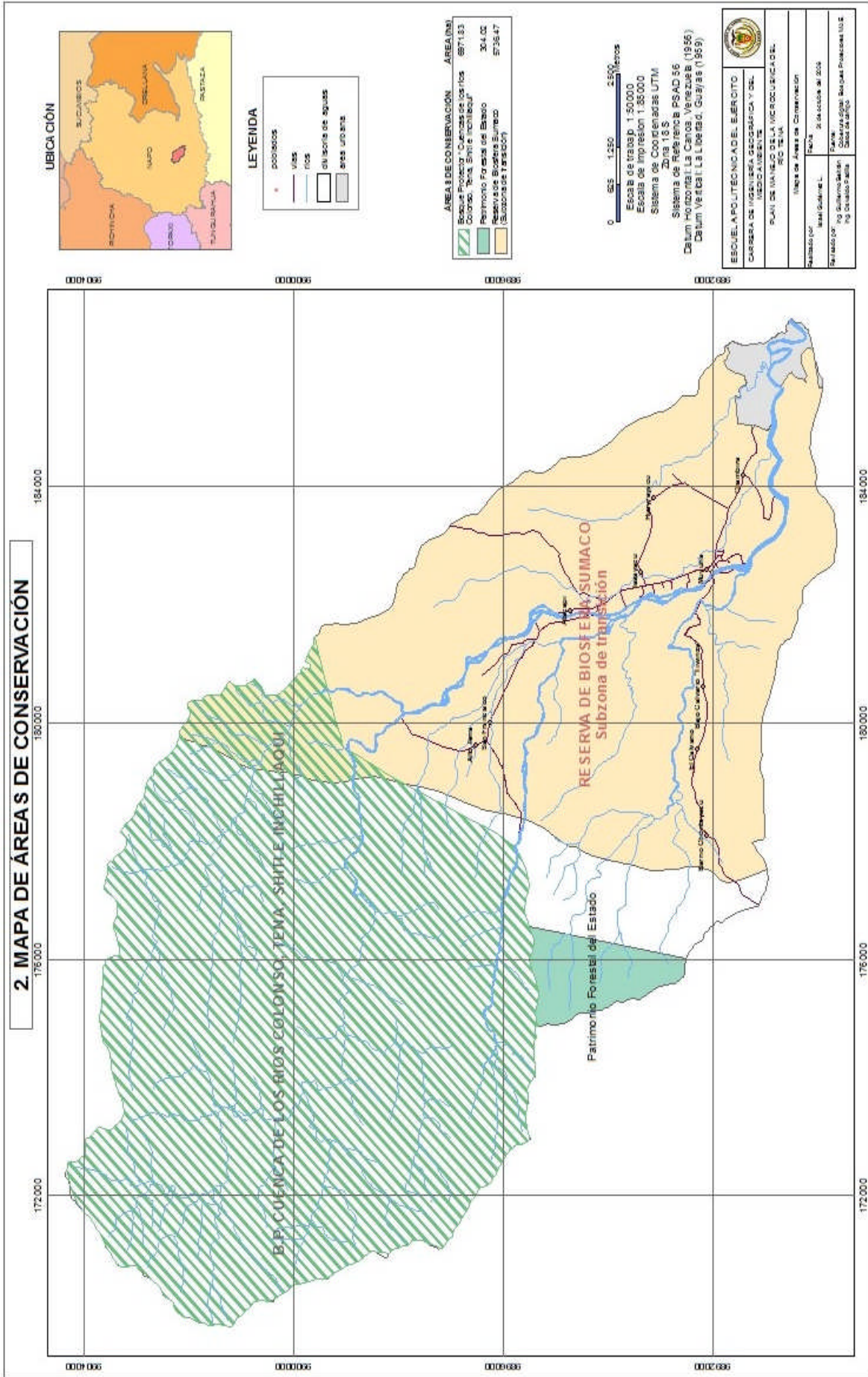
	POBLACIONES
	ADROCCACIONES
	CURVAS DE NIVEL
	RIOS
	CAÑONES DE AGUAS
	AREA URBANA

0 500 1.000 1.500 2.000 Metros

Escala de trabajo 1:50.000  
 Escala de impresión 1:85.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 Zona 18 S  
 Sistema de Referencia PSAD 56  
 Datum Horizontal La Canoa, Venezuela (1956)  
 Datum Vertical La Libertad, Guaymas (1959)

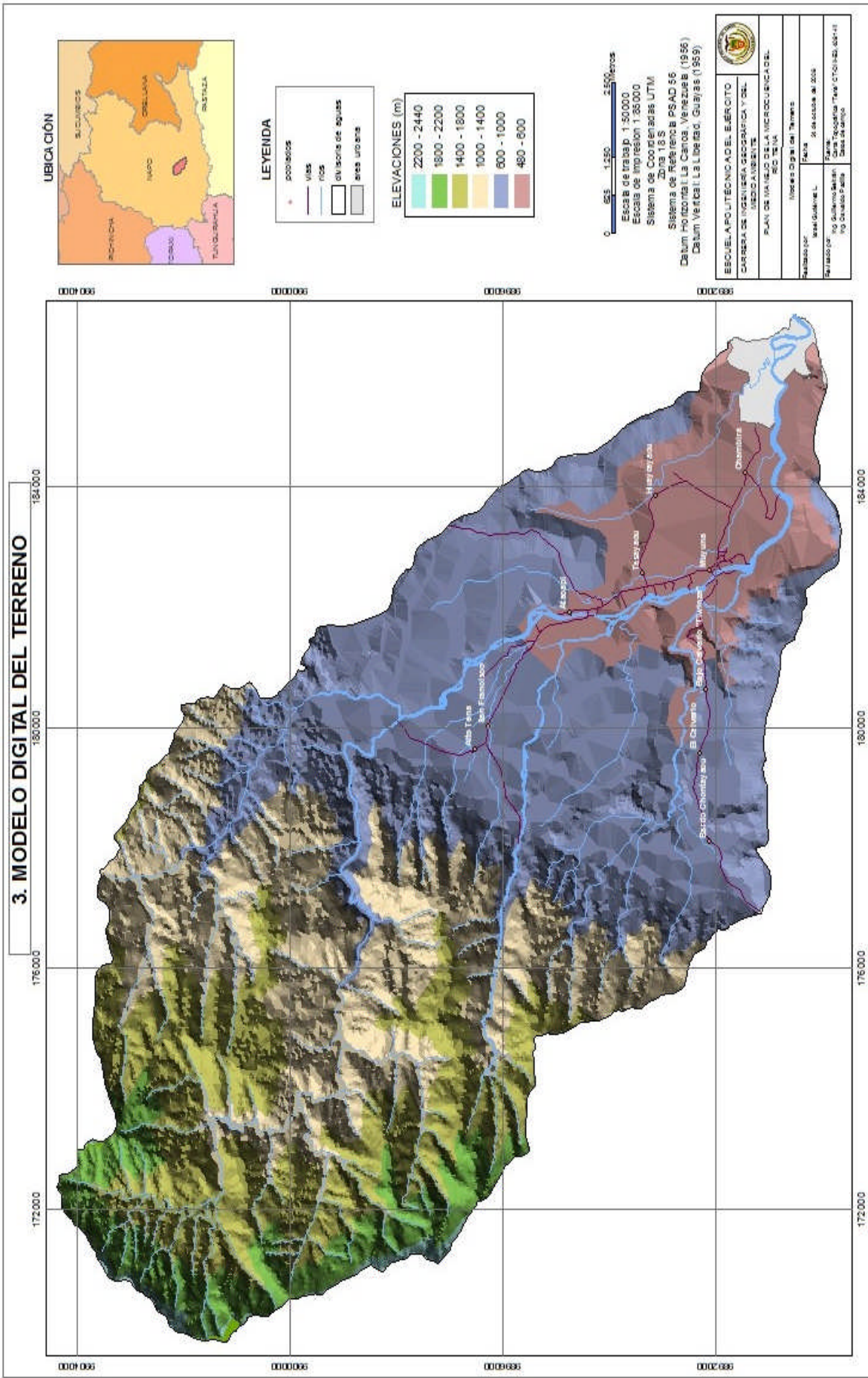
<b>ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO</b>	
<b>CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE</b>	
<b>PLAN DE UNIDAD DE LA MERCEDURICA DEL SOTIA</b>	
Mapa Base	
Elaborado por:	Isabel Guzmán L.
Fecha:	26 de octubre del 2024
Revisado por:	Dr. Carlos Guzmán
Proyecto:	INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

## 2. MAPA DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN



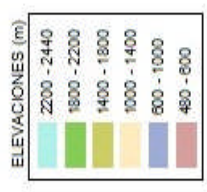


### 3. MODELO DIGITAL DEL TERRENO



**LEYENDA**

- puntos
- líneas
- áreas
- división de aguas
- áreas urbanas

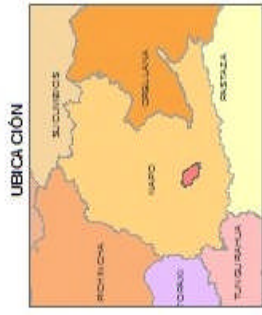
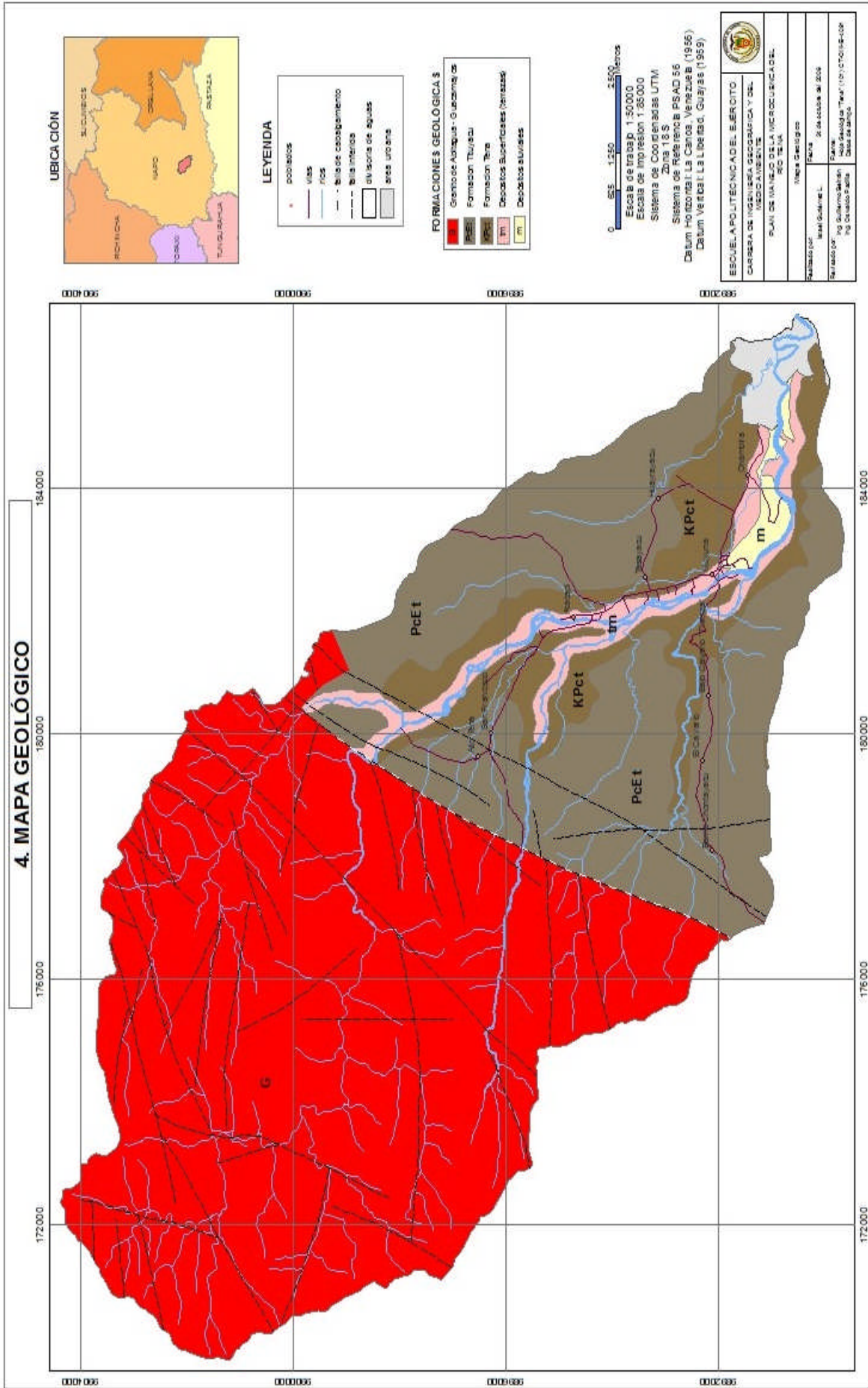


0 625 1.250 2.500 Metros

Escala de trabajo 1:50.000  
 Escala de impresión 1:35.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 Zona 18 S  
 Sistema de Referencia PSAD 56  
 Datum Horizontal La Cantua, Venezuela (1956)  
 Datum Vertical La Libertad, Guaymas (1959)

<b>ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO</b>	
<b>CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE</b>	
<b>PLAN DE MAESTRO DE LA MICROCURRICULAR</b>	
<b>RED TEMA</b>	
<b>Modelo Digital del Terreno</b>	
<b>Asignatura:</b>	<b>Temas:</b>
Temas Geomáticos	24 de octubre al 2025
<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>
Ing. Carlos Rodríguez	2025
<b>Revisado por:</b>	<b>Carácter:</b>
Ing. Carlos Rodríguez	Plan de Maestría
<b>Fecha:</b>	<b>Proyecto:</b>
2025	Modelo Digital del Terreno

# 4. MAPA GEOLÓGICO



ESUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
 CÁRTERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE  
 PLAN DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOGRÁFICA  
 MÓDULO GEOLOGÍA

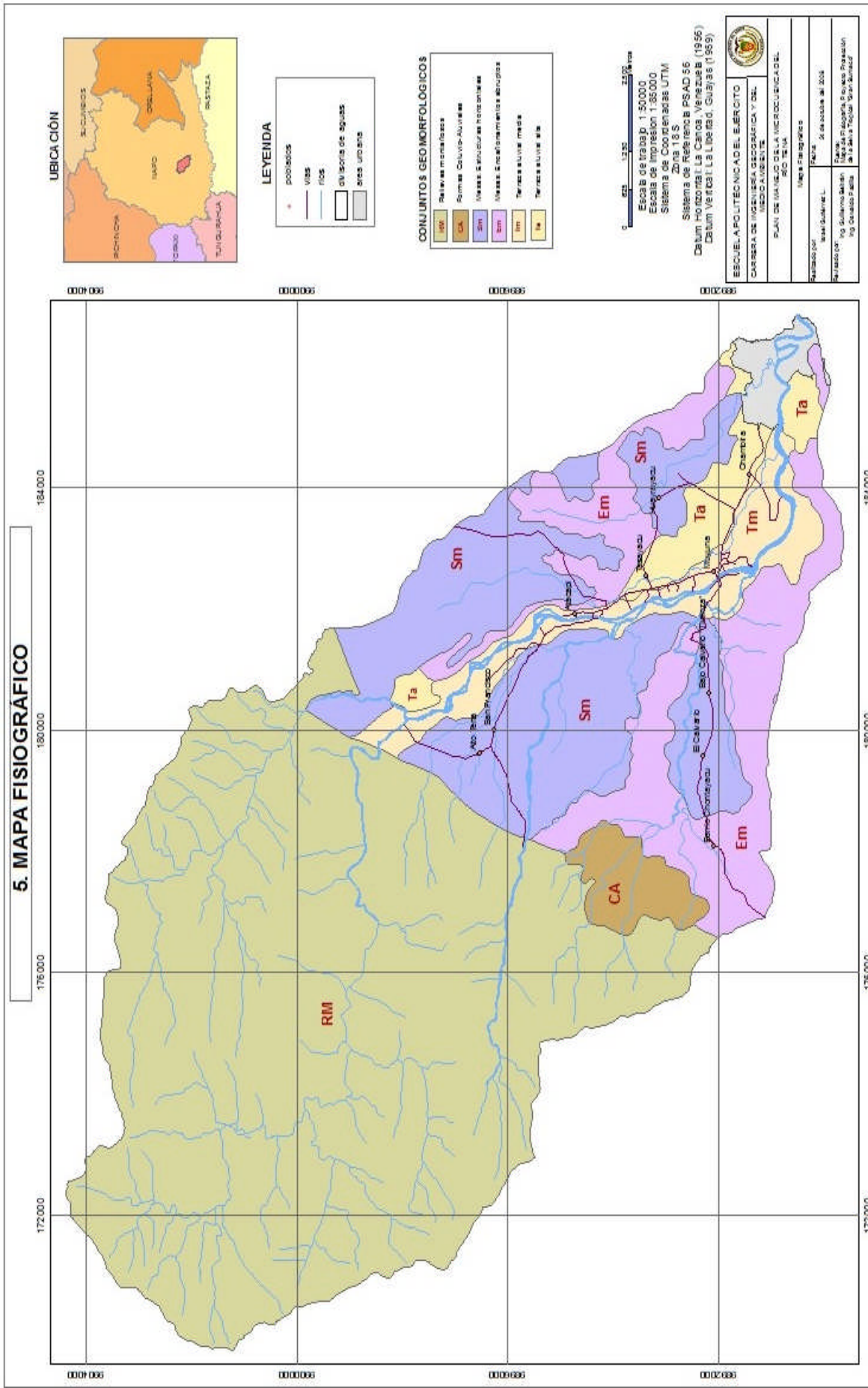
ALUMNO: MARCELO L. SANCHEZ  
 FECHA: 26 de octubre del 2018

TÍTULO: Mapa Geológico  
 PLAN DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOGRÁFICA  
 MÓDULO GEOLOGÍA

Escala de trabajo 1:50,000  
 Escala de impresión 1:25,000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 Zona 18 S  
 Sistema de Referencia PSAD 56  
 Datum Horizontal: La Canoa, Venezuela (1956)  
 Datum Vertical: La Libertad, Guaymas (1959)



# 5. MAPA FISIOGRAFICO



**LEYENDA**

- población
- ríos
- ríos
- cuencas de aguas
- áreas urbanas

**CONJUNTOS GEOMORFOLÓGICOS**

RM	Relieves montañosos
CA	Formas Caliche-Aluviales
Sm	Mesas y estructuras horizontales
Em	Mesas y escalonamientos antiguos
Tm	Terrazas de media
Ta	Terrazas bajas

Escala de trabajo 1:50.000  
 Escala de impresión 1:35.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 Zona 18 S  
 Sistema de Referencia PSAD 56  
 Datum Horizontal La Cumbre, Venezuela (1956)  
 Datum Vertical La Libertad, Guaymas (1959)

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CÁTEDRA DE INGENIERÍA GEODÉSICA Y DEL MEDIO AMBIENTE	
PLAN DE MAESTRO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO TUNA	
Elaborado por: María Gabriela L.	Fecha de edición del 2008
Revisado por: Ing. Guillermo Benítez Ing. Daniel Parra	Estado: Ing. Juan Carlos Rojas Prats Ing. Daniel Parra

172.000

176.000

180.000

184.000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

0000000

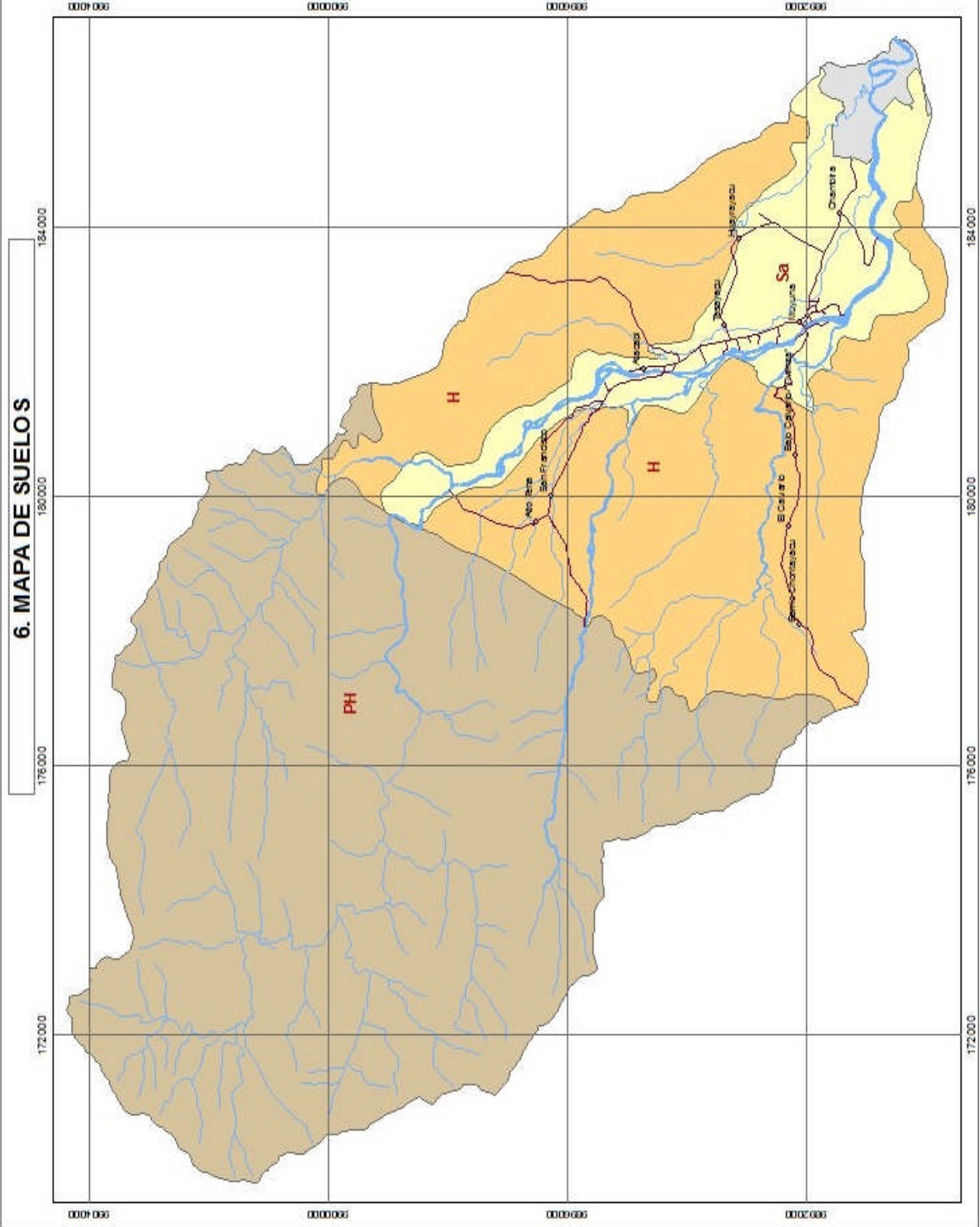
0000000

0000000

0000000

0000000

# 6. MAPA DE SUELOS



**LEYENDA**

- PUEBLOS
- VÍAS
- RÍOS
- CUASOROS DE AGUAS
- ÁREAS URBANAS

**TIPOS DE SUELOS (Gran Grupo)**

- Sa** Aluviales indiferenciados
- H** Hydrandepts
- PH** Paralitihic Hydrandepts

0 100 200 300 metros

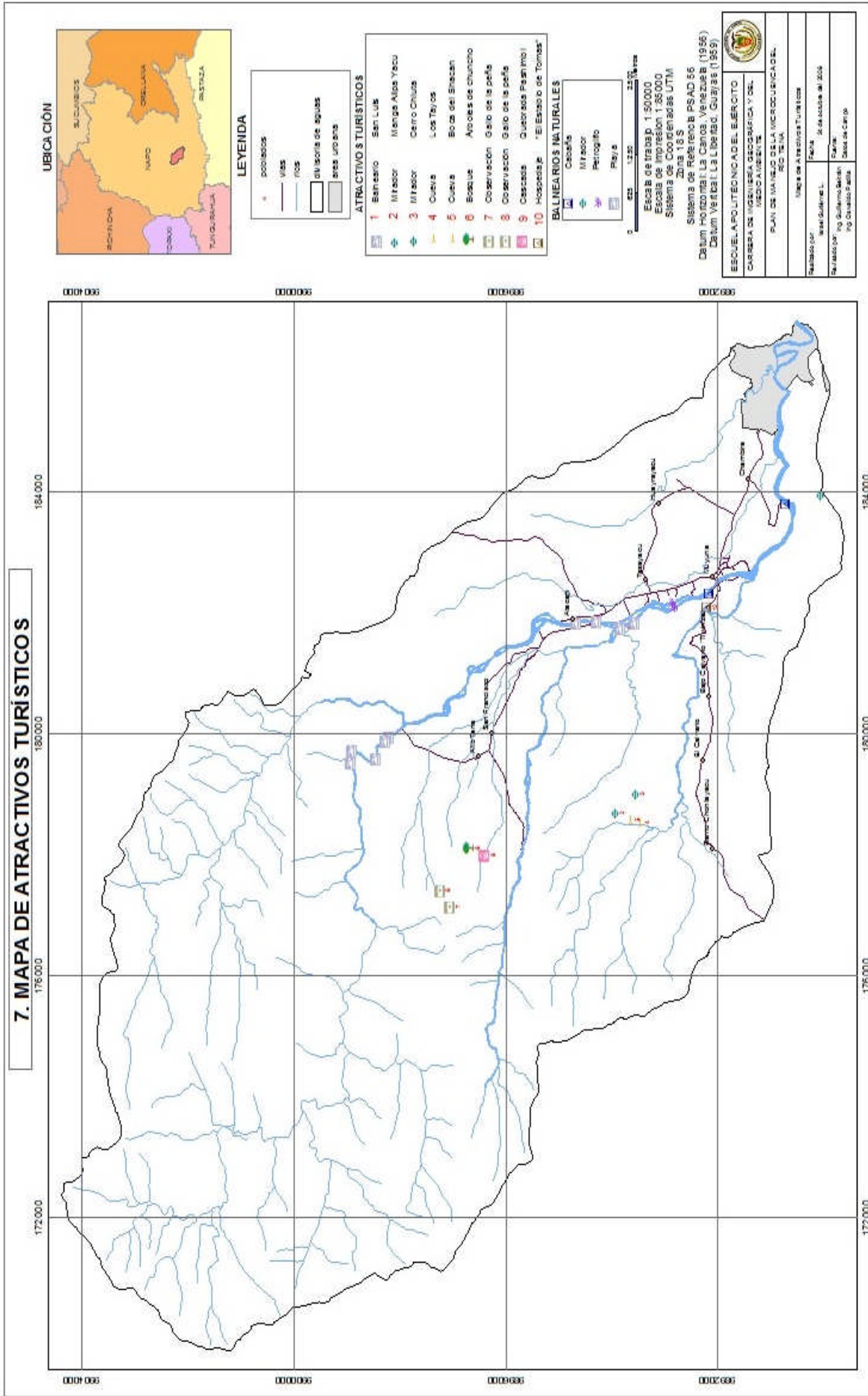
Escala de trabajo 1:50,000  
 Escala de impresión 1:85,000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 Zona 18 S  
 Sistema de Referencia PSAD 56  
 Datum Horizontal: La Caima, Venezuela (1956)  
 Datum Vertical: La Libertad, Guayana (1959)

**ESUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**  
**PLAN DE MANEJO DEL MICROCUENCA DEL RÍO TIBUYA**

Elaborado por: Ingrid Guzmán L.  
 Fecha: 24 de octubre de 2016

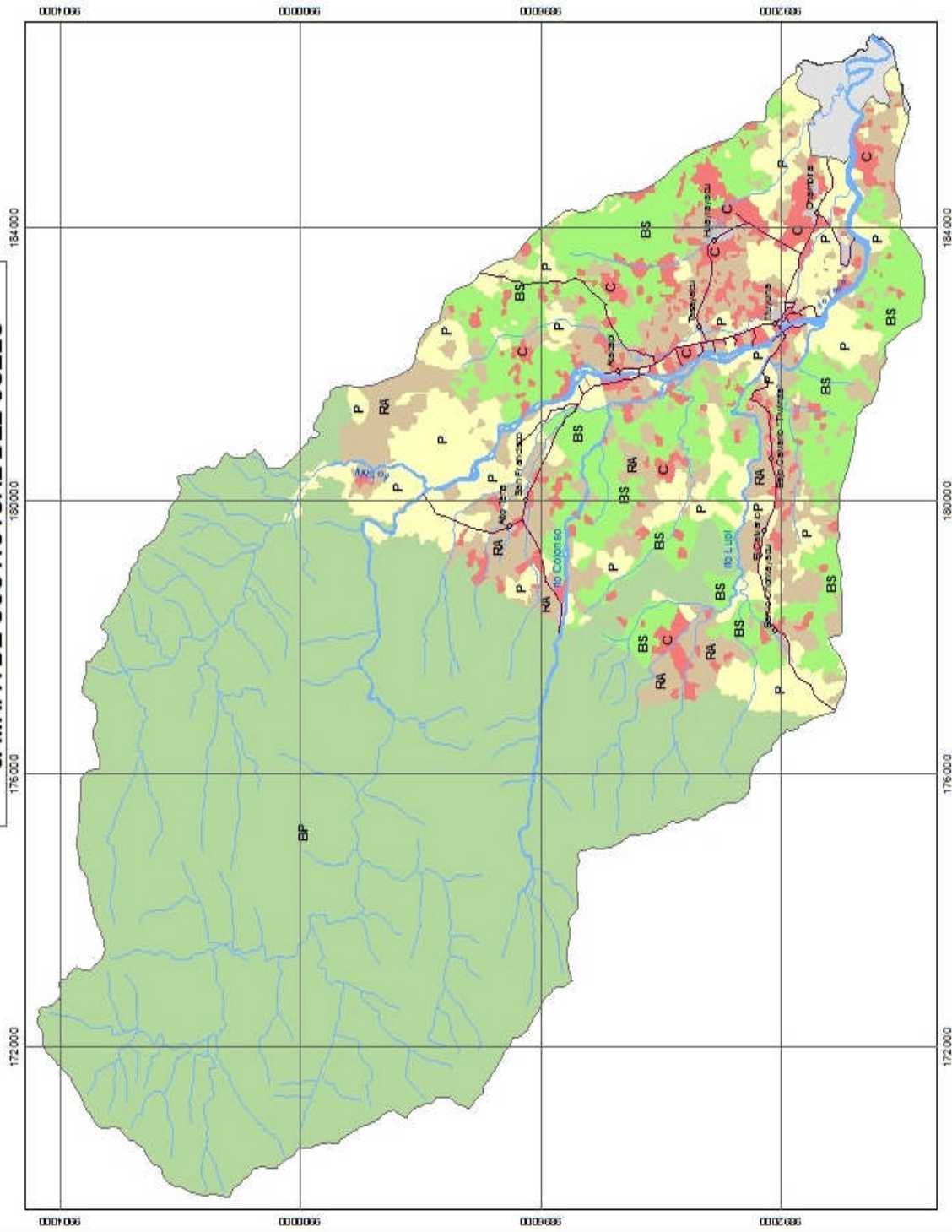
Revisado por: Ing. Guillermo Salazar (Módulo Capacitación de Maestría) y Ing. Orlando Peña (Módulo Práctica de la Maestría)

# 7. MAPA DE ATRACTIVOS TURÍSTICOS

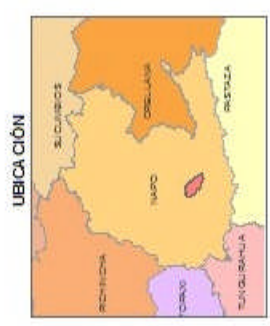
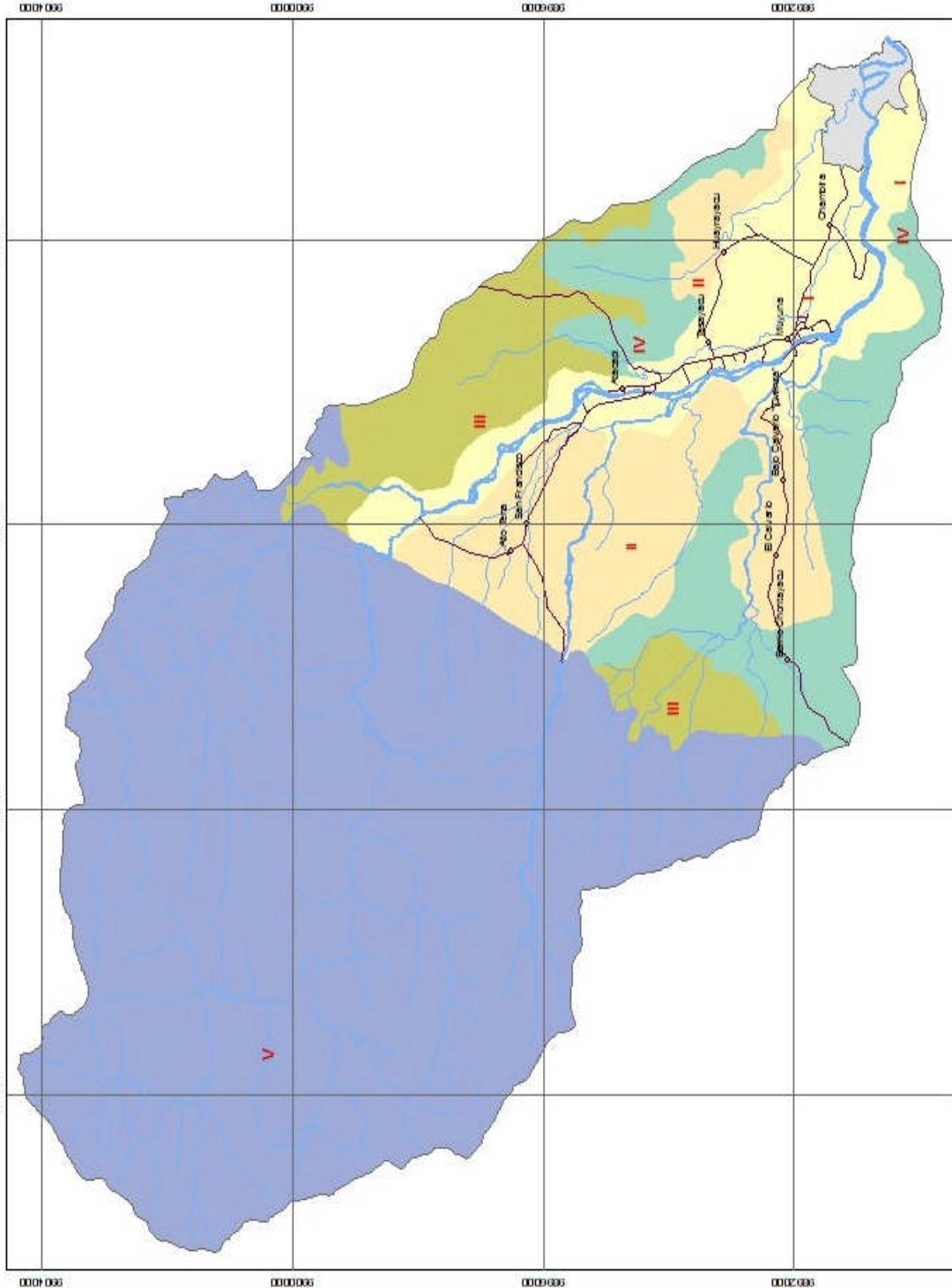




## 8. MAPA DE USO ACTUAL DEL SUELO



# 9. MAPA DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO



**LEYENDA**

- poblados
- vías
- ríos
- divisiones de aguas
- áreas urbanas

**CLASES DE CAPACIDAD DE USO**

- I Manejo Agropecuario Semi-intensivo y Manejo Forestal Intensivo
- II Manejo Agropecuario Extensivo y Manejo Forestal Intensivo
- III Manejo Integrado Agroforestal
- IV Usos Extractivos Extensivos
- V Protección y Producción Históricas

Escala de trabajo: 1:50,000  
 Escala de impresión: 1:80,000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 Sistema de Referencia: PSAD 56  
 Datum Horizontal: La Canoa, Veracruz (1956)  
 Datum Vertical: La Libertad, Guaymas (1955)

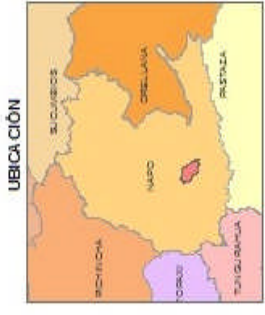
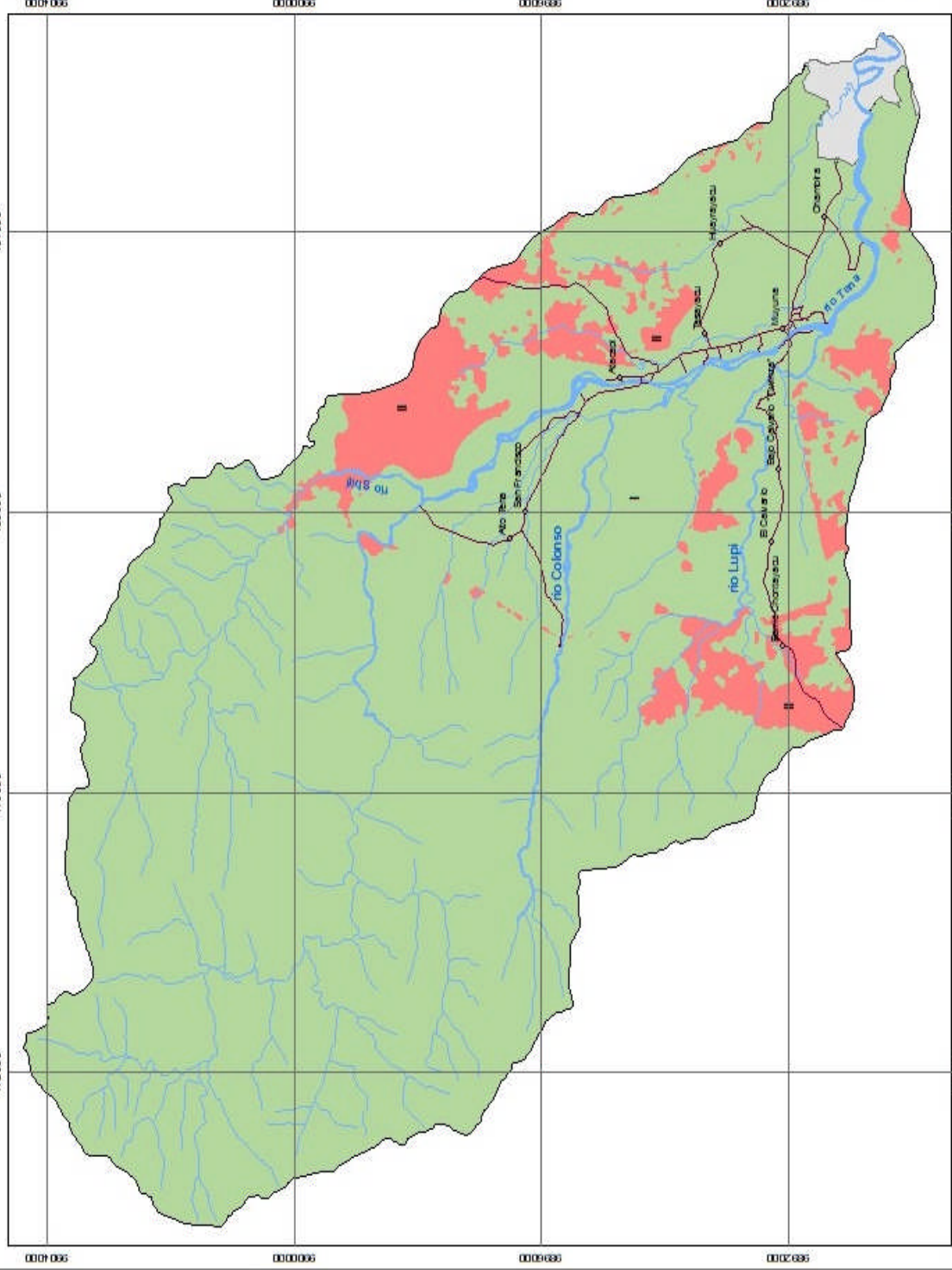
**ESUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO**  
 CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE  
 PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO TETLA  
 Mapa de Capacidad de Uso del Suelo  
 Elaborado por: [Nombre] Fecha: 21 de octubre de 2024  
 Revisado por: [Nombre] Fecha: [Fecha]  
 Profesor de la Sala: [Nombre]

172000 176000 180000 184000

000000 000000 000000 000000

172000 176000 180000 184000

# 10. MAPA DE CONFLICTOS POR USO DEL SUELO



**LEYENDA**

- poblados
- vías
- rios
- ▭ divisiones de aguas
- ▭ areas urbanas

**CONFLICTOS POR USO DEL SUELO - AREA (Ha)**

I	Uso compatible	12008,72
II	Uso incompatible	1221,84

0 600 1200 2400 3600 m

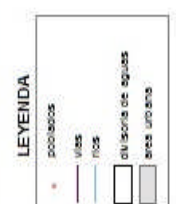
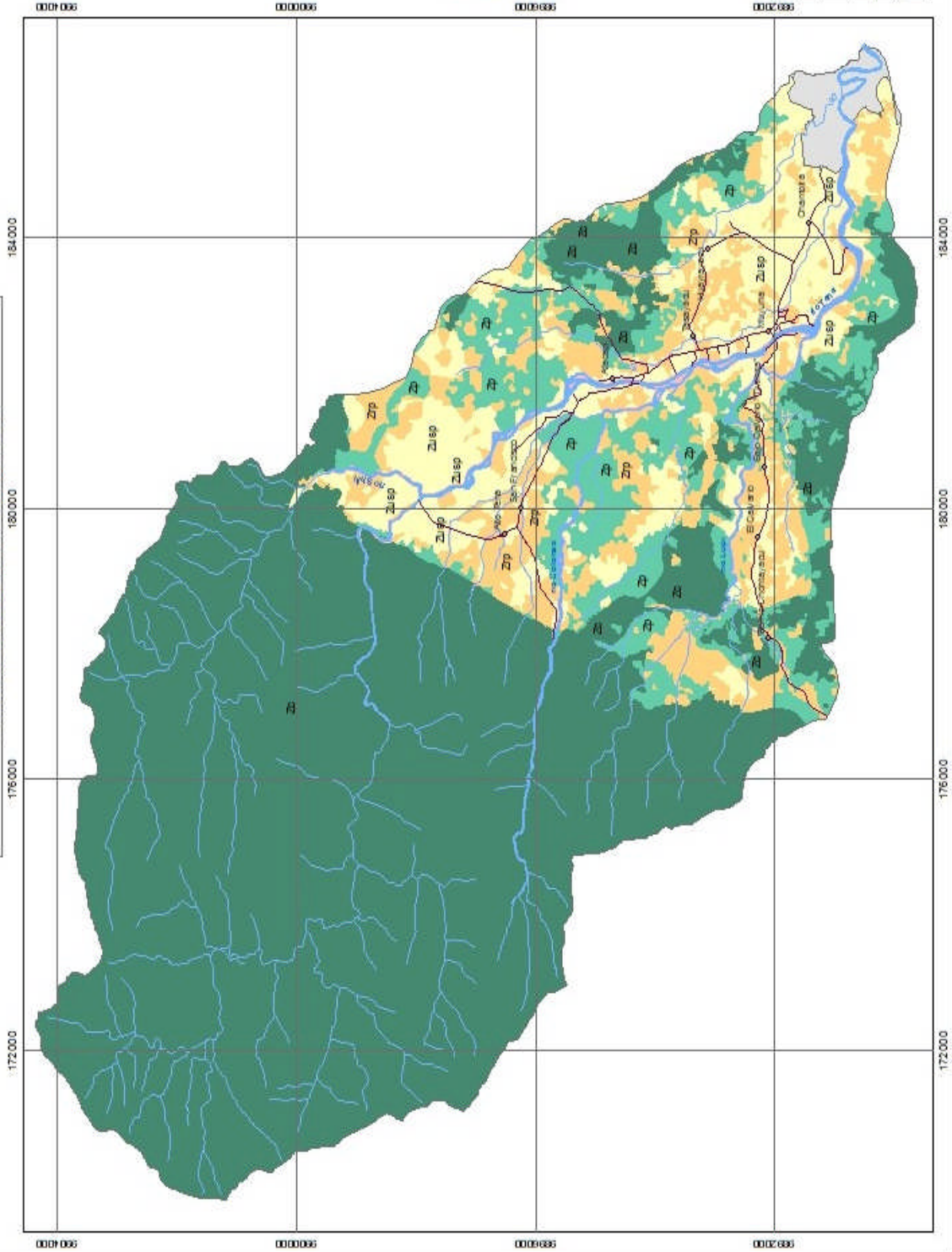
Escala de trabajo 1:50.000  
 Escala de impresión 1:85.000  
 Sistema de Coordenadas UTM:  
 Zona 18 S  
 Sistema de Referencia PSAD 56  
 Datum horizontal La Canoa, Venezuela (1956)  
 Datum Vertical La Libertad, Guaymas (1955)

**ESUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
 CARRERA DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE  
 PLAN DE MANEJO DEL MICROCUENCA DEL RIO TERA

Elaborado por:	Mapa de Conflictos por Uso del Suelo
Revisado por:	Ing. Guillermo Galán
Fecha:	24 de octubre de 2015
Elaborado por:	Ing. Guillermo Galán
Revisado por:	Ing. Orlando Peña



# 11. MAPA DE ZONIFICACIÓN



ZONAS DE MANEJO	ÁREA (ha)	%
Z1 Conservación	8860,07	65,45
Z2 Recreación y recreación	1371,16	10,36
Z3 Recuperación para usos sostenibles	1412,39	10,63
Z4 Uso sostenible producción	1551,71	11,73
Z5 Protección de caudales	103,54	0,82

0 250 500 750 1000 metros

Escala de trabajo 1:50000  
 Escala de impresión 1:85000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 Zona 18 S  
 Sistema de Referencia PSAD 56  
 Datum Horizontal: La Ciénega, Venezuela (1956)  
 Datum Vertical: La Libertad, Guaymas (1959)

**ESQUEMA POLITÉCNICO DEL EJERCITO**  
**CUERPO DE INGENIERIA GEOGRÁFICA Y DEL**  
**USO DEL SUELO**

PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL  
 RÍO LA LOYESA

Mapa de Zonificación

Elaborado por: **Ing. Guillermo Méndez**  
 Fecha: **24 de octubre de 2008**

Revisado por: **Ing. Guillermo Méndez**  
 Ing. Ornelio Peña

172000 175000 180000 184000

0001006 0001006 0001006 0001006

## **ANEXO B**

### **FOTOS**



Foto: 1	Patrimonio Forestal del Estado (Cordillera de los Huacamayos)			Foto: 2	Bosque Protector (Cordillera de los Huacamayos)		
Sector:	Alto Tena	Fecha:	Enero/2007	Sector:	Alto Tena	Fecha:	Julio/2007
							

Foto: 3	Antigua captación de agua en el río Colonso			Foto: 4	Captación de agua en el río Pashimbi grande		
Sector:	Alto Tena	Fecha:	Enero/2007	Sector:	Alto Tena	Fecha:	Enero/2007
							

Foto: 5	Tanque de almacenamiento de agua del río Pashimbi grande			Foto: 6	Nueva captación de agua en el río Colonso		
Sector:	Alto Tena	Fecha:	Enero/2007	Sector:	Alto Tena	Fecha:	Enero/2008
							



Foto: 7	Planta de tratamiento de agua del río Colonso			Foto: 8	Cultivo piscícola		
Sector:	Alto Tena	Fecha:	Enero/2008	Sector:	Alto Tena	Fecha:	Abril/2008
							

Foto: 9	Centro de Producción de Alevines Tropicales			Foto: 10	Cueva “Chiuta”		
Sector:		Fecha:	Abril/2008	Sector:	El Calvario	Fecha:	Agosto/2007
							



Foto: 11	Cueva “Los Tayos”			Foto: 12	Cerro “Chiuta” (vista sur)		
Sector:	El Calvario	Fecha:	Agosto/2007	Sector:	El Calvario	Fecha:	Agosto/2007
							





Foto: 13	Cerro "Chiuta" (vista norte)			Foto: 14	Balneario natural del rio Tena		
Sector:	Río Colonso	Fecha:	Agosto/2007	Sector:	Río Tena	Fecha:	Agosto/2007
							



Foto: 15	Cabañas "El Establo de Tomas"			Foto: 16	Árbol de chuncho ( <i>Cedrelinga cateniformis</i> )		
Sector:	Río Lupi	Fecha:	Abril/2007	Sector:	Bosque Protector	Fecha:	Agosto/2007
							

Foto: 17	Búho ( <i>Buho virginianus</i> )			Foto: 18	Guardería infantil ( <i>Wawakamayuk Wasi</i> )		
Sector:	Alto Tena	Fecha:	Agosto/2007	Sector:	Alto Tena	Fecha:	Enero/2007
							





Foto: 19	Creciente del río Tena			Foto: 20	Extracción ilegal de madera		
Sector:	Río Tena	Fecha:	Abril/2007	Sector:	Bosque Protector	Fecha:	Agosto/2007
							

Foto: 21	Superficie en conflicto por uso		
Sector:	Río Chontayacu	Fecha:	Agosto/2007
			

## **ANEXO C**

### **HOJAS TÉCNICAS**

## 1. REGISTRO CLIMATOLÓGICO DE LA ESTACIÓN “TENA”

Coordenadas

**TIPO ZONA LATITUD LONGITUD COTA**  
 CO 240 00° 59` 57" S 77° 49` 30" W 527 msnm

**SIMBOLOGIA ZONA**  
 CO: Climatológica ordinaria 240: Cuenca hidrográfica del río Napo

### 1.1 REGISTRO DE PRECIPITACIÓN

*PRECIPITACIONES MENSUALES Y ANUALES (mm)*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971	184	357	508	639	806	581	333	208	143	293	167	414	4.633
1972	302	232	301	478	429	414	467	307	299	299	232	257	4.017
1973	205	241	149	360	354	371	269	275	514	232	343	180	3.493
1974	228	207	315	233	357	353	291	278	256	389	321	228	3.456
1975	228	240	211	326	357	366	291	278	256	211	152	212	3.128
1976	182	151	276	397	321	448	370	112	178	264	301	207	3.207
1977	38	150	288	386	673	619	378	518	592	387	520	169	4.718
1978	160	186	336	464	255	423	219	228	373	201	309	177	3.331
1979	102	97	411	429	495	281	321	253	202	309	521	292	3.713
1980	310	86	311	322	347	573	173	281	362	450	472	219	3.906
1981	213	311	316	482	377	390	396	278	247	315	221	404	3.950
1984	228	240	211	326	357	366	291	220	256	278	103	238	2.886
1985	149	75	95	182	86	400	203	329	220	236	208	228	2.411
1991	133	202	302	360	209	500	308	116	329	223	304	117	3.103
1992	157	113	151	443	170	205	182	393	409	193	196	174	2.786
1993	270	179	245	492	491	384	605	397	313	350	321	124	4.171
1994	84	341	86	263	202	143	194	73	88	189	89	222	1.974
1995	70	128	202	326	224	605	380	207	285	229	269	318	3.243
1996	500	191	204	352	257	327	259	241	300	281	171	187	3.270
1997	213	396	158	379	580	279	173	267	258	175	251	173	3.302
1998	152	227	289	284	620	499	406	200	226	240	244	259	3.646
1999	649	436	424	574	473	765	361	331	277	262	282	425	5.259
SUMA	4.757	4.786	5.789	8.497	8.440	9.292	6.870	5.790	6.383	6.006	5.997	5.224	
PROMEDIO	216	218	263	386	384	422	312	263	290	273	273	237	3.538

Fuente: INAMHI – DAC, 2000.

### 1.2 REGISTRO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

EVAPOTRANSPIRACIÓN MEDIA MENSUAL Y ANUAL (%)

PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
64 - 83	102.4	91.3	99.6	96.5	99.2	90.7	92.2	94.7	96.5	103.4	98.3	102.4	1167.2

Fuente: ECORAE, 2002.

### 1.3 REGISTRO DE TEMPERATURA

#### TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y ANUALES (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971	23,4	22,9	22,7	22,7	23,3	22,7	23,2	22,5	22,7	23,1	23,4	22,9	23,0
1972	23,0	23,3	23,8	23,4	23,7	22,7	22,7	23,1	23,1	23,7	23,7	23,9	23,3
1973	23,2	23,7	23,7	23,8	23,3	23,6	23,2	23,4	23,7	24,6	24,3	23,8	23,7
1974	23,1	23,1	23,5	23,7	23,9	23,2	23,2	23,2	23,7	23,8	23,1	23,9	23,5
1975	23,9	23,8	23,8	23,8	23,9	23,5	23,2	22,4	23,7	23,6	23,1	23,7	23,5
1976	23,3	23,3	23,4	23,6	23,3	22,8	21,9	22,6	23,3	23,6	23,3	23,3	23,1
1977	24,3	23,6	23,6	24,1	23,4	23,2	23,7	23,4	23,8	23,8	24,2	24,7	23,8
1978	24,5	24,4	24,4	24,6	24,5	23,4	22,6	22,3	23,6	23,6	24,0	23,9	23,8
1979	24,7	24,3	23,9	23,3	23,9	22,8	23,2	23,7	23,9	24,5	23,4	23,6	23,7
1980	23,7	24,6	24,0	24,0	24,3	23,2	23,9	24,3	25,0	24,1	24,0	23,7	24,1
1981	24,1	23,4	23,6	23,7	24,1	23,3	22,7	23,1	23,4	23,9	23,6	23,9	23,6
1982	23,9	23,8	23,8	23,8	23,9	23,5	23,2	23,2	23,7	23,9	24,0	23,9	23,7
1983	24,8	25,3	25,3	24,1	24,0	23,4	24,0	23,2	24,1	23,7	23,9	23,7	24,1
1984	24,1	22,8	24,1	23,3	23,8	23,0	22,5	22,9	23,4	24,7	24,4	24,6	23,6
1985	25,0	23,8	23,7	23,8	23,5	23,2	23,2	23,7	23,9	24,0	23,9	23,7	23,8
1991	24,8	24,3	24,4	23,7	24,2	24,1	24,1	23,3	23,9	24,3	24,3	24,7	24,2
1992	24,8	24,7	24,5	24,2	24,8	24,0	23,7	23,7	24,0	24,3	24,3	24,5	24,3
1993	23,8	24,1	23,7	24,3	24,5	23,8	23,6	23,4	23,7	24,1	24,5	24,4	24,0
1994	25,0	24,1	23,2	23,4	23,1	22,9	22,7	23,1	24,0	24,8	24,9	24,5	23,8
1995	24,8	25,0	24,3	23,7	23,5	23,2	24,2	25,0	24,7	25,1	25,1	25,1	24,5
1996	24,3	23,5	23,8	24,0	23,4	22,5	22,9	23,8	25,0	24,4	25,1	24,6	23,9
1997	24,7	24,0	24,0	23,8	23,6	23,0	23,0	23,4	24,6	24,0	24,4	25,0	24,0
1998	23,7	23,6	23,6	23,7	23,7	23,5	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,5
1999	24,0	23,9	23,9	23,9	23,8	23,7	23,5	23,5	23,7	24,0	23,9	23,8	23,8
SUMA	578,9	573,3	572,7	570,4	571,4	558,2	557,3	559,5	572,0	577,1	576,4	577,5	
PROMEDIO	24,1	23,9	23,9	23,8	23,8	23,3	23,2	23,3	23,8	24,0	24,0	24,1	23,8

Fuente: INAMHI – DAC, 2000.

### 1.4 REGISTRO DE HUMEDAD

#### HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL Y ANUAL (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971	88	88	90	87	88	89	88	87	86	87	86	88	88
1972	89	86	89	87	87	88	89	88	86	85	87	86	87
1973	88	86	88	86	87	87	88	87	85	83	85	85	86
1974	88	90	88	87	89	89	88	92	88	87	88	89	86
1975	90	90	90	90	90	90	90	91	90	90	90	87	90
1976	97	97	98	97	98	97	92	98	98	88	90	93	95
1977	89	91	92	90	88	90	91	85	88	89	90	89	89
1978	90	92	92	90	91	92	91	88	87	91	90	90	90
1979	88	89	88	91	88	90	90	86	87	88	88	89	88
1980	89	87	89	87	88	92	90	89	85	88	89	90	89
1981	90	90	89	88	87	89	90	90	90	89	88	89	89
1991	87	88	83	87	86	86	85	85	84	83	83	83	85
1992	82	82	85	84	84	84	82	83	82	82	82	83	83
1993	83	83	85	85	84	84	83	81	81	80	81	82	83
SUMA	1.238	1.239	1.246	1.236	1.235	1.247	1.237	1.230	1.217	1.210	1.217	1.223	
PROMEDIO	88	89	89	88	88	89	88	88	87	86	87	87	88

Fuente: INAMHI – DAC, 2000.

## 1.5 REGISTRO DE NUBOSIDAD

### NUBOSIDAD MEDIA MENSUAL (octavos)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971	7	7	7	7	6	6	5	6	5	5	5	5	6
1972	6	5	5	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5
1973	5	5	5	5	6	5	5	5	5	7	5	5	5
1974	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5
1977	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3
1978	2	3	3	4	3	4	5	5	5	4	4	4	4
1979	3	2	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4
1980	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
1981	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1985	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6
1991	6	7	7	6	7	6	6	6	6	5	6	6	6
1992	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1993	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1994	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1995	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1996	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1997	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1998	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1999	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SUMA	99	98	96	98	97	99	96	97	96	96	95	95	
PROMEDIO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: INAMHI – DAC, 2000.

## 1.6 REGISTRO DE PROCEDENCIA Y VELOCIDAD DEL VIENTO

### DIRECCION DEL VIENTO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DIRECCION	SW	SW	SW	SW	SW	S	SW	S	S	S	S	SW

Fuente: INAMHI - DAC, 2000.

### VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)

#### MEDIA MENSUAL

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1972	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	4	3	4
1973	3	4	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	4
1974	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
1975	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1976	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1977	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1978	2	3	3	4	3	4	4	5	5	5	4	4	5
1979	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1980	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1981	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
SUMA	24	26	26	25	24	26	25	28	27	29	29	28	
PROMEDIO	2,2	2,4	2,4	2,3	2,2	2,4	2,3	2,5	2,5	2,6	2,6	2,5	2,4

Fuente: INAMHI - DAC, 2000.

## 1.7 HOJA DE CAMPO PARA INVENTARIO FORESTAL

Propietario:  
 Fecha:  
 Responsable:  
 Línea N°:

Tipo de bosque:  
 Área de parcela: 500 m<sup>2</sup>  
 Azimut de la línea:

Punto N°	Árbol N°	DAP (cm)	Altura (m)	Especie N. vulgar	Punto N°	Árbol N°	DAP (cm)	Altura (m)	Especie N. vulgar

### 1.8 TRIBUTARIOS Y AFLUENTES DEL RÍO TENA

Microcuenca	Tributarios	Nº	Afluentes	Margen	
Tena	Río Shiti	1	s/n	Norte	
		2	s/n	Norte	
		3	s/n	Norte	
		4	s/n	Norte	
		5	s/n	Norte	
		6	s/n	Norte	
		7	s/n	Norte	
		8	s/n	Norte	
		9	s/n	Norte	
		10	s/n	Norte	
		11	s/n	Norte	
		12	s/n	Norte	
		13	s/n	Norte	
		14	s/n	Norte	
		15	s/n	Sur	
		16	s/n	Sur	
		17	s/n	Sur	
		18	s/n	Sur	
		19	s/n	Sur	
		20	s/n	Sur	
		21	s/n	Sur	
		22	s/n	Sur	
		23	s/n	Sur	
		24	s/n	Sur	
		Río Tena	1	Río Tasayacu	Norte
			2	Río Huayrayacu	Norte
			3	s/n	Norte
			4	s/n	Norte
			5	s/n	Norte
			6	s/n	Norte
			7	s/n	Norte
	8	s/n	Norte		
	9	s/n	Norte		
	10	s/n	Norte		
	11	s/n	Norte		
	12	s/n	Norte		
	13	s/n	Norte		
	14	s/n	Norte		
	15	s/n	Norte		
	16	Río Martiriyacu	Sur		
	17	s/n	Sur		
	18	s/n	Sur		
	19	s/n	Sur		
	20	s/n	Sur		
	21	s/n	Sur		
	22	s/n	Sur		
	23	s/n	Sur		
	24	s/n	Sur		
	25	s/n	Sur		
	26	s/n	Sur		
	27	s/n	Sur		
	28	s/n	Sur		
	29	s/n	Sur		
	30	s/n	Sur		
	31	s/n	Sur		

### 1.8 TRIBUTARIOS Y AFLUENTES DEL RÍO TENA

Microcuenca	Tributarios	Nº	Afluentes	Margen	
	Río Tena	32	s/n	Sur	
		33	s/n	Sur	
		34	s/n	Sur	
		35	s/n	Sur	
		36	s/n	Sur	
		37	s/n	Sur	
		38	s/n	Sur	
		39	s/n	Sur	
		40	s/n	Sur	
		41	s/n	Sur	
		42	s/n	Sur	
		43	s/n	Sur	
		44	s/n	Sur	
		45	s/n	Sur	
		46	s/n	Sur	
		47	s/n	Sur	
		48	s/n	Sur	
		49	s/n	Sur	
		50	s/n	Sur	
		Río Colonso	1	Río Pashimbi pequeño	Norte
	2		Río Pashimbi grande	Norte	
	3		Río Achanso	Norte	
	4		s/n	Norte	
	5		s/n	Norte	
	6		s/n	Norte	
	7		s/n	Norte	
	8		s/n	Norte	
	9		s/n	Norte	
	10		s/n	Sur	
	11		s/n	Sur	
	12		s/n	Sur	
	13		s/n	Sur	
	14		s/n	Sur	
	15		s/n	Sur	
	Río Lupi	1	Río Lupi blanco	Norte	
		2	Río Lupi negro	Norte	
		3	Quebrada Manga Allpa Yacu	Norte	
		4	s/n	Norte	
		5	s/n	Norte	
		6	s/n	Norte	
		7	s/n	Norte	
		8	s/n	Norte	
		9	Río Chontayacu	Sur	
		10	Río Lupi pequeño	Sur	
		11	Río Shicayacu grande	Sur	
		12	Quebrada Shicayacu pequeño	Sur	
		13	s/n	Sur	
	Total		102		



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu de O, Xiomara, “Planificación, conservación y saneamiento en cuencas hidrográficas”, *Manejo de cuencas hidrográficas para la prevención de riesgos y daños ante posibles desastres ambientales en el Estado Aragua*, Maracay, Venezuela, 16 de junio del 2000.
- BirdLife International, Áreas importantes para la conservación de las aves en los andes tropicales, sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, [http://www.birdlife.org/action/science/sites/andes\\_ibas/download.html](http://www.birdlife.org/action/science/sites/andes_ibas/download.html), 2005, consultado el 25 de marzo del 2008.
- Blas, María. Bermejo, Juan, GPS & GLONASS: Descripción y aplicaciones, <http://mayerwin.free.fr/telechargement/>, 10 de abril del 2006, consultado el 10 de octubre del 2007.
- Chow, Ven Te, *Hidrología para ingenieros*, Tomo 1, Editorial Mc Graw Hill, Bogota, Colombia, 1994.
- CIBT, *Plan de manejo de la Cordillera Napo-Galeras*, Tena, Ecuador, 1995.
- CNRH, INEFAN, *Informe técnico tendiente a declarar Bosque y Vegetación Protectores “Cuencas de los ríos Colonso, Tena, Shiti e Inchillaqui”*, Tena, Ecuador, 28 de abril de 1998.
- CRA, Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica Ciénaga de Mallorquín y declaratoria de un distrito de manejo integrado, <http://www.crautonomia.gov.co/home.htm>, 2006, consultado el 18 de octubre del 2007.
- Cubero, Diógenes, *Prácticas agroconservacionistas*, Tomo 1, Editorial EUNED, San José, Costa Rica, 2002.
- Dourojeanni, Axel, Jouravlev, Andrei, Recursos naturales e infraestructura: Evolución de las políticas hídricas en América Latina y el Caribe, <http://www.eclac.org/publicaciones/RecursosNaturales/6/LCL1826PE/lcl1826e.pdf>, diciembre del 2002, consultado el 10 de octubre del 2007.
- ECORAE, *Zonificación Ecológica Económica de las provincias de Napo y Orellana*, Tomo 1, Editorial ECORAE, Quito, febrero del 2002.
- Faustino, Jorge, *Curso “Gestión ambiental para el manejo de cuencas municipales”*, Editorial CATIE, San José, Costa Rica, 1996.

- Faustino, Jorge, “Enfoques del manejo de cuencas”, *Primer Foro Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas de Nicaragua*, Managua, Nicaragua, octubre del 2001.
- Faustino, Jorge, *Manejo de Cuencas con Enfoque en la Prevención de Desastres Naturales*, Editorial CATIE, San José, Costa Rica, 2002.
- Fundación bosques para la Conservación, *Plan de manejo de la Reserva Florística El Quinde*, Quito, 2005.
- GMT, *Diseños definitivos de la red de distribución del sistema de agua potable para la ciudad de Tena*, Tena, Ecuador, 2005.
- GMT, MIDUVI, *Estudios integrales de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento de la comunidad Alto Tena y San Francisco*, Volumen II. Quito, 15 de diciembre del 2004.
- Hernández, Edgar, “Estrategias para el fortalecimiento del manejo de cuencas hidrográficas de montañas tropicales”, *XI Congreso Forestal Mundial*, Antalya, Turquía, 13 al 22 de octubre de 1997.
- Heuveltop, Jochen, *Agroclimatología tropical*, Tomo 1, Editorial EUNED, San José, Costa Rica, 1986.
- IDEAM, Zonificación ambiental en la ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas, <http://www.ideam.gov.co/cuencas.asp?id=19>, julio del 2006, consultado el 10 de octubre del 2007.
- INEFAN, *Estudio de Factibilidad y Anexos del Proyecto de Protección de la Selva Tropical “Gran Sumaco”*, Tomo 1, Quito, marzo de 1993.
- Jaramillo, Patricia. Smith, Ricardo. Vélez, Jaime, Metodología para la Priorización de Zonas de Intervención y Proyecto de Inversión en una Cuenca, *Revista Gestión y Ambiente*, Volumen 6, Editorial Universidad Nacional de Colombia, N° 1, Bogotá, Agosto de 2003.
- Jiménez, Francisco, “Gestión integral de cuencas hidrográficas. Enfoque y estrategias actuales”, *Recursos ciencia y decisión*, Edición N° 2, p 2, enero del 2005.
- Llamas, José, *Hidrología general: Principios y Aplicaciones*, Tomo 1, Editorial Universidad del País Vasco, Bilbao, España, 1993.
- López, Filiberto, *Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión*, Tomo 1, Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España, 1998.
- Morales, Jairo, *Planificación y manejo integral de cuencas hidrográficas*, Managua, Material de curso, Editorial UNA-FARENA, Managua, Nicaragua, 2001.

- Morales, Jairo, *Metodología de Planificación Ambiental Participativa para Formular el Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC) de la Subcuenca del río Jucuapa Matagalpa-Nicaragua*, Tesis de postgrado, Editorial CATIE, Turrialba, Costa Rica, 2003.
- Neill, David. Palacios, Walter, *Árboles de la Amazonía Ecuatoriana; Lista preliminar de especies*. Tomo 1, Editorial MAG–USAID, Quito, 1989.
- OEA, Calidad ambiental y desarrollo de las cuencas hidrográficas: Un modelo para la planificación y el análisis integrado, <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea69s/oea69s.pdf>, 1978, consultado el 10 de diciembre del 2007.
- Pérez, Uriel, Aportes de la geomática a la sostenibilidad de los suelos agrícolas, [http://www.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home\\_1/htm/cont0.jsp?rec=not\\_6559.jsp](http://www.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home_1/htm/cont0.jsp?rec=not_6559.jsp), p, 25 al 26 de abril del 2002, consultado el 10 de octubre del 2007.
- PGS, *Plan de manejo de la Reserva de Biosfera Sumaco*, Tomo 1, Editorial Imprefepp, Tena, Ecuador, 2002.
- Ramakrishna, Bommathanahalli, Estrategias de extensión para el manejo de cuencas hidrográficas, <http://www.marena.gob.ni/documentacion/pdf>, 24 de agosto del 2004, consultado el 5 de abril del 2007.
- Ramírez, Gloria, Productividad y riesgos de erosión del suelo como factores importantes en la gestión de las cuencas hidrográficas tropicales, [http://www.ine.gob.mx/dioece/cuenca/descargas/cong\\_nal\\_06/tema\\_03,2005](http://www.ine.gob.mx/dioece/cuenca/descargas/cong_nal_06/tema_03,2005), consultado el 6 de junio del 2007.
- Regalado, Rosa. Peñafiel, Paúl, *Elaboración y aplicación de una guía metodológica para el manejo integral de los recursos naturales en la cuenca hidrográfica del río Santiaguillo*. Tesis de Ingeniería, Editorial ESPE, Sangolquí, Ecuador, octubre del 2005.
- Reiche, Carlos, “Indicadores para medir avances del desarrollo sostenible en cuencas”, *Rescatemos El Virilla*, N° 7, p 64-68, Junio 1998.
- RO, Registro Oficial N° 962 del 22 de junio de 1988.
- RO, Registro Oficial N° 348 del 26 de junio de 1998.
- RO, Registro Oficial N° 401 del 18 de agosto del 2004.
- Rocha, Jansle, El sistema de informaciones geográficas (SIG) en los contextos de planificación del medio físico y las cuencas hidrográficas, <http://www.unesco.org/geo/campinaspdf/8sig.pdf>, 2002, consultado el 10 de octubre del 2007.
- Sánchez, Karla, *Metodología de análisis multicriterio para la identificación de áreas prioritarias de manejo del recurso hídrico en la cuenca del río Sarapiquí*. Tesis de postgrado, Editorial CATIE, Turrialba, Costa Rica, 2002.

- Sánchez, Virginia, *Gestión ambiental participativa de microcuencas; fundamentos y aplicación: el caso de la Quebrada Salitral*, Tomo 1, Editorial EUNA, San José, Costa Rica, 2003.
- Sierra, Rodrigo, *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental*, Quito, 1999.
- Skidmore, Andrew. Bijker, Wietske. Schmidt, Karin. Kumar, Lalit, Use of remote sensing and GIS for sustainable land management, [http://www.itc.nl/about\\_itc/resumes/bijker.aspx](http://www.itc.nl/about_itc/resumes/bijker.aspx), 1997, consultado el 10 de abril del 2008.
- Stadtmüller, Thomas, *Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales, medidas para mitigarlo*, Tomo N° 10, Editorial CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1994.
- Tirira, Diego, Lista roja de los mamíferos del Ecuador, <http://www.murcielagoblanco.com/mamiferosdeecuador/especies%20amenazadas.htm>, consultado el 25 de marzo del 2008.
- Urbina, Carlos, *Manejo de cuencas hidrográficas*, Tomo 1, Editorial CIAF, Bogota, Colombia, 1974.
- World Visión, Manual de manejo de cuencas, [http://www.imacmexico.org/ev\\_es.php?ID=23054\\_208&ID2=DO\\_TOPIC](http://www.imacmexico.org/ev_es.php?ID=23054_208&ID2=DO_TOPIC), 2004, consultado el 10 de octubre del 2007.

Sangolquí, 5 de Enero del 2009.

---

Israel Gutiérrez Largo  
AUTOR

---

Ing. Francisco León Lara  
COORDINADOR

---

Dr. Mario Lozada Paredes  
SECRETARIO ACADEMICO