

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El manejo de cuencas hidrográficas proviene del término *Watershed Management*, y empieza a ser tratado por los Estados Unidos en los ríos *Mississippi* (1870), *Missouri* (1884) y *Tennessee Valley Authority* (1933), con fines de navegación, control de inundaciones y realización de obras hidráulicas. América Latina y El Caribe en los años 60 acogen dicho término, dándole un enfoque geográficamente integrado para la gestión de recursos naturales, centrándose en usos específicos como: hidroelectricidad, riego, abastecimiento de agua potable y saneamiento (Fernández, 1999).

En la actualidad está siendo tratado con mayor intensidad a nivel mundial, ya que involucra el análisis de factores sociales, económicos y ambientales que interactúan y se relacionan entre sí. Mediante el seguimiento y mejoramiento de los mismos se pretende alcanzar soluciones que lleven a un desarrollo sustentable (Francke, 2002).

Los grandes desastres naturales como inundaciones, deslizamientos, desbordamientos de los ríos, sequías, entre otros, han ocasionado un impacto negativo, sobre todo en la parte socioeconómica y ambiental de nuestra población, provocando así pérdidas de cultivos, bienes y la muerte de muchas especies de flora y fauna.

Es por todo esto que el Ecuador se involucra en el manejo de cuencas hidrográficas con un enfoque en el desarrollo sustentable y sostenible, mediante

el uso de técnicas como la teledetección y herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Rizzo, 2004).

El Programa Regional para el Desarrollo del Sur (PREDESUR) es una institución gubernamental que, desde 1971 ha venido ejecutando proyectos orientados al sector agrícola y ganadero de la zona sur del Ecuador que comprende las provincias de Loja, El Oro y Zamora Chinchipe. A través de dichos estudios, surge la necesidad de realizar análisis más profundos sobre el manejo de cuencas hidrográficas, que orienten a un aprovechamiento racional y a la protección ambiental, con planes, programas y proyectos productivos que utilicen, generen, y transfieran tecnologías mejoradas.

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los proyectos dirigidos al manejo de cuencas hidrográficas son insuficientes en el Ecuador, y no se les presta la importancia que se merecen. Existen estudios que plantean soluciones óptimas que no han llegado a ponerse en práctica y quedan en total abandono.

Una de las instituciones dedicadas a la elaboración de estos estudios es PREDESUR, la cual ha venido realizando una importante labor al preocuparse por el bienestar de las poblaciones; sin embargo, hasta la fecha, las investigaciones efectuadas no han arrojado resultados que mejoren notablemente las condiciones de la región.

Dentro de los estudios realizados por PREDESUR, se ha determinado que, la principal actividad humana que se ha venido dando en la subcuenca del río Casacay es el aumento progresivo de la ganadería, la cual ha provocado la deforestación del bosque primario, transformándolo en pastos y cultivos, ocasionando problemas ambientales como: contaminación del agua, erosión del suelo, descontrol de la escorrentía y cambio en los cursos de agua.

Mediante lo descrito anteriormente cabe plantearse si: Un adecuado conocimiento y manejo de herramientas SIG permitirán realizar una gestión óptima de los problemas que se dan en las diferentes localidades de la región, mediante el control de las actividades que producen un impacto negativo en el aprovechamiento adecuado de la subcuenca, con el planteamiento de soluciones para la mejor utilización del recurso agua y un uso adecuado del recurso suelo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Durante los últimos años, el ser humano ha direccionado su desarrollo al ámbito puramente económico, restando importancia a elementos sociales y ambientales indispensables para el progreso de una sociedad.

Debido a éste enfoque inadecuado, en el Ecuador, hasta el momento no se han registrado, acciones ni medidas que permitan prevenir de forma más eficiente los impactos que derivan de desastres naturales. Siendo éstos un riesgo latente, dadas las particulares características geográficas de nuestro país, nos lleva a la reflexión el peligro que representa para la población que habita en zonas de gran susceptibilidad.

PREDESUR cuenta con un Plan de Manejo de la subcuenca del río Casacay elaborado en el año 1994, que consiste en un análisis incompleto de los factores de la subcuenca. Además, existe un Plan de Manejo Participativo de la subcuenca del río Casacay (PLAMASCAY)¹, elaborado en el año 2007, el cual responde a la problemática territorial de la subcuenca y busca contribuir al desarrollo sostenible de los recursos naturales.

La zona de estudio en la que se realizó el presente trabajo, fue seleccionada debido al interés por parte de las autoridades de la institución gubernamental PREDESUR, para conocer los impactos negativos presentes en la subcuenca del río Casacay. Además, se contó con el apoyo de dicha institución y su colaboración con herramientas de trabajo, movilización y estadía.

¹ Subsecretaría de Gestión Ambiental del Gobierno Provincial Autónomo de El Oro, Plan de manejo participativo de la subcuenca del río Casacay, 2007.

La ejecución del estudio de la subcuenca, se originó a partir de la información mencionada con anterioridad, prestando principal atención en la utilidad que proporcionan las herramientas geoinformáticas para el manejo integral de los factores sociales, económicos y ambientales que componen a la subcuenca del río Casacay, con la finalidad de que exista un aprovechamiento adecuado de los recursos agua y suelo para beneficio de la población y el ambiente.

1.4 ÁREA DE ESTUDIO

1.4.1 Reseña Histórica

La historia del área denominada en la actualidad como subcuenca del río Casacay, tuvo sus orígenes en los asentamientos humanos que se dieron hace varios siglos atrás. El primer asentamiento que se dio en la subcuenca, fue de origen Cañari² en Pueblo Viejo para después formar la población de Chilla.

Otro asentamiento evidenciado en la subcuenca es el de la tribu Machalas, de acuerdo a las piezas arqueológicas que se han descubierto en el sector. Los vestigios de estas culturas fueron encontrados donde funciona actualmente el Colegio Dr. Francisco Ochoa Ortiz (Murillo, 2003).

Dentro de los límites de la subcuenca se presentaron varios problemas, como: procesos de pérdida de suelos, cambio en los usos del suelo y pérdida de diversidad biológica. Esto se debió a que en el año de 1957 empezaron a asentarse una mayor cantidad de habitantes, ocupando principalmente la zona baja de la subcuenca y extendiéndose después a zonas más altas de la misma.

Debido a la expansión poblacional dentro de la subcuenca, se dio la necesidad de construir carreteras que conecten ciertas localidades al centro parroquial Casacay, provocando así la deforestación en sectores aledaños y

² Civilización creada entre los siglos 5 al 15 DC, son los primeros pobladores de lo que ahora es Cuenca.

contribuyendo al aumento de zonas agrícolas con la siembra de cacao y pastizales. Todas estas obras fueron realizadas en el año de 1970.

Años más tarde después de varias gestiones y trámites en el plenario de la comisión legislativa y permanente el 25 de Julio de 1988, según registro oficial N° 985, se define la delimitación de la parroquia Chilla y de los componentes que en ésta intervienen.

La subcuenca del río Casacay, ubicada en la provincia de El Oro - Ecuador, fue declarada en 1995 como parte del área de *bosque y vegetación protector* por el ex - Instituto Ecuatoriano Forestal, de Áreas Naturales y Vida Silvestre (INEFAN), debido a la alarmante disminución del bosque natural.

En el año 2000 se produjo un incendio forestal el cual consumió decenas de hectáreas de plantaciones de pinos y eucaliptos los mismos que fueron sembrados por PREDESUR (PLAMASCAY, 2007).

1.4.2 Descripción General

El río Casacay está ubicado en la parte sur del Ecuador continental, en los cantones Pasaje y Chilla, provincia de El Oro. Recibe sus aguas de los ríos Dumari, Tobar, Quera y de las Quebradas de Pano, Mochata, Peña Negra y Ringilo, para posteriormente desembocar en el río Jubones (Ver Figura I.1).

La subcuenca del río Casacay va desde los 3588 m.s.n.m. a los 60 m.s.n.m., constituyéndose éste en un terreno con muchas elevaciones y una orografía muy irregular, en el cual se destacan la cordillera de Chilla y las elevaciones de Sayucalo, Huizho y Cobisec.

La temperatura promedio anual del sector es de 16°C. La mayor parte del año la subcuenca presenta precipitaciones constantes y gran nubosidad, debido a que se encuentra influenciada por la corriente de *Humboldt* proveniente del

Pacífico Sur y la corriente de *El Niño* que proviene del Pacífico Norte (PLAMASCAY, 2007).

Dentro de la subcuenca se encuentran las poblaciones de: Casacay, Dumari, Gallo Cantana, Nudillo, El Porvenir, Luz de América, Playas de San Tintín y Pano, las cuales suman un total de 2535 habitantes aproximadamente.

En cuanto a la morfometría, la subcuenca presenta una forma alargada, con una extensión de 12168 ha., siendo la longitud del río Casacay de aproximadamente 29106 m.

Los puntos que delimitan la subcuenca, se encuentran dados en el sistema de coordenadas proyectadas WGS84 UTM Zona 17S y estos son:

Tabla. I.1. Coordenadas del límite de la subcuenca del río Casacay

| | X (m) | Y(m) |
|--------------|------------|-------------|
| Inicio | 640686,347 | 9633170,37 |
| Finalización | 652055,214 | 9613001,778 |

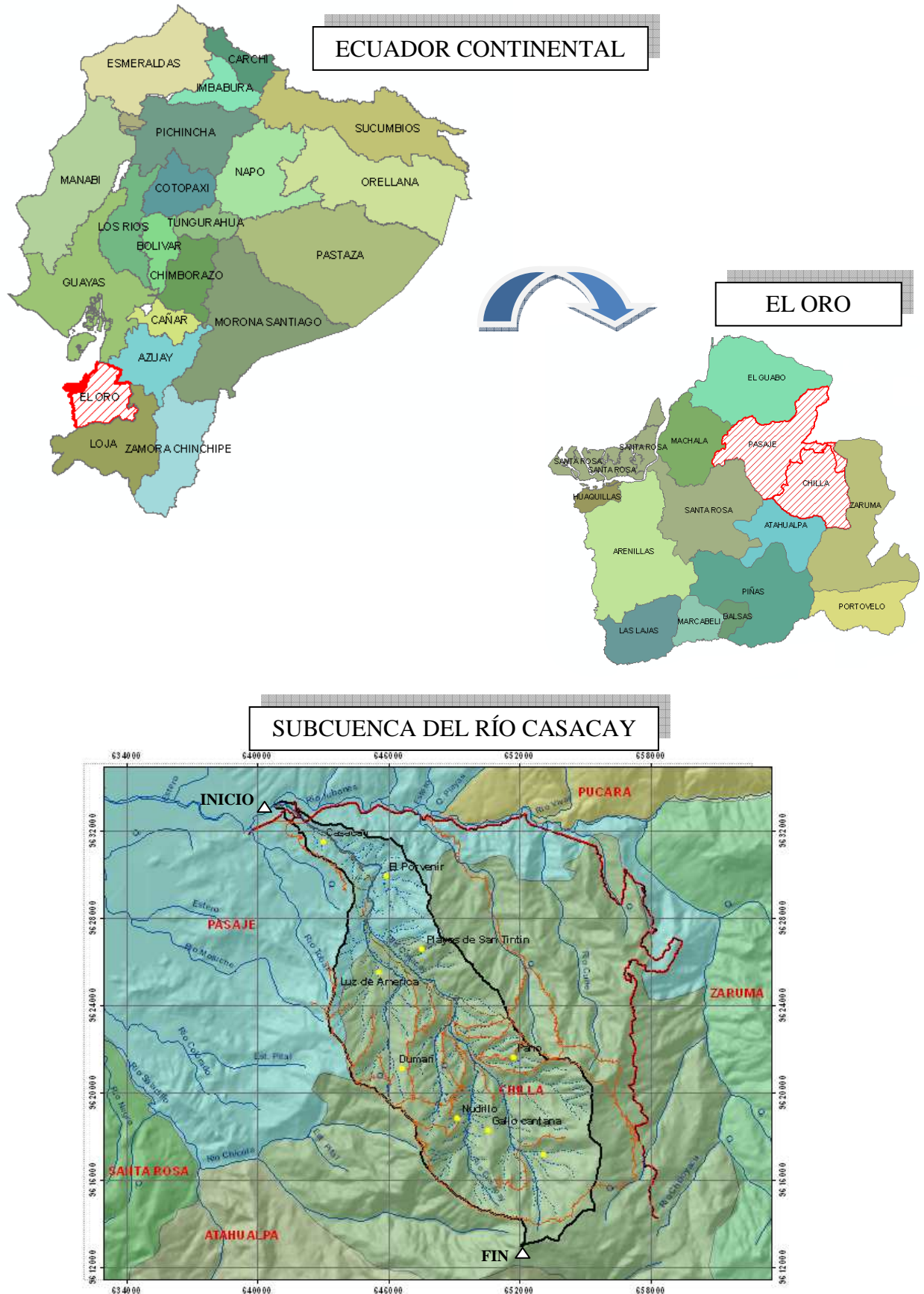


Figura. I.1. Ubicación general de la subcuenca Casacay

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 General

Proponer un plan de manejo integral de la subcuenca del río Casacay, ubicada en los cantones Pasaje y Chilla, Provincia de El Oro - Ecuador, para la optimización del uso de los recursos naturales, mediante la ayuda y utilización de herramientas SIG.

1.5.2 Específicos

- ✓ Recopilar, verificar o validar los datos existentes en la zona de estudio, como mapas temáticos, los cuales representen la realidad del área de interés.
- ✓ Diagnosticar el estado de situación actual de la subcuenca del río Casacay, con el estudio de los diversos problemas sociales, económicos e impactos ambientales que pueden darse en la subcuenca hidrográfica.
- ✓ Elaborar índices de calidad de agua (pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto) y de suelos (pH, textura, acidez, materia orgánica) de la subcuenca del río Casacay.
- ✓ Proponer alternativas para el manejo de cuencas hidrográficas, enfocado en los temas de: Zonificación Ecológica Económica (ZEE), Caudal ecológico y Prevención de Inundaciones.
- ✓ Emitir soluciones óptimas como propuesta, para alcanzar una mejor calidad de vida, el desarrollo sustentable y sostenible del sector.
- ✓ Diseñar la memoria técnica de la propuesta del plan de manejo de la subcuenca hidrográfica Casacay.

1.6 METAS

- ✓ Generación de 6 bases de datos compuestas por los factores bióticos, abióticos, socio-económicos-culturales a estudiar y los diversos problemas analizados en la subcuenca.
- ✓ Elaboración de 10 mapas, a escala 1:25000 con proyección WGS 84 UTM Zona 17 S, los cuales representarán las distintas variables que se utilizarán para el estudio de este proyecto.
 - 1 Mapa Base

- 1 Mapa de Cobertura Vegetal.
 - 1 Mapa de Pendientes.
 - 1 Mapa Geomorfológico.
 - 1 Mapa Geológico.
 - 1 Mapa de Suelos.
 - 1 Mapa de Uso Potencial de Suelos.
 - 1 Mapa de Inundaciones.
 - 1 Mapa de Densidad Poblacional.
 - 1 Mapa de Zonificación Ecológica Económica.
- ✓ Elaboración de 2 cuadros estadísticos que muestren la situación actual de la población que habita en la subcuenca.
 - ✓ Realización de 2 tablas que contengan los índices de calidad de agua y de suelo de la zona de estudio.
 - ✓ Generación de 1 matriz de ponderación de los principales impactos ambientales de la subcuenca.
 - ✓ Elaboración de 1 propuesta del plan de manejo integral que contenga el análisis del caudal ecológico, la zonificación ecológica económica y las medidas de protección para un desarrollo óptimo de la subcuenca.
 - ✓ Generación de 5 memorias técnicas.

1.7 DISEÑO DE LA TESIS

La primera fase del proyecto analiza la información de fuentes bibliográficas confiables. Algunas de estas fuentes son libros especializados en el tema de manejo de cuencas hidrográficas, artículos, publicaciones de Internet, tesis de grado, etc., que poseen información relevante para reforzar conceptos básicos de los temas a tratar.

A través de una primera visita a la subcuenca del río Casacay en la Provincia de El Oro, se realizó un reconocimiento inicial del área de estudio, mediante el cual se definieron aspectos generales de la zona, como: morfología, clima, tipo de vegetación, etc.

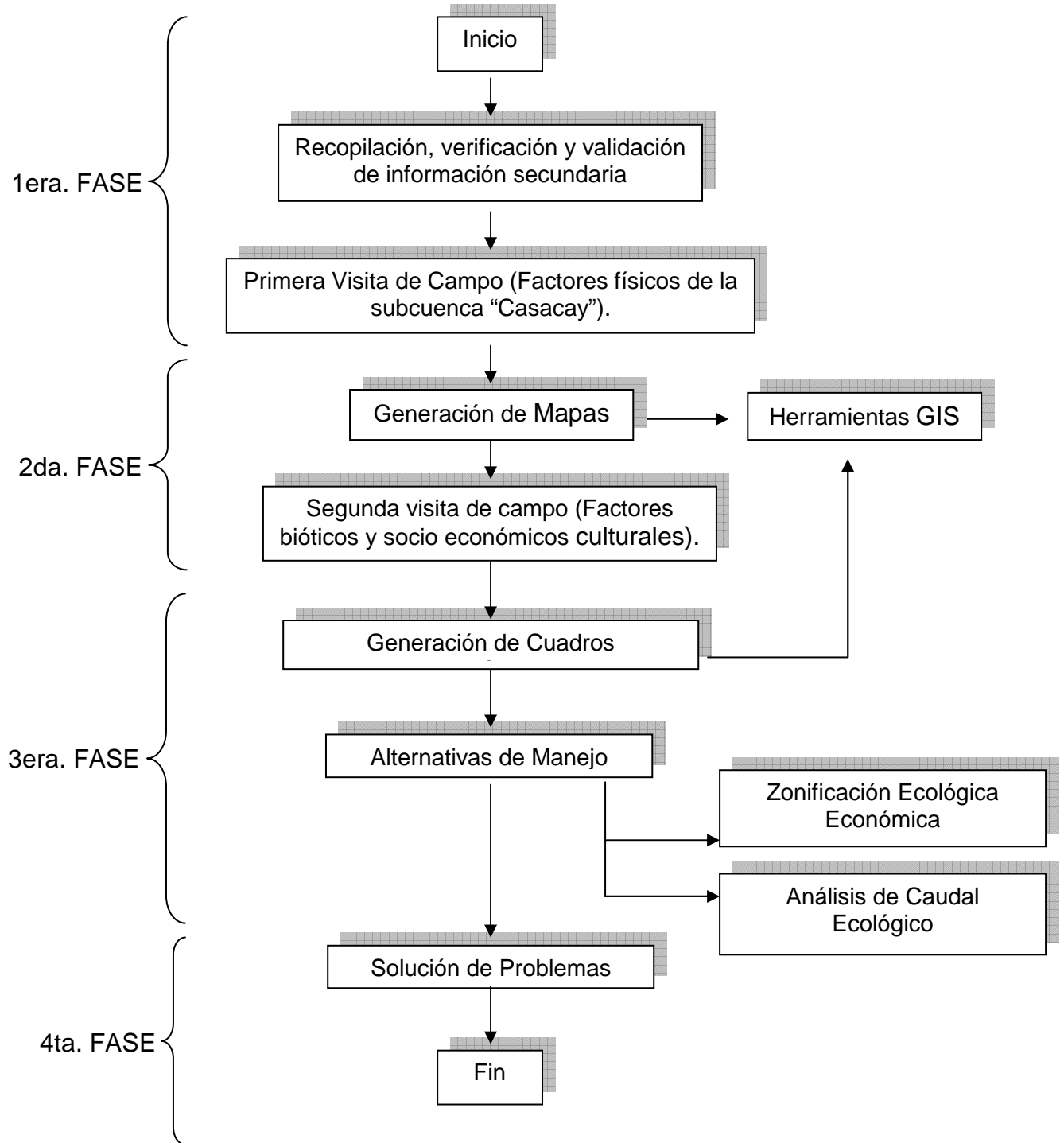
En la segunda fase se interpretó la información recopilada en el campo y se procesaron los datos que sirvieron para la generación de los mapas.

Posteriormente, mediante una segunda visita a la subcuenca, se recopiló información más detallada acerca de los recursos agua y suelo, principalmente relacionados con su uso; así como de los recursos flora y fauna, poniendo especial atención en especies indicadoras de la zona. Se compiló también información socio-económica que fue de gran utilidad para agregarle valor social al proyecto.

Los datos obtenidos fueron procesados en gabinete para la elaboración de los productos como son los mapas, cuadros estadísticos, tablas de datos, etc.; esto, con la utilización de herramientas SIG.

En la tercera fase se efectuó una zonificación ecológica económica de la subcuenca, paralelamente al análisis del caudal ecológico mediante los datos obtenidos en los diferentes trabajos de campo.

En la cuarta fase se analizaron a profundidad los problemas socio-ambientales y económicos. Una última visita de campo viabilizó la jerarquización y soluciones prioritarias a cada uno de ellos (Ver Esquema I.1).



Esquema. I.1. Diseño de la tesis

1.8 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

1.8.1 Capítulo I – Introducción

Dentro de este capítulo se encuentran el ¿Por qué? y ¿Para qué? de la realización del presente proyecto. Además, se explica el alcance que tiene el mismo y su estructuración.

1.8.2 Capítulo II – Marco Teórico

Los temas que abarca este capítulo son de gran importancia para la completa ejecución del proyecto, ya que, define cada uno de los factores que se encuentran involucrados en la subcuenca.

1.8.3 Capítulo III – Metodología

En este capítulo se da a conocer la metodología del proyecto, con el análisis y validación de los datos obtenidos de la subcuenca de cada uno de los componentes que la conforman.

Además, se encuentran los diferentes pasos que se han seguido para la realización y actualización de los mapas que intervienen en el análisis de la información de la subcuenca

1.8.4 Capítulo IV – Resultados

En este capítulo se presenta un diagnóstico general y la situación actual de la subcuenca identificándose las amenazas y riesgos dentro de la misma.

También se habla sobre las herramientas, técnicas y alternativas que se han considerado durante la realización del presente Plan de manejo.

1.8.5 Capítulo V – Propuesta de Planes de Manejo

Las soluciones a los diferentes problemas son reflejadas en propuestas y planes descritos en este capítulo, los cuales se originan en base al análisis de las alternativas de manejo de la subcuenca hidrográfica.

1.8.6 Capítulo VI – Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se emiten criterios personales basados en el análisis de los factores anteriormente descritos y de los resultados obtenidos en el transcurso de la realización del presente proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo da a conocer las definiciones de cada uno de los elementos que integra la subcuenca, siendo de vital importancia, ya que constituye una base para la completa ejecución del proyecto.

2.2 CUENCA HIDROGRÁFICA

2.2.1 Definición

“Son unidades morfológicas que se encuentran delimitadas por una línea imaginaria denominada divisoria de aguas, esta línea es el límite entre las cuencas hidrográficas contiguas de dos cursos de agua. A cada lado de la divisoria de aguas, las aguas precipitadas acaban siendo recogidas por el río principal de la cuenca respectiva” (CAMAREN, 1999)³ (Ver Figura II.2).

³ Capacitación en el Manejo de Recursos Naturales (CAMAREN)



Figura. II.2. Esquemática de una cuenca hidrográfica

2.2.2 Elementos

2.2.2.a. Río principal

Es aquel que se encarga de recoger el agua que se origina por las precipitaciones, su determinación puede ser arbitraria ya que hay diferentes características que la definen como: el curso fluvial, tipo de caudal, superficie de la cuenca, entre otros.

2.2.2.b Los afluentes

Son los ríos secundarios que desembocan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca hidrográfica.

2.2.2.c Línea divisoria de vertientes

Es la línea que divide a diferentes vertientes, separando a dos o más cuencas vecinas. Puede ser utilizada como límite entre dos espacios geográficos o cuencas hidrográficas.

2.2.2.d Relieve

El relieve de una cuenca consta de los valles principales y secundarios, de la red fluvial que conforma la cuenca. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas.

2.2.2.e Obras y construcciones

Son estructuras construidas por el ser humano, también denominadas intervenciones andrógenas. Suelen ser viviendas, ciudades, campos de cultivo, obras para riego y energía, y vías de comunicación.

2.2.3 Partes de una cuenca hidrográfica

2.2.3.a Sección alta

Es la sección de la cuenca en la que existe un aporte de sedimentos hacia las partes bajas de la cuenca, visiblemente se ven trazas de erosión.

2.2.3.b Sección media

Área de la cuenca en la cual hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

2.2.3.c Sección baja

Zona de la cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección o abanico aluvial.

Las partes de una cuenca se encuentran detalladas en la siguiente figura:

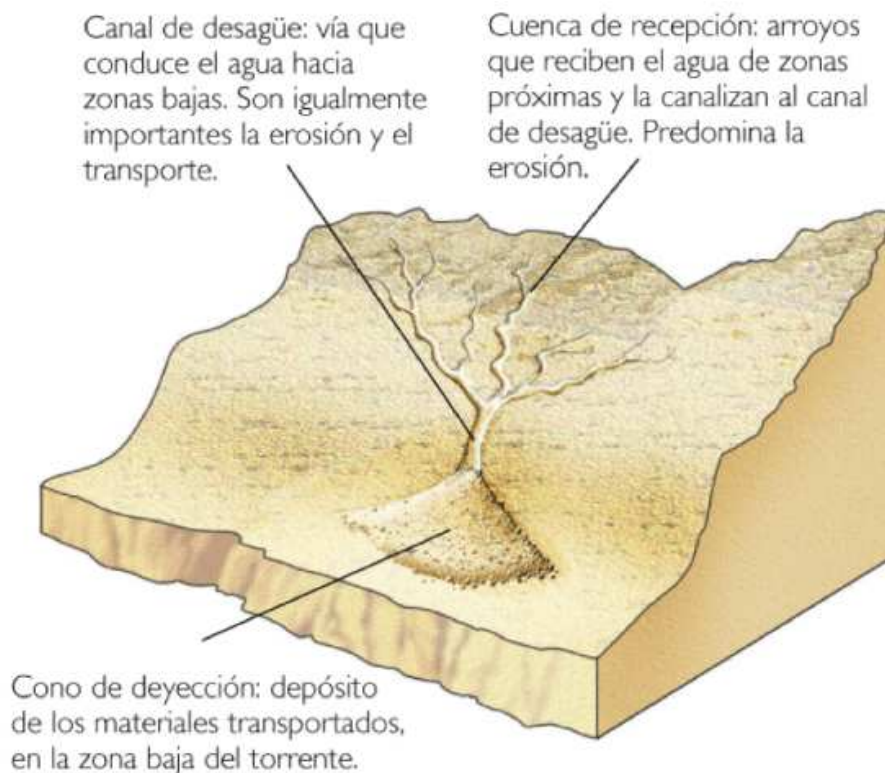


Figura. II.3. Partes de una cuenca hidrográfica

Fuente: <http://www.kalipedia.com/ciencias-tierra-universo>

2.2.4 Clasificación

La clasificación más adecuada se la realiza de acuerdo a su extensión, llegándose a denominar:

Tabla. II.2. Clasificación de una cuenca hidrográfica

| TIPO | EXTENSIÓN (HA.) |
|-----------------------|-------------------|
| Sistema | > 300.000 |
| Cuenca | 100.000 – 300.000 |
| Subcuenca | 10.000 – 100.000 |
| Microcuenca | 4.000 – 10.000 |
| Minicuenca o quebrada | < 4.000 |

Fuente: INEFAN

En el Ecuador existen 31 sistemas hidrográficos de los cuales 24 pertenecen a la vertiente del Pacífico (incluyendo territorios insulares) y 7 a la vertiente del Amazonas; con un total de 79 Cuencas hidrográficas y 137 subcuencas⁴.

2.3 FACTORES AMBIENTALES

Los factores ambientales son aquellos que presentan la relación existente entre los seres vivos y el ambiente, además, la influencia que éste ejerce sobre los mismos. Los factores determinan las adaptaciones, la variedad de especies de plantas y animales, y la distribución de los seres vivos en el planeta.

2.3.1 Factores Físicos

Son aquellos factores que determinan la existencia, el crecimiento y el desarrollo de los seres vivos, así como también el correcto funcionamiento de sus procesos.

2.3.1.a Relieve y Fisiografía

Se refiere a las diferentes formas que adopta la corteza terrestre o litósfera.

2.3.1.a.1 *Parámetros Morfométricos*

La morfometría de cuencas permite establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de una región, lo cual se constituye en un elemento útil para la planificación ambiental.

Los parámetros morfométricos que se toman en consideración son:

☞ Longitud Axial (La):

Es la distancia medida desde la salida o desagüe de la cuenca hasta el punto más alejado de ésta.

⁴ Beltrán, Guillermo, apuntes de la cátedra de Hidrología, 2005

☞ Ancho Promedio (A_p):

Denominado también ancho medio, el cual se lo obtiene al dividir el área de la cuenca para la longitud axial.

☞ Forma:

Es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal, en base a ésta se puede conocer la velocidad con que el agua llega al cauce principal, desde sus vertientes originarias, hasta su desembocadura. Para determinar la forma se utilizan varios índices asociados a la relación área-perímetro y los más comunes son:

➤ Coeficiente de Compacidad (K_c):

Este coeficiente está relacionado con el tiempo de concentración que es el tiempo en que tarda una gota de lluvia en viajar desde la parte más lejana hasta el desagüe de la subcuenca, en este momento ocurre la máxima concentración de agua en el cauce.

➤ Factor Forma (F_f):

Este factor nos indica la tendencia que tiene la subcuenca hacia las crecidas, por lo tanto un bajo factor forma muestra que es menos propensa a tener lluvias intensas y simultáneas y viceversa.

☞ Desnivel Altitudinal:

Es la diferencia existente entre la cota más alta y más baja de la cuenca. La misma se relaciona con la variable climatológica y ecológica en la cual interviene el factor altitudinal.

➤ Altitud Media (H):

Es la variación altitudinal de una cuenca hidrográfica, la cual incide directamente en la distribución térmica, y por lo tanto, marca

la existencia de microclimas y hábitats muy característicos de acuerdo a las condiciones locales.

➤ Mediana de Altitud (Ma):

Está representada por una curva hipsométrica que muestra la distribución de la superficie con respecto a los diferentes valores de altura en la subcuenca.

La mediana de altitud viene dada por un valor de altura que muestra que la superficie de la cuenca está siempre influenciada por factores como: temperatura, evaporación y precipitación, que dependen mucho de la altitud de la zona.

☞ Pendiente media (Pm):

El análisis de la pendiente media es importante debido a que el caudal máximo y el proceso de degradación de la subcuenca están influidos por la topografía, ya que al aumentar la pendiente aumenta la velocidad del río y esto provoca mayor erosión y mayor arrastre de materiales.

☞ Orientación:

Es aquella que indica la dirección geográfica de la cuenca, la cual depende de factores como:

- ✓ Número de horas que esta soleada la cuenca.
- ✓ Angulo de rayos solares.
- ✓ La dirección de los vientos.
- ✓ La dirección de las precipitaciones.
- ✓ La pendiente.

Las cuencas que tienen una orientación de norte a sur, es decir que el cauce principal corre hacia el norte o hacia el sur no reciben insolación uniforme en las dos vertientes durante el día, en cambio las cuencas con

orientación de este a oeste, reciben insolación en las dos vertientes durante el día.

☞ Orden de Cauce:

Es la jerarquización de los cauces que existen dentro de una cuenca hidrográfica.

☞ Densidad de Drenaje (Dd):

Es un índice que permite conocer la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión.

Además, la densidad de drenaje refleja controles topográficos, litológicos y vegetacionales, junto con la influencia del hombre.

☞ Patrón de drenaje:

Corresponde a la distribución de los afluentes que integran la red hidrográfica. Los patrones de drenaje pueden ser erosionales o deposicionales.

☞ Índice Asimétrico (Ia):

Es un índice que relaciona la longitud máxima encontrada en la cuenca, medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente.

☞ Coeficiente de Torrencialidad (It):

Permite conocer las características físicas y morfológicas del río, se lo utiliza para realizar estudios en zonas donde se producen grandes crecidas del río.

☞ Tiempo de Concentración (Tc):

El tiempo de concentración de una determinada cuenca hidrográfica es el tiempo necesario para que el caudal saliente se estabilice, cuando se presenta una precipitación con intensidad constante sobre toda la cuenca.

2.3.1.b Geología y Geomorfología

La geología estudia y analiza la composición, cambios y mecanismos de alteración del planeta y de su superficie desde su origen hasta su estado actual, determinando la textura y estructura de la materia que la compone, como lo son las rocas y materiales derivados, que forman la parte externa de la tierra.

La geomorfología se encarga del estudio y descripción del relieve terrestre y submarino, que son el resultado de procesos destructivos y constructivos que ocurren en la superficie.

2.3.1.c Clima

Son condiciones atmosféricas que caracterizan una región y determinan el tipo de especies tanto de flora como de fauna existente en la misma.

Para el estudio del clima local hay que analizar los elementos del tiempo, como: la biotemperatura, las precipitaciones, la humedad y la evapotranspiración.

2.3.1.c.1 *Biotemperatura*

La biotemperatura es aquella que relaciona la vida vegetal y animal con la temperatura la cual limita la vida de las diferentes especies de flora y fauna. Viene dada en grados centígrados, teniendo un rango de 0°C hasta los 30°C.

2.3.1.c.2 *Precipitación*

La precipitación viene dada en milímetros y se considera como la cantidad de agua que cae de la atmósfera hacia la superficie en forma de lluvia, nieve o granizo (Henao, 1988).

2.3.1.c.3 *Humedad*

La humedad es la relación existente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial, la cual define el grado de saturación de la atmósfera. El rango de clasificación va desde lo desecado, pasando por lo húmedo y llegando hasta lo saturado.

2.3.1.c.4 *Evapotranspiración Potencial*

La evapotranspiración es la cantidad de agua que pierde una superficie mediante la evaporación del suelo y la transpiración de plantas. Cuando esta cantidad de agua es transpirada bajo condiciones óptimas de humedad del suelo y cobertura vegetal, se la denomina evapotranspiración potencial.

Hay una serie de factores que pueden influir sobre estos elementos, como: la latitud geográfica, la altitud del lugar y la orientación del relieve.

Para representar de mejor manera las condiciones climáticas locales, es de gran ayuda la utilización de los diagramas ombrotérmicos.

☞ Diagramas Ombrotérmicos:

Es un gráfico de doble entrada en el cual se representa los valores de temperatura y precipitación recogidos en cada estación meteorológica. Cuando la curva de precipitación queda por debajo de la curva de temperatura, nos indica que es una época árida, y cuando las precipitaciones están muy por encima de la temperatura es una época húmeda (Gausson, 1953).

2.3.1.d Agua

El ciclo del agua es de gran importancia en la naturaleza ya que por medio de sus procesos de evapotranspiración, condensación y precipitación, originan la formación de una cuenca (Ver Figura II.4).

El agua es recolectada y almacenada por las cuencas hidrográficas, y posteriormente es distribuida para consumo humano y animal, además, para los sistemas de riego agrícola, para la dotación de agua a las ciudades e inclusive para la producción de energía eléctrica; por ende, la preservación del agua es importante para el desarrollo integral de la vida.

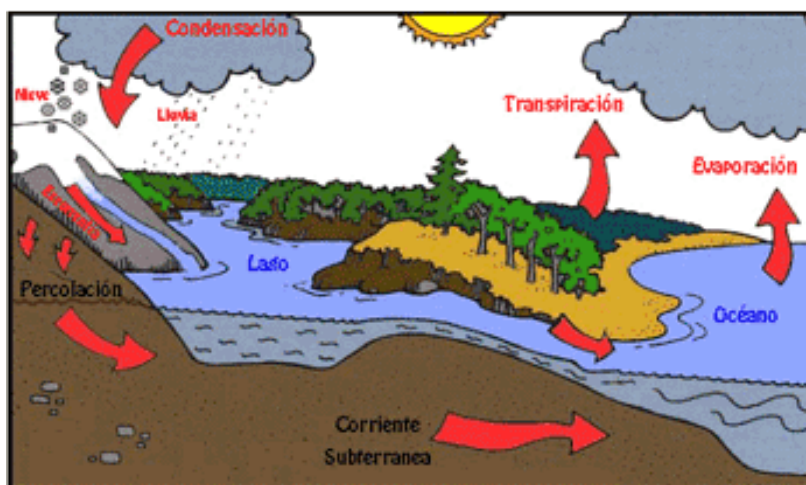


Figura. II.4. Ciclo del Agua

Fuente: <http://elearning.semarnat.gob.mx/cte/MATERIALESAPOYO>

2.3.1.d.1 *Usos del Agua*

Las diferentes formas de aprovechamiento de agua por parte del ser humano se estructuran en el siguiente modelo:

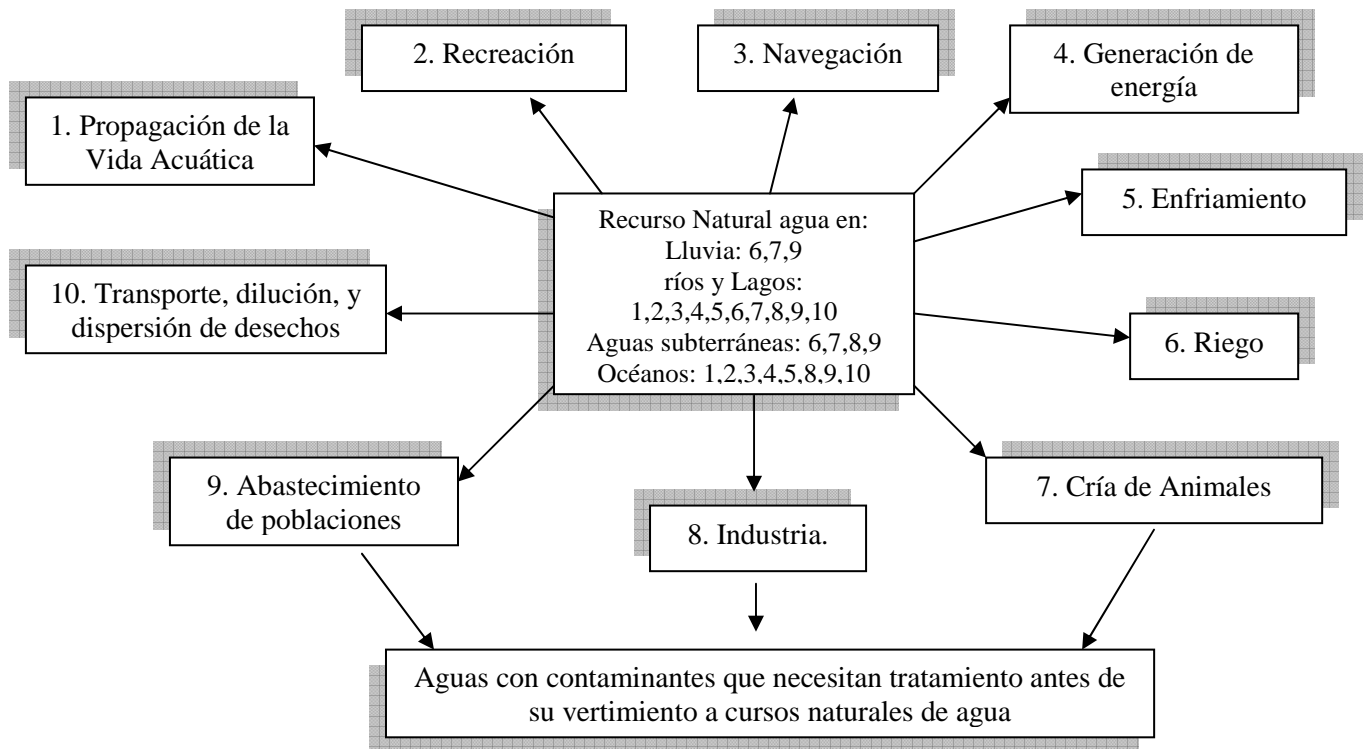


Figura. II.5. Fuentes de Agua, usos y calidad

Fuente: Ing. Guillermo Beltrán - Apuntes de Cátedra de Manejo de Cuencas Hidrográficas

2.3.1.d.2 Calidad del Agua

La calidad del agua es el resultado del impacto de la actividad humana, del ciclo hidrológico natural, y procesos físicos, químicos y biológicos. Para su determinación se deben analizar un conjunto de parámetros, como:

☞ Temperatura:

La temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir. Este indicador influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el potencial de hidrógeno (pH), el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

☞ Conductividad:

Es un indicador del contenido de sales disueltas o de minerales en el agua (mineralización). Depende de la presencia de iones, su concentración

total, movilidad y temperatura de medición. Se expresa en micro-siemens por centímetro (mS/cm).

☞ Potencial de hidrógeno (pH):

El pH es una expresión de la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de un líquido, puede variar entre 1 y 14. Su valor define en parte la capacidad de autodepuración de una corriente y, por ende, su contenido de materia orgánica, además de la presencia de otros contaminantes, como metales pesados.

☞ Turbidez:

La turbidez se define como una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua. Es producida por materias en suspensión, como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos; tales partículas varían en tamaño desde 0,1 a 1.000 nanómetros (nm) de diámetro. Este indicador está directamente relacionado con el tipo y concentración de materia suspendida o sólidos suspendidos en el agua.

☞ Sólidos Totales:

Es la suma de los componentes sólidos, tanto disueltos como en suspensión, que se encuentran en el agua o en las aguas residuales.

☞ Oxígeno Disuelto (OD):

Es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua y que es esencial para los ríos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad.

☞ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):

La demanda bioquímica de oxígeno es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. Normalmente se mide transcurridos 5 días (DBO₅) y se expresa en mg O₂/lt. Si no hay materia orgánica en el agua, no habrá muchas bacterias presentes para descomponerla y, por ende, la DBO tenderá a ser menor y el nivel de OD tenderá a ser más alto.

☞ Coliformes Fecales:

El grupo coliforme incluye todos los bacilos gram-negativos aerobios o anaerobios. Pueden desarrollarse en presencia de sales y otros agentes tensoactivos. El coliforme fecal (*Echerichia Coli*) es un subgrupo de la población total coliforme y tiene una correlación directa con la contaminación fecal producida por animales de sangre caliente.

☞ Nitratos:

Los nitratos son sustancias químicas que se encuentran naturalmente en los suelos en pequeñas cantidades. Los fertilizantes y las aguas negras de origen animal también son fuentes de nitratos.

☞ Fosfatos:

Se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras⁵.

2.3.1.d.3 Caudal

Es la cantidad de agua que un río transporta por unidad de tiempo, ésta dada en m³/s.

⁵ Atiaga, Oliva, apuntes de la cátedra de Contaminación Ambiental, 2007

2.3.1.e Suelo

Es un recurso natural importante para la productividad, y por medio del uso adecuado del mismo, se logra un equilibrio sustentable entre la producción de alimentos y el incremento poblacional acelerado.

El suelo al igual que el aire y el agua, es esencial para la vida ya que es el hábitat en el que se desarrollan las plantas y animales, cuando es manejado de manera prudente se lo considera como recurso renovable.

Gracias al soporte que constituye el suelo es posible la producción de los recursos naturales, por lo cual es necesario comprender las características físicas y químicas para propiciar la productividad y el equilibrio ambiental.

2.3.1.e.1 *Parámetros de análisis de suelos*

☞ Color:

La coloración es un parámetro que generalmente indica la cantidad de materia orgánica que tiene el suelo, por ejemplo si un suelo es más oscuro quiere decir que tiene mayor cantidad de materia orgánica presente, por lo tanto, es más fértil. Si un suelo es amarillento indica la presencia de óxidos de hierro y pueden estar mal drenados, mientras que si son rojos también presentan óxidos de hierro pero están bien drenados. Los suelos grisáceos y claros indican falta de materia orgánica y mayor presencia de sales por lo que son poco fértiles.

☞ Textura:

Esta propiedad, determina la distribución de las partículas minerales según su tamaño, no varía según las condiciones climáticas, y permite conocer las características hídricas de los suelos: por ejemplo, cuanto mayor es el tamaño de las partículas más rápida es la infiltración y menor es el agua retenida por los suelos.

La textura de un suelo se representa de acuerdo a la proporción de arcilla, limo, o arena que éste tenga. La arcilla presenta las partículas más pequeñas con un diámetro inferior a los 0,002 mm., las partículas de limo tienen un diámetro entre 0,002 mm. y 0,005 mm., y una partícula de arena tiene un diámetro entre los 0,005 y 2 mm., de diámetro. Según la mayor o menor proporción de cada una de estas partículas se definen los diferentes tipos de suelos.

Esto se puede explicar en el gráfico de texturas de suelo, descrito a continuación:

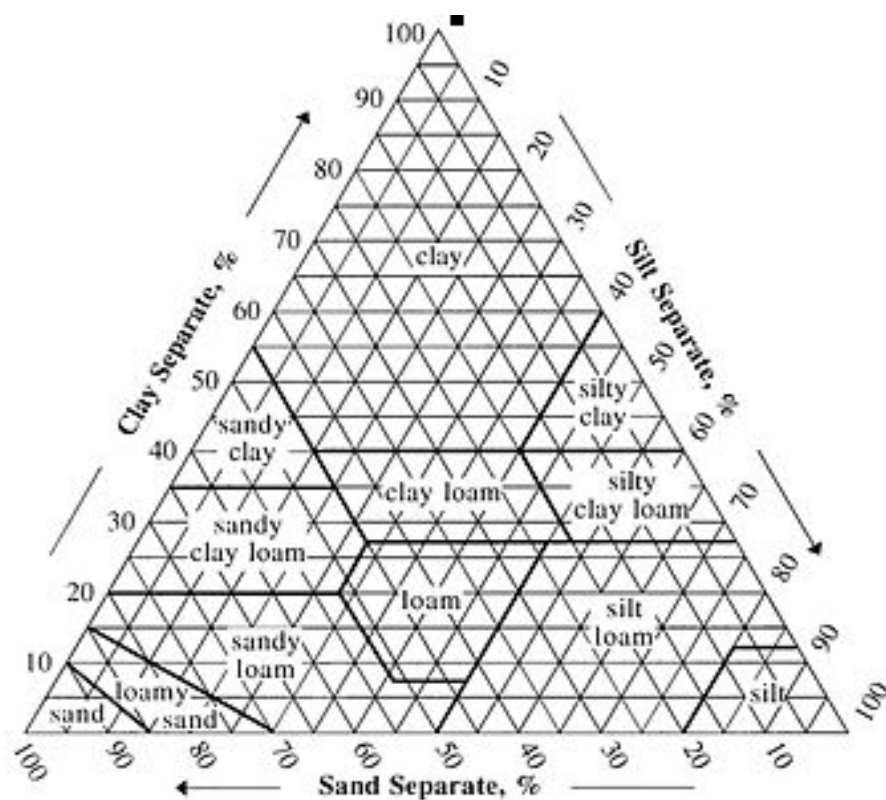


Figura. II.6. Texturas del suelo

Fuente: Manual de Levantamiento de Suelos

☞ Salinidad:

Un suelo es salino si tiene una cantidad excesiva de determinadas sales (cloruros, sulfatos, etc.). En climas húmedos, donde llueve mucho, es raro que haya suelos salinos, puesto que las sales son lavadas en

profundidad y no afectan a la zona de las raíces. En climas secos, son más típicos, ya que no existen esas lluvias abundantes que arrastren las sales.

☞ pH:

Es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos. Un pH entre 6 y 7 es generalmente considerado adecuado en la agricultura.

☞ Acidez:

Se determina por medio del pH y su exceso en el suelo provoca la reducción del crecimiento de las plantas, ocasionando disminución de la disponibilidad de algunos nutrientes como calcio, magnesio y potasio.

☞ Cantidad de Materia Orgánica (MO):

La materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas destruidas y resintetizadas parcialmente y de los residuos animales, se divide en dos grandes grupos:

- ✓ Los tejidos originales y sus equivalentes más o menos descompuestos.
- ✓ El humus, que es considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica.

☞ Consistencia:

Es la resistencia del suelo a la deformación o ruptura del mismo. Dentro de su clasificación éste puede ser suelto, suave, duro, muy duro, etc.

2.3.1.e.2 *Uso Actual del Suelo*

Es cualquier tipo de utilización humana en un terreno, incluido el subsuelo.

2.3.2 Factores Bióticos

Dentro de cada ecosistema se encuentra, una gran variedad de especies de animales y plantas. La clasificación de este factor es la siguiente:

2.3.2.a Zonas de Vida

Son áreas con condiciones ambientales similares, con respecto a parámetros como: temperatura, precipitación, humedad y evapotranspiración (Ver Figura II.7).

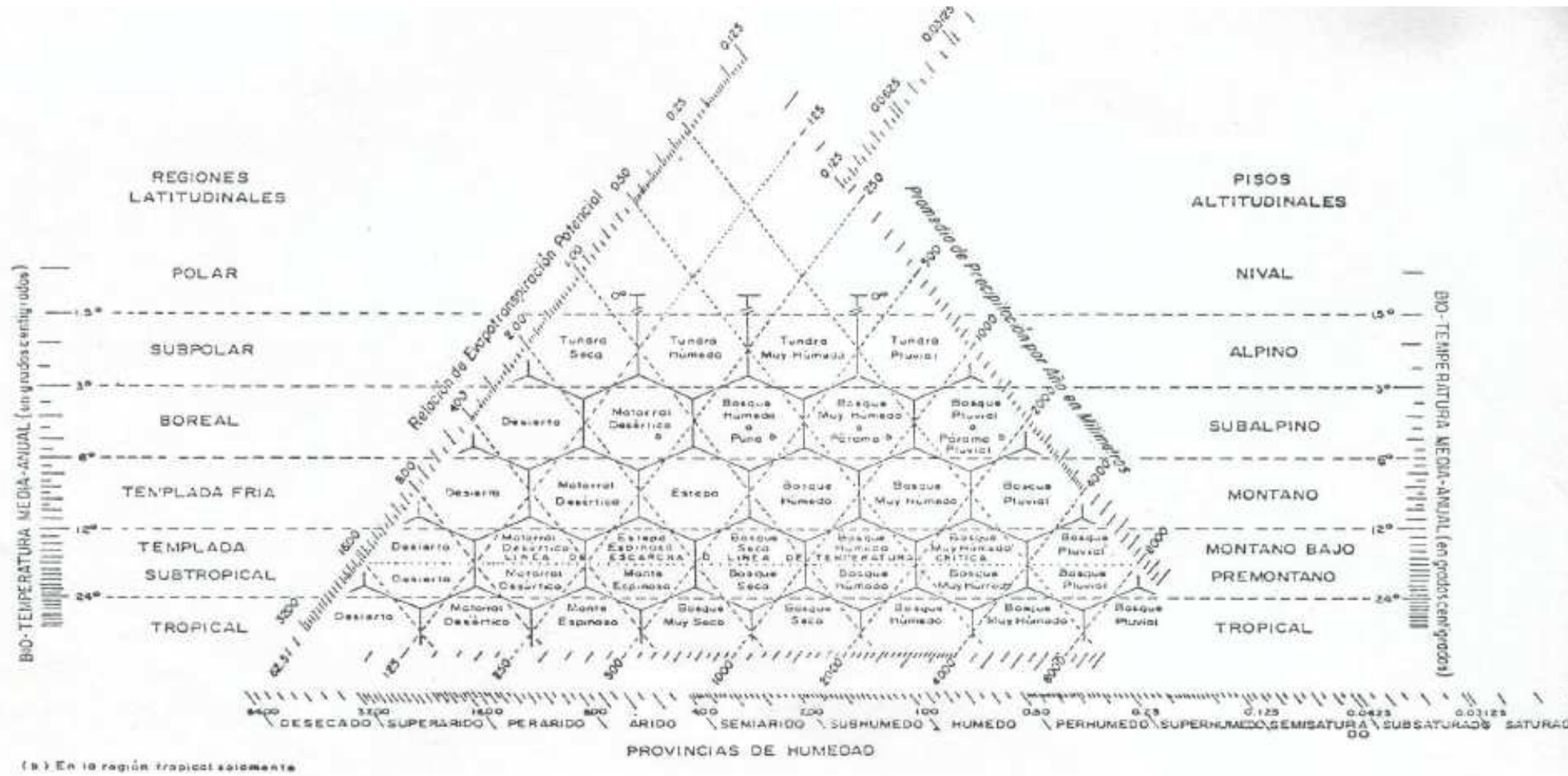


Figura II.7. Zonas de Vida

Fuente: Henao, 1988

2.3.2.b Flora

Es el conjunto de especies vegetales que forman parte de una región geográfica; las cuales, de acuerdo a sus características, abundancia y períodos de floración, identifican el período geológico y ecosistema al que pertenecen.

Factores ambientales como la humedad, temperatura y otros, son determinantes al momento de distinguir la distribución y tipo de vegetación existente en una zona.

2.3.2.c Fauna

Es la distribución de las especies en el planeta y su desarrollo depende de varios factores ambientales como temperatura y disponibilidad de agua. Entre éstos sobresalen las relaciones posibles de competencia o depredación entre las especies.

Los animales suelen ser muy sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat; por ello, un cambio en la fauna de un ecosistema indica una alteración en uno o varios de los factores de éste.

2.4 FACTORES SOCIO ECONÓMICOS CULTURALES

Desde tiempos remotos el hombre ha intervenido en la naturaleza con la finalidad de dominarla y explotarla. El medio, es el espacio físico donde se desarrolla la sociedad y donde se llevan a cabo las relaciones entre ellas. Existe una relación recíproca entre la sociedad y la naturaleza, basándose en dos hechos principales:

- ✓ Acciones que el hombre realiza y que inciden en la naturaleza.
- ✓ Efectos ecológicos que se generan en la naturaleza y que influyen en la sociedad humana.

Uno de los acontecimientos importantes que experimenta la humanidad en la actualidad es el crecimiento demográfico acelerado, siendo éste un factor

determinante para la disponibilidad y calidad de los recursos naturales y el equilibrio de los ecosistemas.

La mayoría de teorías económicas en la actualidad sostienen que se puede dar un crecimiento económico sin destruir los recursos, acercándose a la idea de desarrollo sustentable. Existen cuatro factores importantes para llegar al objetivo deseado:

- ✓ Conservación
- ✓ Aprovechamiento
- ✓ Desarrollo
- ✓ Regeneración de los recursos naturales

En los últimos años, ha surgido una especie de “ambientalismo economicista”, el cual ve en el ambiente una fuente de ganancias, riqueza, crecimiento y estabilidad, de esta manera las empresas comienzan a producir programas, usar tecnologías, consumir bienes y servicios con orientaciones ecologistas.

2.4.1 Población

Es la cantidad de individuos existentes en un determinado espacio geográfico. Términos relacionados con este factor, son: densidad poblacional, tasa de crecimiento poblacional, migración y pobreza.

2.4.2 Salud

Es uno de los temas indispensables de abordar en una sociedad, en donde el bienestar físico, mental y social, en armonía con el medio ambiente, constituye la base para el desarrollo de una región. Dentro de salud se analizan parámetros, como: esperanza de vida y tasa de mortalidad.

2.4.3 Educación

La educación y el conocimiento permiten el desarrollo económico y social de los países al igual que la integración del individuo a la sociedad lo cual trae consigo el incremento de oportunidades para una mejor calidad de vida.

Una de las premisas básicas de la igualdad de oportunidades en la sociedad es el acceso a la educación, ya que ésta debe estar abierta a todos los ciudadanos de una región o del país entero.

2.4.4 Infraestructura

Se considera como infraestructura a las obras o intervenciones antrópicas realizadas sobre un territorio para acceder a él y mostrar su potencial de desarrollo. Las primeras obras son aquellas de supervivencia, como: agua y vivienda; para después continuar con las vías de acceso que permitan ampliar el área de influencia de la actividad humana y tecnologías más avanzadas para generar energía y permitir la comunicación a larga distancia.

2.4.5 Paisaje

Se define por sus formas naturales o antrópicas y se encuentra compuesto por elementos que interactúan entre sí. Estos elementos son bióticos, abióticos y acciones humanas.

2.4.6 Capital Social

Se refiere al valor intrínseco o colectivo de las sociedades que involucra un conjunto de virtudes humanas, como: solidaridad, confianza, conciencia cívica, ética, cooperación, entre otros valores predominantes en la sociedad, con el objetivo de establecer normas y vínculos de reciprocidad que permitan fomentar el trabajo conjunto entre las comunidades.

A lo largo de los años el ser humano y las sociedades en general, se han dado cuenta que para lograr un desarrollo económico no sólo es importante preocuparse por cuánto se produce, cuánto se compra o vende, sino que también

es necesario el apoyo y trabajo en conjunto de todas las personas que conforman desde una comunidad o pueblo, hasta una nación o estado, permitiendo así un desarrollo sostenido, participativo y equitativo.

2.4.7 Tenencia de Tierra

Es un conjunto de normas que regulan el acceso, adquisición, uso, control y transferencia de la tierra, determinando bajo qué condiciones se tiene una propiedad.

2.4.8 Actividades Económicas

Son acciones que realiza el hombre para obtener, transformar e intercambiar recursos que le ofrece la naturaleza. Además establecen el grado de desarrollo y definen las formas de vida de cada país.

2.5 ANALISIS FODA

Es una herramienta analítica que permite trabajar con toda la información disponible del área de estudio y de esta manera generar un cuadro de la situación actual de la misma, permitiendo la obtención de un diagnóstico bastante preciso que permita, en función de éste, tomar decisiones que vayan de acuerdo a los objetivos y políticas planteadas, además, permite examinar las interacciones tanto internas (fortalezas y debilidades) como externas (oportunidades y amenazas) de la zona.

2.5.1 Fortalezas

Son capacidades especiales de la zona que brindan privilegios a la población, por ejemplo: recursos naturales, actividades económicas, capacidades de la población, entre otras.

2.5.2 Debilidades

Son factores que causan una posición desfavorable frente a otras áreas e influyen de manera negativa en la cuenca.

2.5.3 Oportunidades

Son factores favorables dentro de la cuenca, que tienen la capacidad de ser explotados, para el desarrollo de ésta.

2.5.4 Amenazas

Son situaciones que proviene del entorno en el que se desarrolla la cuenca y son externas a ella, estas situaciones ponen en riesgo su desarrollo y es necesario implementar estrategias adecuadas para combatirlas.

2.6 MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

El manejo de cuencas hidrográficas es un proceso de planificación que involucra temas de gestión ambiental, ordenamiento territorial, desarrollo regional y en general acciones orientadas al mejoramiento de la calidad de vida de la población de una cuenca.

2.6.1 Utilización de herramientas SIG orientado al manejo de cuencas

El conjunto de datos que se originan con el análisis de los recursos y factores que intervienen en la cuenca hidrográfica, pueden ser almacenados y representados en los SIG, permitiendo la espacialización de los mismos, teniendo como resultado final los mapas en los cuales se encuentra la información detallada de cada uno de los parámetros de la zona de estudio.

Los datos obtenidos en una cuenca hidrográfica son de dos tipos: aquellos recopilados en campo, y los derivados de la percepción remota, que también son verificados en campo. Estos datos pueden ser manipulados conforme varíen las características en cada sector.

Mediante los SIG se puede relacionar en forma coherente y sistemática los datos de localización de los recursos, con sus características cuantitativas y

cualitativas, ofreciendo una visión integral y territorial de los datos, lo cual permite mejorar las técnicas analíticas, estadísticas y geoestadísticas⁶.

2.6.1.a Modelo SIG

Crear un Modelo SIG para resolver algún problema requiere seguir las siguientes etapas (Cristancho, 2003):

2.6.1.a.1 *Conceptualización*

Es la identificación y planteamiento claro del problema a solucionar, su alcance, y la definición del dominio espacial y temporal del estudio.

2.6.1.a.2 *Diseño*

Establecimiento de las variables que intervienen en la cuenca. Se definen las operaciones analíticas a realizar entre los grupos de variables. Se crea un modelo físico de datos.

2.6.1.a.3 *Implementación*

En esta fase se traduce a código el modelo esquemático; implica la solución a problemas de programación (lenguajes, planteamiento de ecuaciones, etc.)

2.6.1.a.4 *Análisis y modelamiento*

Se seleccionan los métodos y operaciones específicas para los análisis de datos. Se detallan esquemas de flujo.

2.6.1.a.5 *Verificación funcional*

Se ve la variación de los resultados ante cambios en las variables dentro del rango de variación natural.

⁶ Padilla, Oswaldo, apuntes de la cátedra de Sistemas de Información Geográfica II, 2007

2.6.1.a.6 Validación

Es un análisis que determina el grado de aproximación o de precisión de los datos, comprobando si existe concordancia en ellos.

2.7 MODELO CARTOGRÁFICO

El modelamiento cartográfico es un conjunto de operaciones de análisis y comandos interactivos, utilizando mapas que actúan como una pila cuyo fin es procesar decisiones de tipo espacial (TOMLIN, 1990 et al DEMERS, 1997). La realidad esta representada en mapas (Ver Figura II.8).

Modelo Cartográfico "se refiere a la utilización de las funciones de análisis de un sistema de información geográfica bajo una secuencia lógica de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos" (IGAC, 1995).

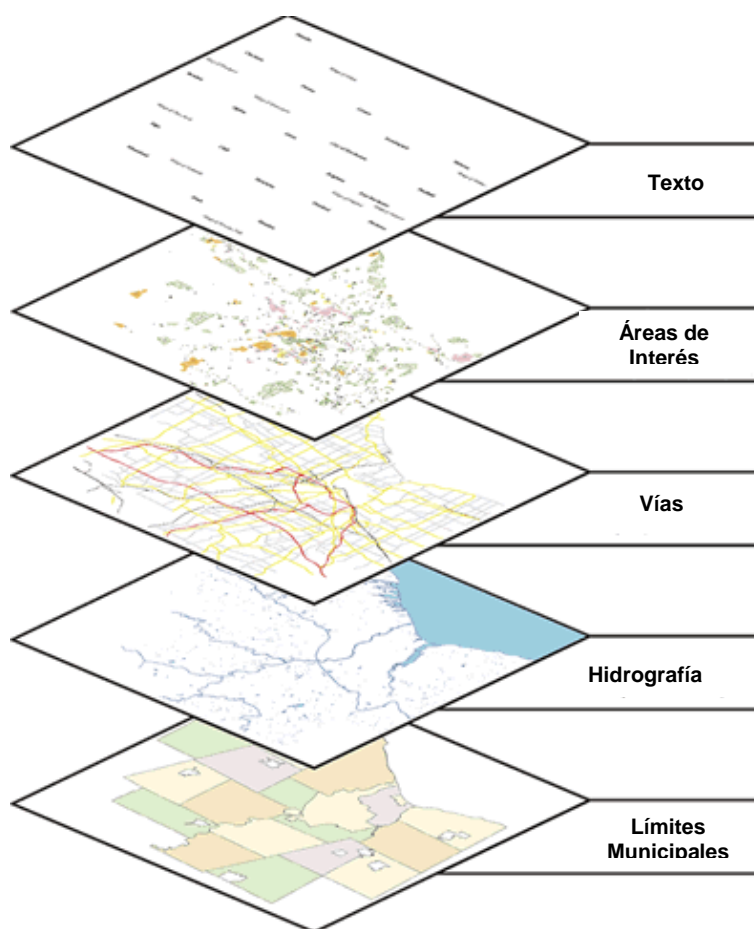


Figura. II.8. Sobreposición de mapas

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

2.7.1 Características de los Modelos Cartográficos

La información disponible sirve para generar mapas que representan la realidad en cuanto a temas ambientales, sociales, de ordenamiento, entre otros; que pueden ser desarrollados mediante procesos como álgebra de mapas, generación de bases de datos, interpretación de fotografías, análisis de imágenes y un sin fin de procesos que se detallan en un modelo cartográfico y que ayudan a comprender mejor el proceso de elaboración de un mapa, que servirá posteriormente para la toma de decisiones.

Cristancho (2003) establece como características de los modelos cartográficos:

- ✓ La presentación de una secuencia lógica de operaciones analíticas expresadas en Diagramas de Flujo.
- ✓ Apoyo al uso de un SIG en planeamiento, realización de consensos y resolución de conflictos.

En un esquema de flujo se presentan primero los datos o mapas de entrada, luego los mapas derivados, a continuación los mapas de interpretación, y finalmente el resultado ó interpretación final integrada. Un mapa de entrada puede ser el de altitudes, el mapa derivado podría ser el de pendientes y el mapa interpretado sería por ejemplo los mapas con pendientes seleccionadas.

2.7.2 Tipos de Modelado Cartográfico

“Todos los procedimientos de modelado cartográfico se basan en los datos tomados de dos o más capas de información inicial, para generar, una nueva capa o mapa” (Bosque, 1997).

Las operaciones difieren según el tipo topológico (puntos, líneas y polígonos) de los objetos geográficos de la información inicial. La siguiente tabla resume las posibilidades existentes:

Tabla. II.3. Operaciones topológicas

| CAPA INFORMACIÓN B | CAPA INFORMACIÓN A | | |
|------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| | Puntos | Líneas | Polígonos |
| Puntos | Coincidencia de Puntos | Punto en Línea | Punto en Polígono |
| Líneas | | Intersección de líneas | Línea en Polígono |
| Polígonos | | | Superposición de polígonos |

Fuente: Bosque Juan, 1992

2.8 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

2.8.1 Zonificación Ecológica Económica (ZEE)

Es una planificación que se realiza para determinar el uso sostenible de la tierra en base a parámetros bióticos, físicos, socioeconómicos y culturales; identificando así las limitaciones y potencialidades de la zona de estudio.

La ZEE brinda información que sirve para tomar decisiones en cuanto a los usos del territorio, que beneficie a las comunidades y gobiernos locales que, tomando en cuenta las necesidades de la población y su armonía con el medio ambiente, puedan decidir sobre el futuro de las tierras.

Los objetivos fundamentales de una ZEE son:

- ✓ Identificar áreas con problemas o necesidades especiales que puedan necesitar protección o conservación.
- ✓ Identificar áreas donde se puedan introducir nuevos usos (agropecuario, minero, forestal, ecoturismo, pesca, etc.) mediante la implantación de programas, servicios e incentivos financieros.
- ✓ Concienciar a la población sobre el uso adecuado del territorio, evitando así conflictos sociales y daños ambientales.

- ✓ Orientar la formulación, aprobación y aplicación de políticas nacionales, sectoriales, regionales y locales, sobre el uso sostenible de los recursos naturales y del territorio.
- ✓ Fortalecer el desarrollo económico del territorio para que se incremente la inversión.
- ✓ Tener una base técnica ambiental para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica y que ayude a mejorar la infraestructura económica y social.

2.8.1.a Características de la ZEE

Una ZEE comprende un período de 5 a 25 años, es aplicable para todo tipo de escalas pero se la realiza principalmente en áreas extensas como cuencas de grandes ríos y regiones fisiográficas que soportan una importante población humana y tiene un gran número de beneficiarios.

2.8.1.b Tipos de ZEE

Los tipos de ZEE son los siguientes:

- ✓ Macrozonificación (escala $\leq 1:250000$)
- ✓ Mesozonificación (escala $\leq 1:100000$)
- ✓ Microzonificación (escala $\leq 1:25000$)

Todos estos tipos de ZEE son orientados a la elaboración, aprobación y promoción de proyectos de desarrollo, planes de manejo en áreas y temas específicos en el ámbito local. Además, contribuyen al ordenamiento y acondicionamiento territorial, así como al desarrollo urbano.

2.8.1.c Capacidad de Uso del Suelo

Es una zonificación que se realiza en base a la geomorfología, características físicas y químicas del suelo, y datos del clima; en los que se determinan unidades o clasificaciones dependiendo de las ventajas y limitaciones del suelo.

2.8.1.d Uso Potencial

Es un análisis que se realiza en base a factores físicos, bióticos, sociales y económicos de la zona de estudio, en donde se busca optimizar el uso de las tierras, sin perjudicar al medio ambiente y beneficiando a toda su población.

2.8.1.e Síntesis Socioeconómica

Es el nivel de infraestructura que posee cada una de las poblaciones dentro de una cuenca hidrográfica, y se toman en cuenta ciertas unidades de valoración descritas a continuación:

2.8.1.e.1 *Valor productivo*

Mayor aptitud para actividades productivas (agropecuarios, forestales, industriales, pesqueros, mineras, turísticas, entre otras).

2.8.1.e.2 *Valor histórico cultural*

Estrategia especial por fuerte incidencia de usos ancestrales, históricos y culturales.

2.8.1.e.3 *Aptitud urbana e industrial*

Condiciones para el desarrollo urbano y para la infraestructura industrial.

2.8.2 Caudal Ecológico

Las diferentes actividades humanas que se realizan a lo largo de un río o fuente de agua producen un impacto negativo en el estado físico y químico de ésta. Actividades industriales, ganaderas, agrícolas, construcción de presas hidráulicas, entre otras, pueden contribuir a la contaminación de fuentes de agua superficiales como los ríos, y aguas subterráneas como acuíferos.

El término caudal ecológico se refiere al caudal mínimo necesario para el mantenimiento de los hábitats naturales importantes en la conservación de la

flora y fauna, preservación del paisaje y la purificación natural del agua; es decir que, a más de aprovechar el agua para el consumo humano u otras actividades ya antes mencionadas, es necesario mantener fijo un caudal que permita conservar la biodiversidad y las funciones ambientales.

2.8.3 Inundaciones

Las inundaciones son una de las catástrofes naturales que mayor número de víctimas producen en el mundo. Se calcula que en el siglo XX, unos 3,2 millones de personas han perecido a causa de inundaciones, lo que representa más de la mitad de los fallecidos por desastres naturales en el mundo durante ese período.

Las grandes lluvias son la causa principal de las inundaciones, pero además hay otros factores importantes:

☞ *Exceso de precipitación.*- Cuando el terreno no puede absorber o almacenar toda el agua que cae, ésta resbala por la superficie (escorrentía) y sube el nivel de los ríos, provocando de esta manera el desborde de los mismos, afectando a las poblaciones y cultivos aledaños.

☞ *Actividades humanas.*- Los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas:

- ✓ A medida que se asfaltan mayores superficies se impermeabiliza el suelo, lo que impide que el agua se absorba por la tierra y facilita que esta llegue con gran rapidez a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.
- ✓ La tala de bosques, y los cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal, facilitan la erosión, con lo que llegan a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación.

- ✓ Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río pero los agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.
- ✓ La ocupación de los cauces por construcciones, reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto, y llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, debido a que no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación; lo cual provoca mayores desbordamientos. Por otra parte el riesgo de perder la vida y de daños personales es muy alto en las personas que viven en esos lugares.

2.9 IMPACTO AMBIENTAL

Es el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. Dicha acción es motivada por la consecución de diversos fines, provocando efectos colaterales ya sean positivos o negativos sobre el medio natural o social.

2.10 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Los planes de manejo, son un instrumento de orientación y planificación, que buscan una adecuada gestión de los recursos naturales y satisfacer las necesidades de las poblaciones mediante el aprovechamiento sostenible de los mismos.

A través de los planes de manejo se proponen diferentes proyectos orientados a originar planes de conservación, investigación y educación ambiental, que representan soluciones a los diferentes problemas ambientales, sociales, económicos, administrativos, entre otros, presentes en un área determinada. Además, ofrecen capacitación e incentivos que permitan a la población conocer que ocurre en su medio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 INTRODUCCIÓN

La metodología de investigación, explica y detalla procedimientos que se han llevado a cabo durante la ejecución del desarrollo del proyecto; involucra procesos basados en fuentes bibliográficas y conocimientos adquiridos, que hacen posible analizar y validar los datos obtenidos en la subcuenca Casacay.

3.2 COMPONENTES AMBIENTALES

3.2.1 Factores abióticos

3.2.1.a Relieve y Fisiografía

Las formas de relieve que caracterizan a cada zona de la subcuenca, se identificaron a través de visitas de campo realizadas al sector, interpretación de fotografías aéreas 1:20000 del año de 1976 y análisis de imágenes satelitales de los años de 1996 y 2000.

3.2.1.a.1 *Parámetros Morfométricos*

☞ Área (A):

Una forma eficaz de obtener el área es mediante la digitalización de la subcuenca en el SIG y con la ayuda de la herramienta *Xtools Pro* del ArcGis 9.x.

☞ Perímetro (P):

Al igual que el área, se lo obtiene mediante cálculos realizados con el *Xtools Pro* del ArcGis 9.x.

☞ Longitud Axial (La):

Este parámetro se obtiene mediante:

- ✓ Transformación del límite de la cuenca en puntos.
- ✓ Cálculo de las coordenadas de cada uno de los puntos.
- ✓ Obtención de la distancia de cada uno de los puntos al punto de la desembocadura. La fórmula para obtener dicha distancia es la siguiente:

$$\sqrt{(X_{desembocadura} - X)^2 + (Y_{desembocadura} - Y)^2} \quad \text{Ec. 1}$$

- ✓ El punto con mayor distancia es el que representa la longitud axial.

Todos estos pasos se los realiza mediante la ayuda del *Xtools Pro* y de la opción *Field Calculator* dentro de la base de datos.

☞ Ancho Promedio (Ap):

Se lo obtiene al dividir el área de la cuenca para la longitud axial:

$$Ap = \frac{A}{La} \quad \text{Ec. 2}$$

☞ Forma:

Para determinar la forma se utilizan los siguientes índices:

➤ Coeficiente de Compacidad (Kc):

A continuación se detallan los tipos de formas de las cuencas hidrográficas:

Tabla. III.4. Formas de las cuencas hidrográficas

| Clase | Rango | Forma |
|-------|-------------|------------------------------------|
| Kc1 | 1.0 - 1.25 | Redonda a Oval Redonda |
| Kc2 | 1.25 - 1.50 | Oval redonda a Oval Oblonga |
| Kc3 | 1.50 - 1.75 | Oval oblonga a rectangular oblonga |

Fuente: Urbina Carlos, 1974

Este coeficiente se lo define como la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área de la cuenca:

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \quad \text{Ec. 3}$$

➤ Factor Forma (Ff):

Gravelius (1914) la define como la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca.

$$Ff = \frac{Ap}{La} \quad \text{Ec. 4}$$

A continuación se detalla un cuadro de susceptibilidad a las crecidas y el rango obtenido de la fórmula antes mencionada:

Tabla. III.5. Susceptibilidad a las crecidas

| Clase | Rango | Susceptibilidad a las crecidas |
|-------|-------------|--------------------------------|
| Ff1 | 0 - 0.25 | Baja |
| Ff2 | 0.26 - 0.50 | Media |
| Ff3 | 0.51 - 0.75 | Alta |
| Ff4 | > 0.75 | Muy Alta |

Fuente: Urbina Carlos, 1974

☞ **Desnivel Altitudinal:**

El desnivel altitudinal se lo calcula mediante la diferencia entre la cota más alta y más baja de la subcuenca.

➤ **Altitud Media (H):**

La fórmula aplicada para la obtención de la Altitud Media es:

$$H = \frac{\sum hi * Si}{A}$$

Ec. 5

hi= diferencia entre dos curvas de nivel sucesivas

Si= área parcial entre dos curvas de nivel sucesivas

A= área total de la subcuenca

➤ **Mediana de Altitud (Ma):**

Para obtener la mediana de altitud se deben considerar dos factores, el primero ubicado en el eje de las abscisas que viene dado por los valores acumulativos del área entre dos curvas sucesivas expresado en porcentaje, el segundo ubicado en el eje de las ordenadas, es el valor de las curvas de nivel.

La resultante se obtiene al trazar una línea perpendicular en el centro del eje de las abscisas que corte a la curva hipsométrica, este punto de corte es el valor de la mediana de altitud.

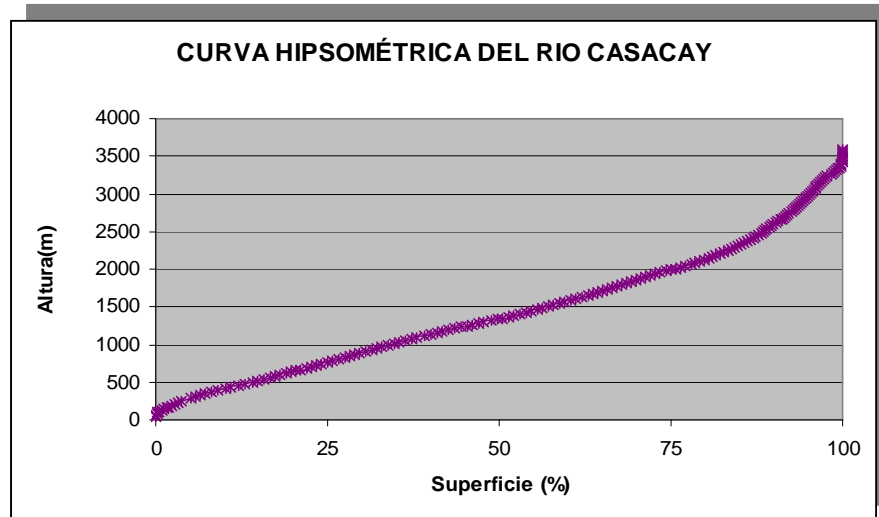


Figura. III.9. Mediana de Altitud

☞ Pendiente media (P_m):

Uno de los métodos para determinar el valor de la pendiente media es el siguiente:

$$P_m = \frac{HM - Hm}{L} \times 100$$

Ec. 6

HM = altura máxima al nacimiento del río (m).

Hm = altura mínima del río a la salida de la cuenca (m).

L = longitud del río o cauce principal (m).

A continuación se detalla la clasificación en términos descriptivos de la pendiente media:

Tabla. III.6. Clasificación de pendiente media

| Pendiente media (%) | Relieve |
|---------------------|---------------|
| 0 - 3 | Plano |
| 3 - 7 | Suave |
| 7 - 12 | Mediano |
| 12 - 20 | Accidentado |
| 20 - 35 | Fuerte |
| 35 - 50 | Muy fuerte |
| 50 - 75 | Escarpado |
| > 75 | Muy escarpado |

Fuente: Henao, Introducción al Manejo de Cuencas, 1988

☞ **Orientación:**

Con el análisis de ubicación y la descripción general del área de estudio, es posible determinar la orientación que tiene la subcuenca.

☞ **Orden de Cauce:**

De acuerdo a Horton (1945), el orden de cauce se lo obtiene mediante la agregación de corrientes, considerando que una corriente de primer orden es aquella que no tiene afluentes o tributarios; una corriente de segundo orden es aquella en donde se reúnen dos corrientes de primer orden; una corriente de tercer orden es donde confluyen dos corrientes de segundo orden y así sucesivamente, hasta la corriente principal de la subcuenca considerada como la que posee el orden más elevado.

☞ **Densidad de Drenaje (Dd):**

Horton (1945) la define como la relación de la longitud de todos los ríos de una cuenca y su superficie:

$$Dd = \frac{Lx}{A}$$

Ec. 7

L_x = longitud de las corrientes

A = área de la cuenca (Km^2).

☞ Patrones de drenaje:

Los patrones de drenaje fueron determinados en base a las visitas de campo, interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas de la subcuenca hidrográfica.

☞ Índice Asimétrico (I_a):

Este índice propuesto por Horton (1945), se lo calcula de acuerdo a la fórmula siguiente.

$$I_a = \frac{L_m}{l} \quad \text{Ec. 8}$$

L_m = longitud máxima de la cuenca.

l = ancho máximo de la cuenca.

Si el índice asimétrico se acerca a cero, la subcuenca tiene la forma de un abanico y su río principal es corto, pero si los valores son mayores a la unidad la subcuenca es alargada.

☞ Coeficiente de Torrencialidad (I_t):

Según Horton (1945), su cálculo se basa en la siguiente fórmula:

$$I_t = Dd * \frac{N^\circ \text{ de cursos de agua de primer orden}}{\text{Area de la cuenca}} \quad \text{Ec. 9}$$

☞ Tiempo de Concentración (T_c):

Según Giandotti (1976), el tiempo de concentración se lo obtiene de la siguiente manera:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{25,3\sqrt{PmL}} \quad \text{Ec. 10}$$

L= longitud del cauce.

Pm= pendiente media.

A= área de la subcuenca.

3.2.1.b Geología y Geomorfología

La geología del sector fue determinada en base a la recopilación de mapas 1:100000 de la zona de estudio, y mediante el modelo digital del terreno se reestructuró de mejor manera la geología de la subcuenca.

El análisis geomorfológico se realizó en base a la interpretación de fotografías aéreas de la zona a escala 1:20000 del año 1976 y al análisis de imágenes aster de los años 1996 y 2000.

3.2.1.c Clima

Con el apoyo del PLAMASCAY y de los datos de temperatura, humedad y precipitación, obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), de seis estaciones ubicadas alrededor de la cuenca, que van desde los años 2000 al 2006 (Anexo A: Datos de Estaciones Meteorológicas), se elaboraron cuadros y diagramas ombrotérmicos que detallan la situación actual del clima de la zona.

Tabla. III.7. Datos Meteorológicos de la subcuenca Casacay

| Zona | Temperatura (°C) | Precipitación (mm.) |
|-------|------------------|---------------------|
| Baja | 24 | 500 - 1000 |
| Media | 12 - 18 | 1000 - 2000 |
| Alta | 7 - 12 | 1000 - 2000 |

Fuente: Modificado del PLAMASCAY, 2007

☞ Diagramas Ombrotérmicos:

Para la elaboración de los diagramas ombrotérmicos de la zona de estudio, se seleccionaron las estaciones con mayor cantidad de datos en los años 2005 y 2006.

3.2.1.d Agua

El estudio de la situación actual del recurso agua en la subcuenca Casacay, tiene un enfoque de conservación, que promueve la utilización racional del agua y establece una conciencia ambiental en cada persona.

Analizando los mapas base a escala 1:50000 proporcionados por PREDESUR y las imágenes satelitales, se estudió el número de microcuencas que posee la subcuenca.

3.2.1.d.1 *Usos del Agua*

Con la ayuda de la Junta Administradora y en base a visitas de campo, se pudieron identificar la infraestructura de las plantas de tratamiento del agua que existen en la zona.

La información que permitió realizar el estudio de usos de agua fue, el Plan Participativo del año 2007 y las encuestas realizadas a la población.

3.2.1.d.2 *Calidad del Agua*

El análisis de calidad de agua consistió, en el estudio de los parámetros de: temperatura, conductividad, potencial de hidrógeno (pH), turbidez, sólidos totales y oxígeno disuelto (OD).

Comparando estos parámetros con los límites permisibles descritos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS) se obtuvo un estudio mas detallado de la calidad del agua en la subcuenca.

Tabla. III.8. Límite permisible para uso humano y consumo doméstico

| Parámetro | Límite Permisible |
|-------------------------------|-------------------------|
| Temperatura | ±3° C |
| Conductividad | 0.005 S/m. |
| Potencial de Hidrógeno | 6,5 a 8,4 |
| Sólidos Totales | 1000 mg./lt |
| Oxígeno Disuelto | 6 mg/lt |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | 2 mg O ₂ /lt |
| Coliformes Fecales | 600 nmp/100 ml |
| Nitratos | 10 mg./lt |
| Fosfatos | 1,1 y 4 ppm |

Los parámetros descritos anteriormente poseen un máximo permisible el cual puede variar según la norma que se estudie y la actividad para la que se requiere. En este caso la norma estudiada es el TULAS y la actividad es para consumo humano y uso doméstico⁷.

3.2.1.d.3 Caudales

El caudal del río Casacay se lo determinó en base al método de aforos con flotador, el cual consta de los siguientes pasos:

- ✓ Se establece una zona de medición y se define una distancia entre 2 puntos en la orilla.
- ✓ Sobre el punto de referencia A se suelta un flotador (corcho, pedazo de madera, etc.).
- ✓ Se toma el tiempo en que tarda en llegar hasta el punto B.
- ✓ Se determina la velocidad, mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{d}{t}$$

Ec. 11

⁷ Los límites permisibles del TULAS, para cualquier tipo de actividad, se encuentran en la página del Ministerio del Ambiente.

d = Distancia

t = Tiempo

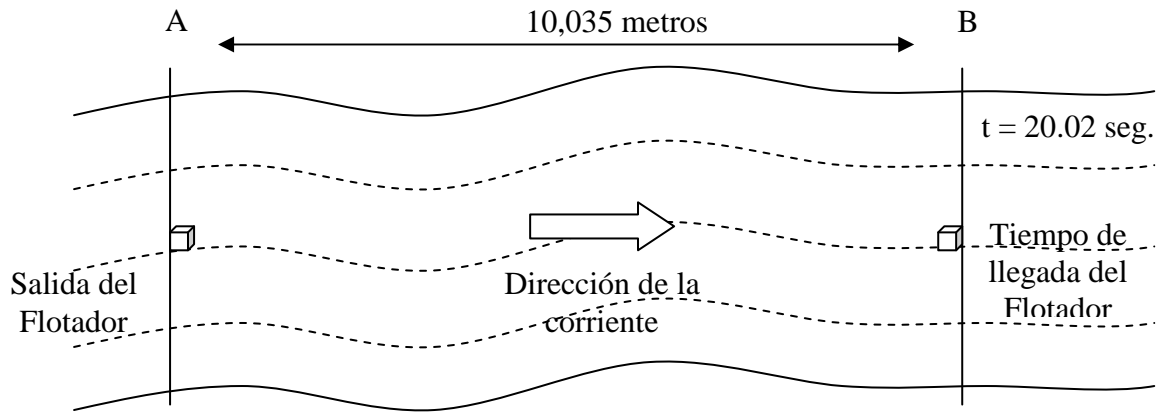


Figura. III.10. Aforo con flotador

✓ Se determina el Área Transversal media, mediante la fórmula:

$$Am = Pm \times D$$

Ec. 12

Pm = Profundidad media

D = Ancho del drenaje

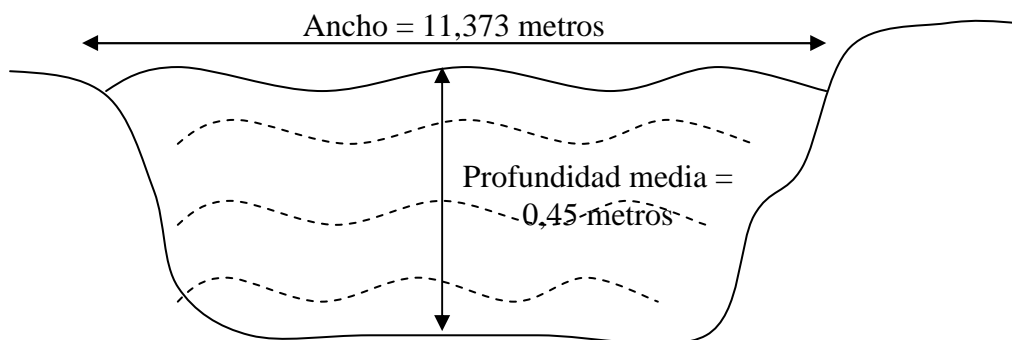


Figura. III.11. Área transversal media

- ✓ Para finalizar, se calcula el caudal en base a la siguiente fórmula:

$$Q = Am \times V$$

Ec. 13

3.2.1.e Suelo

3.2.1.e.1 *Descripción de los tipos de Suelos*

La clasificación de la descripción de los tipos de suelos se tomó en base de la *Soil Taxonomy* de la FAO⁸ (1986).

3.2.1.e.2 *Análisis de Suelos*

En base a la Guía para la Descripción de Perfiles de Suelo realizado por la FAO (1977), se analizaron los parámetros: pH, salinidad, acidez, consistencia, cantidad de materia orgánica, textura y color.

Se tomaron 16 puntos de análisis a lo largo de la subcuenca, 7 en la parte baja, 5 en la parte media y 4 en la sección alta (Anexo B: Tabla de Suelos).

☞ Color:

El método de levantamiento de datos de este parámetro se lo realizó por medio de la observación en campo.

☞ Textura:

Esta prueba es posible realizarla por medio de la observación y del tacto. La clasificación de textura hecha en la subcuenca es la siguiente:

⁸ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Soil Taxonomy*, 1986

Tabla. III.9. Clasificación de textura

| Textura | Grado ⁹ |
|----------|--------------------|
| Fina | 1 |
| Mediana | 2 |
| Granular | 3 |
| Gruesa | 4 |

➤ Tipos de Suelos:

El análisis del tipo de suelos se lo realiza mediante el tacto. Si al apretar el suelo, éste queda compacto, quiere decir que existe mayor cantidad de arcilla; caso contrario, si toda la muestra se disgrega, es que posee mayor cantidad de arena.

☞ Salinidad:

La presencia de sales existentes en la subcuenca fue determinada mediante la observación y la textura presente en cada uno de los puntos de muestreo.

La clasificación de salinidad hecha en la subcuenca es la siguiente:

Tabla. III.10. Clasificación de salinidad

| Salinidad | Grado |
|-----------|-------|
| Nula | 1 |
| Baja | 2 |
| Media | 3 |
| Alta | 4 |

⁹ El campo “grado” es un índice establecido por los autores del presente proyecto para la realización de la interpolación entre los diferentes puntos de muestreos.

☞ pH:

La medición del pH se la realizó mediante el uso de un medidor de pH, el cual se coloca en el suelo y de acuerdo a la coloración, arroja un valor que indica si este es ácido (<7), neutro (=7) o básico (>7).

☞ Acidez:

La acidez es determinada mediante la aplicación de 5 gotas de limón sobre la muestra obtenida, observando la reacción de burbujeo que la muestra presenta ante éste buen agente ácido.

La clasificación de acidez hecha en la subcuenca es la siguiente:

Tabla. III.11. Clasificación de acidez

| Acidez | Grado |
|--------|-------|
| Nula | 1 |
| Baja | 2 |
| Media | 3 |
| Alta | 4 |

☞ Cantidad de Materia Orgánica (MO):

La prueba de cantidad de MO se la realizó mediante la observación y el tipo de color, ya que influye directamente en este parámetro.

La clasificación de la cantidad de MO hecha en la subcuenca es la siguiente:

Tabla. III.12. Clasificación de MO

| Textura | Grado |
|---------|-------|
| Nula | 1 |
| Baja | 2 |
| Media | 3 |
| Alta | 4 |

☞ **Consistencia:**

La consistencia se la determinó únicamente mediante el tacto, al igual que la prueba de los tipos de textura existentes en la zona de estudio.

La clasificación de consistencia hecha en la subcuenca es la siguiente:

Tabla. III.13. Clasificación de consistencia

| Consistencia | Grado |
|--------------|-------|
| Nula | 1 |
| Poca | 2 |
| Media | 3 |
| Compacta | 4 |

3.2.1.e.3 Uso Actual del Suelo

El uso del suelo se determinó con la ayuda del PLAMASCAY (2007), información recolectada en las visitas de campo y tratamiento de imágenes satelitales Aster del año 1996 y 2000.

La información satelital fue procesada en gabinete, y mediante una clasificación no supervisada, se diferenciaron varios tipos de uso del suelo.

3.2.2 Factores bióticos

3.2.2.a Zonas de Vida

Para su obtención fueron analizados parámetros como: biotemperatura, precipitación, humedad y evapotranspiración.

3.2.2.a.1 Biotemperatura

Para su obtención se utilizaron datos de temperatura y altura, del 2000 al 2006, de cada una de las estaciones y dentro de cada zona de la subcuenca. Se realizó un promedio anual y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla. III.14. Biotemperatura

| Estaciones | Altura (m.s.n.m) | Temperatura (°C) |
|---------------------|------------------|------------------|
| Cuenca Alta | 2554 | 9,5 |
| Saraguro | 2525 | 15,21 |
| Cuenca Media | 1385 | 15 |
| Cuenca Baja | 469 | 24 |
| Arenillas | 60 | 25,76 |
| Granja de Sta. Inés | 5 | 24,6 |
| Machala Aeropuerto | 4 | 25,59 |

Fuente: Modificado de Datos INAMHI y del PLAMASCAY, 2007

Mediante estos datos se realizó una regresión lineal en la cual la temperatura está en función de la altura y se obtuvo el presente gráfico:

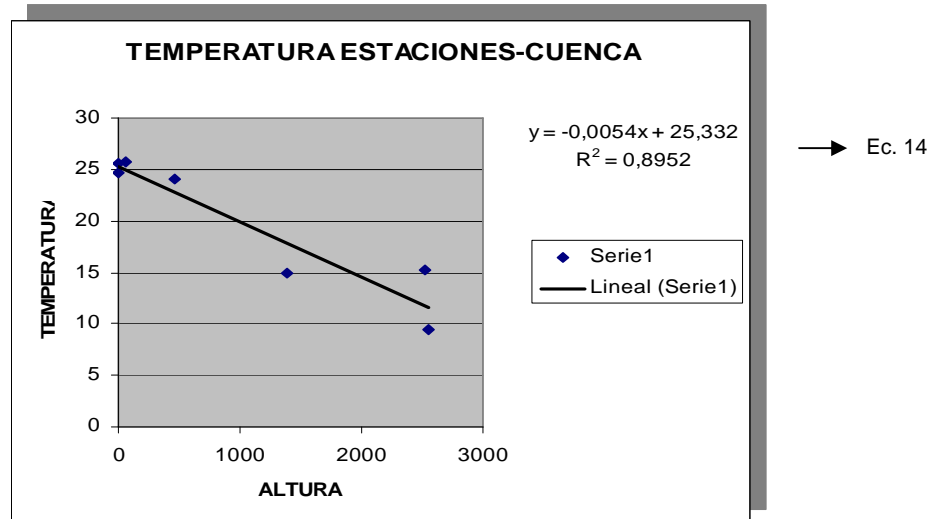


Figura. III.12. Altura vs. Temperatura

La Ecuación 14 se aplica al Modelo Digital del Terreno (DTM) para obtener el mapa de temperatura en función de la altura.

3.2.2.a.2 Precipitación

Para su obtención se utilizaron datos de precipitación de cada una de las estaciones, del 2000 al 2006, y dentro de cada zona de la subcuenca. Se realizó un promedio anual y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla. III.15. Precipitación

| Estación | Precipitación |
|----------------------|---------------|
| Saraguro | 644,22 |
| Granja de Santa Inés | 332,30 |
| Pasaje | 699,70 |
| Uzhcurrumi | 594,90 |
| Arenillas | 275,00 |
| Machala Aeropuerto | 568,30 |
| Cuenca Baja | 500,00 |
| Cuenca Media | 1000,00 |
| Cuenca Alta | 2000,00 |

Fuente: Modificado de Datos INAMHI y del PLAMASCAY, 2007

Para culminar el mapa de precipitación se realizó una interpolación de los distintos datos presentados anteriormente.

3.2.2.a.3 Humedad

Para su obtención se utilizaron datos del 2000 al 2006 de humedad de cada una de las estaciones y dentro de cada zona de la subcuenca. Se realizó un promedio anual, obteniéndose los siguientes datos:

Tabla. III.16. Humedad

| Estación | Humedad |
|----------------------|---------|
| Saraguro | 0,76 |
| Granja de Santa Inés | 0,83 |
| Arenillas | 0,83 |
| Cuenca Baja | 1,50 |
| Cuenca Media | 0,75 |
| Cuenca Alta | 0,38 |

Fuente: Modificado de Datos INAMHI y del PLAMASCAY, 2007

Para culminar el mapa de humedad se realizó una interpolación de los distintos datos presentados anteriormente.

3.2.2.a.4 Evapotranspiración Potencial

Para su obtención se utilizó la fórmula de Thornwaite:

$$ETP = 16 \left(\frac{10t}{I} \right)^a \quad \text{Ec. 15}$$

t= temperatura media anual

$$I = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514} \times 12 \quad \text{Ec. 16}$$

I= índice de calor anual

$$a = 675 * 10^{-9} * I^3 - 771 * 10^{-7} * I^2 + 1792 * 10^{-5} * I + 0.49239 \quad \text{Ec. 17}$$

a= variable

Mediante la aplicación de la fórmula de Thornwaite, se obtuvo:

Tabla. III.17. Evapotranspiración

| Estación | Temperatura | I | a | ETP |
|----------------------|-------------|--------|------|--------|
| Saraguro | 15,21 | 64,67 | 1,51 | 58,28 |
| Granja de Santa Inés | 24,57 | 133,66 | 3,12 | 107,05 |
| Arenillas | 25,76 | 143,59 | 3,47 | 121,89 |
| Machala Aeropuerto | 25,59 | 142,15 | 3,42 | 119,53 |
| Cuenca Baja | 24,00 | 129,00 | 2,97 | 101,14 |
| Cuenca Media | 15,00 | 63,32 | 1,49 | 57,80 |
| Cuenca Alta | 9,50 | 31,71 | 1,00 | 48,18 |

3.2.2.b Flora

Gracias a la información obtenida a través de la mancomunidad, y observaciones en campo, se pudieron identificar cultivos de especies ornamentales, frutales - alimenticias, medicinales, maderables y arbustivas, dentro de la zona de estudio.

3.2.2.c Fauna

Mediante información secundaria, encuestas a la comunidad y observaciones de campo, se determinaron gran variedad de especies a lo largo de la subcuenca.

3.3 COMPONENTES SOCIALES, ECONÓMICOS Y CULTURALES

La información relacionada a la población y a sus distintos indicadores fue recolectada de diversas fuentes: último censo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2001; PLAMASCAY, 2007 y encuestas realizadas a los habitantes de las poblaciones.

3.3.1 Población

Las poblaciones que conforman el área de estudio en conjunto con el número de habitantes son descritas en las siguientes tablas:

Tabla. III.18. Población 1986

| Lugar | Habitantes |
|----------------------|------------|
| Gallo Cantana | 36 |
| Luz de América | 86 |
| Nudillo | 90 |
| Pano | 63 |
| Playas de San Tintín | 120 |
| Casacay | 276 |
| Porvenir | 42 |
| Dumari | 132 |
| TOTAL | 845 |

Fuente: Modificado de Datos del Instituto Geográfico Militar (IGM), 1986

Tabla. III.19. Población 2007

| Lugar | Habitantes |
|----------------------|-------------|
| Gallo Cantana | 110 |
| Luz de América | 125 |
| Nudillo | 75 |
| Pano | 93 |
| Playas de San Tintín | 125 |
| Casacay | 1800 |
| Porvenir | 150 |
| Dumari | 150 |
| TOTAL | 2628 |

Fuente: PLAMASCAY, 2007

Para la elaboración de las encuestas se determinó el tamaño de la muestra, mediante la siguiente fórmula¹⁰:

$$n = \frac{N * Z^2 * \delta^2}{(\tau^2 * (N - 1)) + (Z^2 * \delta^2)} \quad \text{Ec. 18}$$

N = tamaño de la población

Z = grado de confianza

δ = varianza

τ = error estándar

n = tamaño de la muestra

El tamaño total de la población es de 727 viviendas, aplicando la fórmula se determinó un tamaño de la muestra de 264 viviendas a ser encuestadas.

Tabla. III.20. Tamaño de la muestra

| Localidad | Viviendas | TOTAL DE ENCUESTAS |
|----------------------|------------|--------------------|
| Gallo Cantana | 37 | 13 |
| Luz de América | 42 | 15 |
| Nudillo | 25 | 9 |
| Pano | 31 | 11 |
| Playas de San Tintín | 42 | 15 |
| Casacay | 450 | 164 |
| Porvenir | 50 | 18 |
| Dumari | 50 | 18 |
| TOTAL | 727 | 264 |

La clasificación por edades y sexo de ciertas poblaciones que son parte de la subcuenca, se describen a continuación.

¹⁰ Cálculo del tamaño de la muestra, <http://www.isciii.es>, 2004

Tabla. III.21. Grupos de edades

| GRUPOS DE EDADES (%) | | | | | | |
|----------------------|------|---------|------------|----------|--------|-------|
| | Pano | Casacay | San Tintín | Porvenir | Dumari | TOTAL |
| Niñez (0-14) | 42 | 50 | 17 | 40 | 43 | 41 |
| Juventud (15-34) | 42 | 13 | 17 | 25 | 24 | 25 |
| Adulthood(35-64) | 17 | 25 | 67 | 30 | 26 | 29 |
| Vejez(>64) | 0 | 13 | 0 | 5 | 7 | 6 |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Fuente: INEC, Censo 2001

Tabla. III.22. Grupos por sexos

| SEXO (%) | | | | | | |
|----------|------|---------|------------|----------|--------|-------|
| | Pano | Casacay | San Tintín | Porvenir | Dumari | TOTAL |
| Hombres | 42 | 63 | 58 | 85 | 58 | 60 |
| Mujeres | 58 | 38 | 42 | 15 | 42 | 40 |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Fuente: INEC, Censo 2001

3.3.2 Salud

El número de centros de salud en cada una de las poblaciones de la subcuenca, la tasa de mortalidad, esperanza de vida y principales problemas de salud, se han determinado en base a información secundaria y a entrevistas.

Existe información mas detallada de las principales causas de mortalidad registradas en los dos cantones de Chilla y Pasaje que se detallan a continuación.

Tabla. III.23. Principales Causas de Mortalidad

Cantón: Chilla

| Problema | Porcentaje |
|------------------------------------|------------|
| Neoplasia maligna de laringe | 33.3 |
| Insuficiencia Cardiaca | 33.3 |
| Accidentes de transporte terrestre | 33.3 |

Cantón: Pasaje

| Problema | Porcentaje |
|---|------------|
| Accidentes de transporte terrestre | 8.7 |
| Diabetes Mellitus | 6.2 |
| Enfermedades Hipertensivas | 5.8 |
| Enfermedades Cerebro Vasculares | 5.4 |
| Cirrosis y otras enfermedades del hígado | 5.4 |
| Neoplasia Maligna del estómago | 3.7 |
| Insuficiencia Cardíaca | 3.7 |
| Neumonía | 3.7 |
| Enfermedades mal definidas y complicaciones | 3.7 |
| Afecciones en el período pre natal | 3.7 |

Fuente: Anuario estadístico de recursos y actividades de salud, DIPES – ESSA, 2007

3.3.3 Educación

Un buen indicador para conocer el nivel de educación que existe en la zona de estudio, es la tasa de alfabetismo, la cual indica el porcentaje de la población que sabe leer y escribir.

Tabla. III.24. Porcentaje de Alfabetismo

| PORCENTAJE | | | | | | |
|------------|------|---------|------------|----------|--------|-------|
| | Pano | Casacay | San Tintín | Porvenir | Dumari | TOTAL |
| Si | 100 | 57 | 92 | 95 | 78 | 81 |
| No | 0 | 43 | 8 | 5 | 22 | 19 |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Fuente: INEC, Censo 2001

3.3.4 Infraestructura

3.3.4.a Red Vial

Por medio de las visitas de campo donde se tomaron puntos *Global Positional System* (GPS), del mapa base y la digitalización de las cartas

topográficas 1:25000 proporcionadas por el IGM, se identificaron las principales vías dentro de la subcuenca.

3.3.4.b Centros de Salud

Los principales centros de salud identificados dentro de los cantones que abarca la subcuenca, son:

Tabla. III.25. Establecimientos de Salud

| Cantón | Establecimiento | Número |
|--------|----------------------|--------|
| Chilla | Subcentro de Salud | 1 |
| Pasaje | Hospitales Generales | 2 |
| | Subcentros de Salud | 12 |
| | Dispensarios Médicos | 2 |
| | Clínica Privada | 1 |

Fuente: DIPES – ESSA, 2006

3.3.4.c Centros Educativos

Dentro de la zona de estudio se determinaron los siguientes centros educativos:

Tabla. III.26. Centros educativos de la subcuenca del Casacay

| Localidad | Nombre del Centro Educativo |
|----------------------|--|
| Casacay | Escuela Dr. Leonidas García Colegio de ciclo básico “Francisco Ochoa Ortiz” |
| Dumari | Escuela Dr. Edmundo Carbo |
| Gallo Cantana | Escuela ciudad de Chilla |
| El Porvenir | Escuela sin nombre |
| Playas de San Tintín | Escuela sin nombre |
| Luz de América | Escuela sin nombre |

Fuente: PLAMASCAY, 2007

3.3.5 Paisaje

La identificación del paisaje se realizó a través de observaciones de campo y fotografías de la cuenca.

3.3.6 Vivienda

La cantidad de viviendas existentes en cada una de las poblaciones inmersas en la subcuenca son:

Tabla. III.27. Viviendas de la subcuenca del Casacay, 1986

| Lugar | Viviendas |
|----------------------|------------|
| Gallo Cantana | 12 |
| Luz de América | 43 |
| Nudillo | 30 |
| Pano | 21 |
| Playas de San Tintín | 40 |
| Casacay | 75 |
| Porvenir | 14 |
| Dumari | 66 |
| TOTAL | 301 |

Fuente: Modificado de Datos IGM, 1986

Tabla. III.28. Viviendas de la subcuenca del Casacay, 2007

| Lugar | Viviendas |
|----------------------|------------|
| Gallo Cantana | 37 |
| Luz de América | 42 |
| Nudillo | 25 |
| Pano | 31 |
| Playas de San Tintín | 42 |
| Casacay | 450 |
| Porvenir | 50 |
| Dumari | 50 |
| TOTAL | 727 |

Fuente: PLAMASCAY, 2007

El tipo de estructura y de construcción, son indicadores del tipo de vivienda existente en la zona de estudio.

La información sobre tenencia de tierra, capital social y actividades económicas en la subcuenca del río Casacay, se obtuvo en base a las fuentes descritas al inicio del análisis de los factores socioeconómicos culturales.

3.4 UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG ORIENTADA AL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

3.4.1 Procesamiento de Mapas

A continuación se detalla la elaboración o recopilación de cada uno de los mapas que se obtuvieron como resultado:

3.4.1.a Mapa Base

Escala 1:25000

Fuente: Cartas topográficas 1:25000, IGM.

Tabla. III.29. Cartas Topográficas

| Nombre | Código |
|-------------------|------------|
| Casacay | CT-NVI A4c |
| Challiguro | CT-NVI C2a |
| Unión de Tamacado | CT-NVI C2b |
| Cerro Azul | CT-NVI C2c |
| Chilla | CT-NVI C2d |

Proceso:

Tabla. III.30. Proceso de elaboración del Mapa Base

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|--|------------------------------------|--|
| Escaneo de cartas topográficas | <i>Escáner</i> | |
| Georeferenciación de cartas topográficas | <i>ArcGis 9.2 - Georeferencing</i> | Coordenadas proyectadas WGS 84 Zona 17 S |
| Digitalización de Cartas Topográficas (Límite de la subcuenca, curvas de nivel, red hidrográfica, cotas, vías, casas, escuelas e iglesias) | <i>Editor - ArcGis 9.2</i> | Creación de base de datos |
| Corrección de Topología | <i>Topology - ArcGis 9.2</i> | No existencia de errores en las coberturas del Mapa Base |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.b Modelo Digital del Terreno (DTM)

Escala: 1:25000

Resolución Espacial: 10 metros

Fuente: Autores

Proceso:

Tabla. III.31. Proceso de elaboración del DTM

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|---|--------------------------------|--|
| Creación de una Red de Triángulos Irregulares (TIN) | <i>3D Analyst - ArcGis 9.2</i> | Utilización de curvas de nivel y el límite de la subcuenca |
| Transformación de TIN a formato Raster (DTM) | <i>3D Analyst - ArcGis 9.2</i> | Velocidad de despliegue óptima |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.c Mapa de Pendientes

Escala: 1:25000

Resolución Espacial: 10 metros

Fuente: Autores

Proceso:

Tabla. III.32. Proceso de elaboración del Mapa de Pendientes

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|-----------------------------------|--|--|
| Creación del Raster de Pendientes | <i>Slope - Spatial Analyst - ArcGis 9.2</i> | Utilización del DTM |
| Reclasificación de Pendientes | <i>Reclassify - Spatial Analyst - ArcGis 9.2</i> | Clasificación descrita en la Tabla. III.6. |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.d Mapa Geológico

Escala: 1:100000

Fuente: Ing. Marcelo Cando

Proceso:

Tabla. III.33. Proceso de elaboración del Mapa Geológico

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|--|--|---|
| Despliegue de la cobertura Geología | <i>ArcGis 9.2</i> | Obtenida del Ing. Marcelo Cando (CLIRSEN) |
| Creación del Mapa de Sombras (Resolución Espacial:10 metros) | <i>Hillshade -Spatial Analyst - ArcGis 9.2</i> | Utilización del DTM |
| Re digitalización de la cobertura Geología | <i>Editor y X Tools - ArcGis 9.2</i> | Creación de base de datos y utilización del Mapa de Sombras |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.e Mapa Geomorfológico

Escala: 1:25000

Fuente: Autores

Proceso:

Tabla. III.34. Proceso de elaboración del Mapa Geomorfológico

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|--|--|---|
| Interpretación de Fotografías Aéreas | <i>Estereoscopio</i> | Utilización de láminas de acetato |
| Escaneo de Fotografías Aéreas | <i>Escáner</i> | |
| Georeferenciación de Fotografías Aéreas | <i>ILWIS</i> | Utilización del DTM |
| Digitalización de Geomorfología | <i>Editor y X Tools - ArcGis 9.2</i> | Utilización de lo interpretado de las Fotografías Aéreas y el Mapa de Sombras |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.f Mapa de Microcuencas

Escala: 1:25000

Fuente: Autores

Proceso:

Tabla. III.35. Proceso de elaboración del Mapa de Microcuencas

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|------------------------------------|--|--|
| Digitalización de las Microcuencas | <i>Editor y X Tools - ArcGis 9.2</i> | Utilización de las cartas topográficas y creación de base de datos |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.g Mapa de Descripción de Tipos de Suelo

Escala: 1:25000

Fuente: Autores

Proceso:

Tabla. III.36. Proceso de elaboración del Mapa de Descripción de Tipos de Suelo

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|---|--------------------------------------|--|
| Digitalización de los Tipos de Suelo según la FAO | <i>Editor y X Tools - ArcGis 9.2</i> | Utilización de Geomorfología y creación de base de datos |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.h Mapa de Tipos de Suelo

Escala: 1:25000

Fuente: Autores

Proceso:

Tabla. III.37. Proceso de elaboración del Mapa de Tipos de Suelo

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|--|---|---|
| Despliegue de puntos tomados en campo | <i>Display - ArcGis 9.2</i> | Creación de base de datos |
| Interpolación de los diferentes porcentajes de arena, arcilla y limo | <i>Inverse Distance Weighted - Spatial Analyst y X Tools - ArcGis 9.2</i> | Obtención de zonas claramente identificadas |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.i Mapa Uso Actual del Suelo

Escala: 1:25000

Fuente: Autores

Proceso:

Tabla. III.38. Proceso de elaboración del Mapa de Uso Actual de Suelo

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|---|---|---|
| Clasificación de Imágenes | <i>Clasificación No Supervisada - ERDAS</i> | Imágenes Landsat (1991 y 2000), Resolución Espacial: 30 m. Imagen Aster (1996), Resolución Espacial: 15 m. Clases: 10 |
| Interpretación de Fotografías Aéreas | <i>Estereoscopio</i> | |
| Digitalización del Uso Actual del Suelo | <i>Editor y X Tools - ArcGis 9.2</i> | Creación de base de datos y comprobación de áreas |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.j Mapa de Zonas de Vida

Escala: 1:25000

Fuente: Autores

Proceso:

Antes de la elaboración del mapa de Zonas de vida, se debe realizar el siguiente análisis, obteniendo los mapas descritos a continuación:

3.4.1.j.1 Mapa de Biotemperatura

Escala: 1:25000

Fuente: Datos INAMHI

Proceso:

Tabla. III.39. Proceso de elaboración del Mapa de Biotemperatura

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Operación del Mapa del Alturas | <i>Raster Calculator - ArcGis 9.2</i> | Utilización de la Ecuación 14 |
| Reclasificación de zonas | <i>Spatial Analyst - ArcGis 9.2</i> | |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.j.2 Mapa de Humedad

Escala: 1:25000

Fuente: Datos INAMHI

Proceso:

Tabla. III.40. Proceso de elaboración del Mapa de Humedad

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|--|--|---------------------------|
| Interpolación de los valores de las estaciones | <i>Inverse Distance Weighted -Spatial Analyst - ArcGis 9.2</i> | Creación de base de datos |
| Reclasificación de zonas | <i>Spatial Analyst - ArcGis 9.2</i> | |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.j.3 Mapa de ETP

Escala: 1:25000

Fuente: Autores

Proceso:

Tabla. III.41. Proceso de elaboración del Mapa de ETP

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|------------------------------------|---|-------------------------------|
| Operación para la obtención de ETP | <i>Raster Calculator</i> - <i>ArcGis 9.2</i> | Utilización de la Ecuación 15 |
| Reclasificación de zonas | <i>Spatial Analyst</i> - <i>ArcGis 9.2</i> | |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.j.4 Mapa de Precipitación

Escala: 1:25000

Fuente: Datos INAMHI

Proceso:

Tabla. III.42. Proceso de elaboración del Mapa de Precipitación

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|--|--|---------------------------|
| Interpolación de los valores de las estaciones | <i>Inverse Distance</i> <i>Weighted -Spatial</i> <i>Analyst - ArcGis</i> <i>9.2</i> | Creación de base de datos |
| Reclasificación de zonas | <i>Spatial Analyst</i> - <i>ArcGis 9.2</i> | |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

Después del análisis de los mapas anteriores se realizó el proceso descrito a continuación:

Tabla. III.43. Proceso de elaboración del Mapa de Zonas de Vida

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|--|---|--|
| Revisión de cada uno de los Mapas que intervienen en la obtención de las Zonas de Vida | <i>ArcGis 9.2</i> | Biotemperatura, Humedad, ETP y Precipitación |
| Creación de una cobertura de puntos claramente distribuidos en la subcuenca | <i>Arc Catalog y Join -ArcGis 9.2</i> | Creación de base de datos |
| Interpolación de puntos mediante el código que caracteriza a cada zona | <i>Inverse Distance Weighted - Spatial Analyst y X Tools - ArcGis 9.2</i> | |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.k Mapa de Grupo de Edades

Escala: 1:25000

Fuente: Datos INEC

Proceso:

Tabla. III.44. Proceso de elaboración del Mapa de Grupo de Edades

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Despliegue de datos por población | <i>Display - ArcGis 9.2</i> | Creación de base de datos |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.l Mapa de Grupo de Sexo

Escala: 1:25000

Fuente: Datos INEC

Proceso:

Tabla. III.45. Proceso de elaboración del Mapa de Grupo de Sexo

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Despliegue de datos por población | <i>Display - ArcGis 9.2</i> | Creación de base de datos |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.4.1.m Mapa de Densidad Poblacional

Escala: 1:25000

Fuente: Autores

Proceso:

Tabla. III.46. Proceso de elaboración del Mapa de Densidad Poblacional

| Tipo de proceso | Herramienta | Observación |
|--|--|---|
| Operación para la obtención de la Densidad Poblacional | <i>Operations Attribute Table - ArcGis 9.2</i> | Habitantes para la extensión del territorio |
| Densidad obtenida por población dentro de la subcuenca | <i>Field Calculator - ArcGis 9.2</i> | |
| Organización de Layout | <i>ArcGis 9.2</i> | |

3.5 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

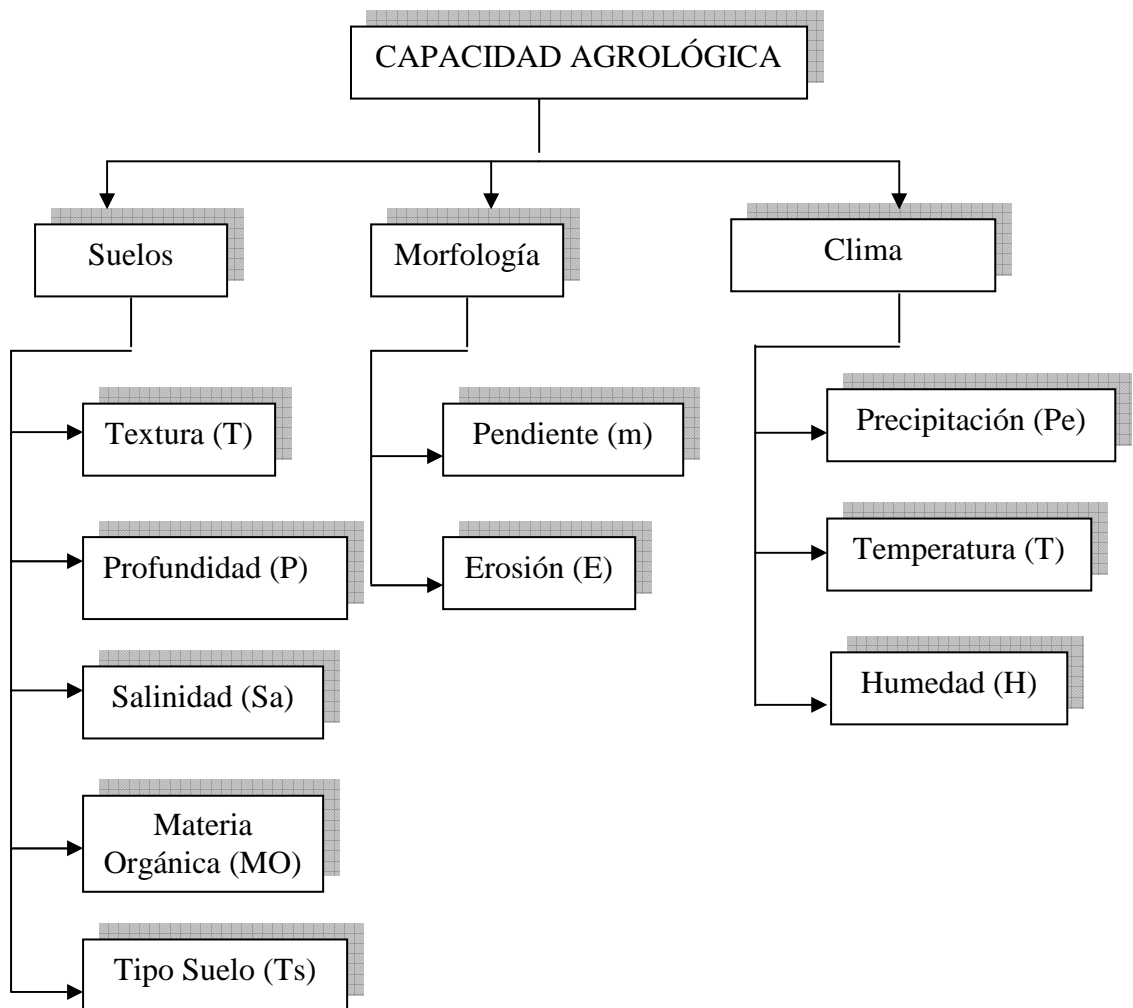
3.5.1 Zonificación Ecológica Económica (ZEE)

La ZEE se realizó por medio del análisis de cada uno de los parámetros descritos a continuación:

3.5.1.a Capacidad de Uso del Suelo

Para su elaboración se toman en cuenta parámetros como pendientes, drenaje de suelos, pedregosidad, tipos de fertilidad y textura, con sus respectivos rangos (Ver Esquema III.2).

En base a la metodología aplicada en la publicación “*Aplicaciones de Teledetección y sistemas de información geográfica del Ecuador*”, realizada por el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN) en 1995, se analizó la Capacidad de Uso de Suelo, mediante el siguiente esquema:



Esquema. III.2. Capacidad Agrológica

Fuente: Modificado del CLIRSEN, 1995

Efectuando una clasificación cualitativa se realizó una matriz en la que se califica a cada parámetro con las 8 clases agrológicas de la FAO. Aquí se asigna los valores de los rangos de cada parámetro, al valor de la clase agrológica correspondiente.

Tabla. III.47. Valoración de Parámetros para obtener la Capacidad Agrológica

| Clase | T | P | Sa | MO | Ts | m | E | Pe | T° | H |
|-------|---|---|----|----|----|---|---|----|----|---|
| I | 2 | 1 | | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| II | | | 1 | | 2 | 2 | | | | |
| III | 3 | 2 | | 3 | 4 | 3 | | 2 | 2 | 2 |
| IV | | | 2 | | 1 | 4 | 2 | | | |
| V | 1 | 3 | | 2 | | 5 | | 3 | 3 | 3 |
| VI | | | 3 | 1 | | 6 | 3 | | 4 | |
| VII | 4 | | | | | 7 | | | | |
| VIII | | | 4 | | | 8 | 4 | | | |

3.5.1.a.1 Suelos

Dentro del parámetro suelo para la obtención de la Capacidad Agrológica tenemos las siguientes clasificaciones:

☞ Textura:

La clasificación de textura la encontramos en la Tabla. III.9.

☞ Profundidad:

La profundidad fue obtenida en base a la descripción de los tipos de suelo existentes en la zona de estudio.

Tabla. III.48. Clasificación de profundidad para obtener la Capacidad Agrológica

| Profundidad | Descripción de Tipo Suelo | Rango |
|------------------------|---------------------------|-------|
| Poco Profundo | Inceptisoles | 3 |
| Moderadamente Profundo | Entisoles | 2 |
| Medianamente Profundo | Oxisoles | 1 |

☞ Salinidad:

La clasificación de salinidad la encontramos en la Tabla. III.10.

☞ Materia Orgánica:

La clasificación de materia orgánica la encontramos en la Tabla. III.12.

☞ Tipo de Suelo:

Tabla. III.49. Clasificación de tipos de suelo para obtener la Capacidad Agrológica

| Tipo Suelo | Rango |
|------------------|-------|
| Franco limoso | 1 |
| Franco Arcilloso | 2 |
| Franco | 3 |
| Arcilloso | 4 |

3.5.1.a.2 *Morfología*

Dentro del parámetro morfología para la obtención de la Capacidad Agrológica tenemos las siguientes clasificaciones:

☞ Pendientes:

La clasificación de pendientes la encontramos en la Tabla. III.6.

☞ Erosión:

El mapa de susceptibilidad a la erosión se lo obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{C.R}{G.V}$$

C= clima

R= relieve

G= geología

V= cobertura vegetal

Esta fórmula considera criterios técnicos relacionados con zonas de vida, pendientes, litología de la zona y la cobertura actual.

A cada parámetro se le asigna valores de susceptibilidad, en un rango del 1 al 4:

- 1 → Nada Susceptible
- 2 → Poco Susceptible
- 3 → Medianamente Susceptible
- 4 → Muy Susceptible

➤ Geología:

En la geología se analizó la porosidad y permeabilidad de las rocas y la importancia hidrogeológica de las mismas.

Tabla. III.50. Clasificación de geología para obtener la Erosión

| Permeabilidad | Rango |
|---------------------------|-------|
| Prácticamente Impermeable | 1 |
| Muy baja | 2 |
| Generalmente Alta | 3 |

➤ Uso Actual:

Dependiendo de la cobertura vegetal de la zona se clasificó al uso de suelo de acuerdo a rangos de erosión.

Tabla. III.51. Clasificación de uso actual para obtener la Erosión

| Nombre | Rango |
|---|-------|
| Zona habitada | 1 |
| Bosque natural | 1 |
| Bosque intervenido por actividad humana | 2 |
| 50% Pastizales y 50% Matorrales | 2 |
| Bosque intervenido con pastizales | 2 |
| Páramo | 2 |
| Pastizales y Cultivos de Ciclo Corto | 3 |
| Páramo intervenido con pastizales | 3 |
| Bosque intervenido con matorrales | 3 |
| Pino | 3 |
| Matorrales | 3 |
| Cultivos Permanentes | 4 |
| Bosque intervenido con cultivos permanentes | 4 |
| Cultivos de ciclo corto | 4 |

➤ **Relieve:**

Los relieves que presentan formas de cimas agudas con un grado alto de disección, generalmente son zonas con un nivel de erosión bajo, por presentar rocas duras, mientras que cimas y relieves colinados son de mayor susceptibilidad a erosionarse; al igual que las zonas de taludes y terrazas.

Tabla. III.52. Clasificación de relieve para obtener la Erosión

| Geoforma | Rango |
|--|-------|
| Montañoso de cimas subagudas disectados | 1 |
| Montañoso de cimas subagudas muy disectados | 1 |
| Montañoso de cimas subagudas poco disectadas | 1 |
| Cono de deyección | 1 |
| Piedemonte coluvial | 1 |
| Colinados de cimas redondeadas poco disectados | 2 |

| | |
|--|---|
| Montañoso de cimas subredondeadas disectados | 2 |
| Valle encañonado | 2 |
| Ladera coluvial | 2 |
| Taludes | 3 |
| Terraza baja | 3 |
| Terraza media | 3 |
| Terraza alta | 3 |

➤ Zonas de Vida:

De acuerdo al régimen de precipitaciones que presenta la subcuenca en cada sección se determinaron los valores de susceptibilidad a la erosión tomando como base las zonas de vida.

Tabla. III.53. Clasificación de zonas de vida para obtener la Erosión

| Zonas de Vida | Rango |
|----------------------------|-------|
| Bosque seco montano bajo | 1 |
| Bosque seco premontano | 2 |
| Bosque Húmedo premontano | 2 |
| Bosque Húmedo Montano Bajo | 3 |
| Bosque Muy Húmedo Montano | 4 |

Mediante cruce de estos mapas se obtuvo el mapa de erosión.

Tabla. III.54. Clasificación de erosión para obtener la Capacidad Agrológica

| Erosión | Rango |
|---------------------------|-------|
| Nada Susceptible | 1 |
| Poco Susceptible | 2 |
| Medianamente Susceptible | 3 |
| Moderadamente Susceptible | 4 |

3.5.1.a.3 *Clima*

Dentro del parámetro clima para la obtención de la Capacidad Agrológica tenemos las siguientes clasificaciones.

☞ Precipitación:

Tabla. III.55. Clasificación de precipitación para obtener la Capacidad Agrológica

| Precipitación (mm.) | Rango |
|------------------------------------|-------|
| Moderada (1000-1500) | 1 |
| Baja (750-1000) / Alta (1500-1750) | 2 |
| Muy Baja (<750) / Muy Alta (>1750) | 3 |

☞ Temperatura:

Tabla. III.56. Clasificación de temperatura para obtener la Capacidad Agrológica

| Temperatura (°C) | Rango |
|------------------|-------|
| Baja (<8) | 4 |
| Moderada (8-15) | 1 |
| Media (15-22) | 2 |
| Alta (>22) | 3 |

☞ Humedad:

Tabla. III.57. Clasificación de humedad para obtener la Capacidad Agrológica

| Humedad (mm.) | Rango |
|------------------------------------|-------|
| Húmeda (0.7-1.05) | 1 |
| Baja (0.5-0.7) / Alta (1.05-1.25) | 2 |
| Muy Baja (<0.5) / Muy Alta (>1.25) | 3 |

Resumiendo todos estos datos en una sola base de datos se debe seleccionar el máximo valor de la clase agrológica que posea cada uno de los puntos de la subcuenca, para su posterior interpolación.

3.5.1.b Uso Potencial

Para su elaboración se tomó en cuenta la infraestructura vial, y el mapa de capacidad agrológica. Se realizó un buffer a 750 m a todas las vías y senderos de la subcuenca, clasificándolos como zonas con vías de primer y tercer orden, caminos de herradura y zonas sin vías. A este mapa se lo denomina Mapa de Influencias.

Al igual que la capacidad agrológica, se debe clasificar al mapa de influencias según sus clases agrológicas. Es así que se asigna a cada zona de influencia un valor agrológico que se indica a continuación:

Tabla. III.58. Infraestructura Vial para obtener el Uso Potencial

| Infraestructura | Clase Agrológica |
|----------------------|------------------|
| Vías 1er. Orden | 1 |
| Vías 3er. Orden | 3 |
| Caminos de herradura | 4 |
| Sin Vías | 5 |

Fuente: CLIRSEN, 1995

Se debe comparar después el mapa de clases agrológicas con la infraestructura vial y expresarlo en términos de clases agrológicas.

Tabla. III.59. Valoración de infraestructura vial para obtener el Uso Potencial

| Infraestructura Clases Agrológicas | Vías1 orden (1) | Vías3 orden (3) | Caminos de herradura (4) | Sin Vías (5) |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------|
| 3 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | 3 | 4 | 6 | 5 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 4 | 6 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

3.5.1.c Conflictos

Para elaborar el mapa de conflictos se debe tomar en cuenta el uso actual, la cobertura vegetal de la zona y la capacidad de uso del suelo.

Se realizó una matriz de uso actual vs. uso potencial en la cual se determinaron zonas bien utilizadas, subutilizadas, sobre utilizadas o mal utilizadas y zonas intangibles.

Tabla. III.60. Uso Actual vs. Uso Potencial del Suelo

| | Cultivos y Pastos | Pastos | Pastos y Bosque | Bosque | Tierras Marginadas |
|--------------|----------------------|--------|--------------------|--------|-----------------------|
| | IV | V | VI | VII | VIII |
| P/M | NE | A | A | M | M |
| Bi/Cp | NE | So | So | NE | M |
| Bi/M | NE | Su | Su | So | M |
| Bi/P | NE | A | A | So | M |
| Bi/H | NE | So | So | So | M |
| BN | I | I | I | I | I |
| Cp | A | So | So | So | M |
| Cc | NE | So | So | NE | M |
| M | NE | Su | Su | NE | NE |
| Pa | I | I | I | I | I |
| Pa/P | NE | Su | Su | So | A |
| ZH | So | So | NE | NE | M |
| Pi | NE | So | So | A | M |
| P/Cc | NE | So | So | So | M |

Uso adecuado = A

Subutilizado = Su

Sobre utilizado= So

Mal utilizado = M

Intangible = I

No existe = NE

3.5.1.d Síntesis Socioeconómica

Para su elaboración es indispensable conocer la infraestructura que posee cada una de las poblaciones dentro de la subcuenca, y se toman en cuenta unidades de valoración como: infraestructural vial, pendientes, y niveles de desarrollo, las cuales influyen en el crecimiento de las poblaciones dentro de la subcuenca.

Las zonas de ubicación tanto para la población como para las actividades ecoturísticas, surgen del análisis de las coberturas de vías, pendientes y densidad poblacional.

3.5.1.e Categorías de Uso

Para la elaboración de la ZEE, se partió del análisis de las categorías de uso que están clasificadas según el tipo de zonas, en nuestro estudio las hemos clasificado en: zonas especiales, zonas críticas y zonas productivas

La metodología que se utilizó para la elaboración de la ZEE, consiste en el análisis de los mapas de conflictos, de uso potencial y de síntesis socioeconómica, mediante herramientas SIG.

En la zona de estudio se han definido 6 zonas, las cuales son:

- ☞ Zonas Productivas:
 - ✓ Sistema Agrícola y Pecuario (Z1).
 - ✓ Desarrollo Agrícola, Forestal y pecuario (Z2).
- ☞ Zonas Críticas
 - ✓ Recuperación y Rehabilitación de Bosques (Z3).
 - ✓ Conservación de áreas en procesos de degradación y de ecosistemas degradados (Z4).
- ☞ Zonas Especiales
 - ✓ Protección y conservación de ecosistemas (Z5).
 - ✓ Restauración de bosques (Z6).

Mediante el análisis de la matriz en la que intervienen conflictos y uso potencial, se ingresan las 6 zonas que se muestran a continuación:

Tabla. III.61. Conflictos vs. Uso Potencial del Suelo

| | Cultivos y Pastos (4) | Pastos (5) | Pastos y Bosques (6) | Bosques (7) | Tierras marginales (8) |
|------------------------|--------------------------|---------------|-------------------------|----------------|---------------------------|
| Uso Correcto | Z1 | Z1 | Z1 | Z5 | Z5 |
| Subutilizado | Z2 | Z2 | Z3 | Z3 | Z4 |
| Sobre utilizado | Z2 | Z2 | Z6 | Z6 | Z4 |
| Mal utilizado | Z2 | Z2 | Z3 | Z3 | Z4 |
| Intangible | Z5 | Z5 | Z5 | Z5 | Z5 |

3.5.2 Caudal Ecológico

Existen varios parámetros que se han considerado en el estudio de los caudales ecológicos, y éstos son:

3.5.2.a Caudal

Para una buena planificación hidrológica en una red o cuenca hidrográfica es necesario determinar la cantidad de agua que se dispone, y para esto se debe conocer el caudal máximo y mínimo del río. Los

caudales y volúmenes que circulan dentro de la subcuenca no solamente influyen en los ecosistemas que se encuentran cerca de los ríos, sino que también son muy importantes para las zonas fuera del lecho del río.

3.5.2.b Tiempo y Variabilidad

El régimen hidrológico presenta períodos llamado de “flujo base” que son las temporadas donde los caudales son mínimos, y las épocas de “riadas” en las cuales el curso de un río ocupa un lecho más ancho.

Todas estas épocas son muy importantes porque los hábitats ya se han regulado de acuerdo a ellas: por ejemplo, los ríos que pueden inundar planicies a las riberas del río, crean hábitats de tierras húmedas que tienen un gran valor ecológico.

3.5.2.c Calidad

Es importante saber que el mantener un caudal ecológico en el río ayuda a purificar el agua, pero en realidad se debe considerar que es más importante que el agua se encuentre libre de contaminación en todo aspecto, ya que aún existiendo una gran cantidad de agua, sí ésta se encuentra en mal estado, no servirá de nada para la conservación de los hábitats.

Es natural que el agua venga erosionando y arrastrando consigo sedimentos y depositándolos en las partes más bajas; pero también, ésta puede traer otros compuestos, como: sales, metales, plaguicidas, microbios, entre otros, determinantes de la calidad del agua, producto de las actividades humanas.

3.5.2.d Infraestructura hidráulica

Las obras de construcción para captación de agua, presas hidroeléctricas para generación de energía, reservorios, acequias, etc., afectan las características hidrológicas y procesos biológicos del sistema

fluvial, interrumpiendo las vías acuáticas y los movimientos migratorios de las especies animales que viven ahí.

3.5.2.e Métodos para la determinación de caudales ecológicos

Un cálculo muy sencillo del caudal ecológico que se realiza frecuentemente es el de darle a éste un valor del 10% del total del caudal natural del río. Este criterio no es muy confiable, ya que debido a los diferentes regímenes y a las características morfodinámicas y geológicas que puede presentar la subcuenca, el porcentaje del caudal varía.

Otro método sencillo es el de tomar la media de los caudales mínimos anuales registrados en una serie de años, pero este criterio no toma en cuenta a la fauna fluvial por lo que tampoco es muy recomendado.

Un método que considera el sentido biológico que tiene el estudio, consiste en contemplar la variación estacional que caracteriza al régimen natural de caudales. Esta fluctuación estacional se analiza, con frecuencia, mediante los valores de los caudales medios mensuales en un periodo de 10 o más años.

Otro método es el de Fijación de Caudales Ecológicos mediante la valoración del Hábitat Potencial Útil, en donde Stalnaker (1979) y Bovee (1982) se basan en las relaciones cuantitativas, entre los caudales circulantes y los parámetros físicos e hidráulicas que determinan el hábitat biológico. La base conceptual de esta metodología reside en conocer los requerimientos de caudal circulante de algunas especies y de su distribución en el tiempo, para poder analizar las cantidades de caudal con objeto de mantener sus poblaciones.

Otros parámetros que se deben estudiar son la topografía del cauce, tipo de sustrato, análisis de requerimientos biológicos y determinación del hábitat potencial, para con todos estos datos sacar el caudal ecológico.

En la subcuenca se consideraron los siguientes parámetros:

- ✓ Morfodinámica de la subcuenca.
- ✓ Relieves
- ✓ Zonas de Vida
- ✓ Tipo de textura de suelos

Mediante el análisis de estos parámetros, se determinó que el drenaje en la subcuenca es regular y óptimo, ya que constituye una zona de roca dura y compacta en casi toda la superficie, además, el tipo de suelo es arcilloso, y el régimen de lluvias es constante a lo largo de casi todo el año.

Gracias al análisis realizado, se determinó que la metodología adecuada para la obtención del caudal ecológico en nuestra zona de estudio es la del 10% del caudal total.

3.5.3 Inundaciones

El área de inundación se determinó en base a la profundidad o alturas que puede ir tomando el río Jubones¹¹, junto con los datos registrados en el INAMHI y mediante la ayuda del *Software Global Mapper*.

Según el INAMHI, la velocidad del Jubones es de 2,1 m/s, con un ancho promedio de 40 m y un caudal máximo de 6739 m³/s, se obtuvo la profundidad máxima del río Jubones mediante la siguiente fórmula:

$$P_{\max} = \frac{Q_{\max}}{V * Am} \quad \text{Ec. 20}$$

¹¹ En cuanto al tema de inundaciones, el río Jubones posee una alta incidencia sobre la subcuenca Casacay

Q_{max} = Caudal Máximo

V = Velocidad del Jubones

A_m = Ancho promedio

3.6 IMPACTOS AMBIENTALES

Los impactos ambientales se determinaron mediante una ponderación a cada una de las actividades que producen efectos negativos y positivos en el ambiente y en la población. Se elaboró una matriz de impactos ambientales, la cual analiza cuan afectado se encuentra el ambiente dentro de la subcuenca.

Esta matriz es de doble entrada y la ponderación se la realiza mediante la potencialidad del impacto que genera, tanto en la magnitud como en la importancia del mismo.

Su rango varía entre 1 y 9, en cuanto es la magnitud 1 significa Bajo y 9 Muy Alto y en cuanto a la importancia 1 es impacto puntual y 9 es impacto a nivel del país.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 ELEMENTOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CASACAY

4.1.1 Río principal

El río principal en nuestra zona de estudio es el río Casacay.

4.1.2 Los afluentes

Los ríos secundarios: Pilliguro, Pumamaqui, Peña Negra, Asiglo, Gallo Cantana y Dumari; las quebradas: Ringilo, Mochata, Pano; y el estero Dumari, que desembocan en el río principal, son denominados afluentes del río Casacay, los cuales constituyen las 10 microcuencas con las que cuenta este río.

4.1.3 Línea divisoria de vertientes

Es la línea que divide a las diferentes vertientes, separando la subcuenca Casacay de las subcuencas Chillayacu, Luis y Santa Rosa.

4.1.4 Relieve de la subcuenca

Entre las elevaciones principales que se encuentra en la subcuenca están: Chilla, Sayucalo, Huizho y Cobisec.

4.1.5 Partes de la subcuenca

Dentro de la subcuenca encontramos, la sección alta que va de los 2200 a 3588 m.s.n.m., en donde se produce una profundización del cauce debido a la erosión vertical que produce el río, la sección media, de los 1200 a 2200 m.s.n.m., donde se produce un ensanchamiento de valle, y la sección baja, de

los 60 a 1200 m.s.n.m., donde se produce la acción deposicional del río formando terrazas aluviales (Anexo C: Mapa Base).

4.1.6 Clasificación de cuencas hidrográficas

Dentro de la clasificación de la Tabla. II.2., el área de estudio se denomina como subcuenca hidrográfica por tener una extensión de 12168 ha. (Ver Figura. IV.13).

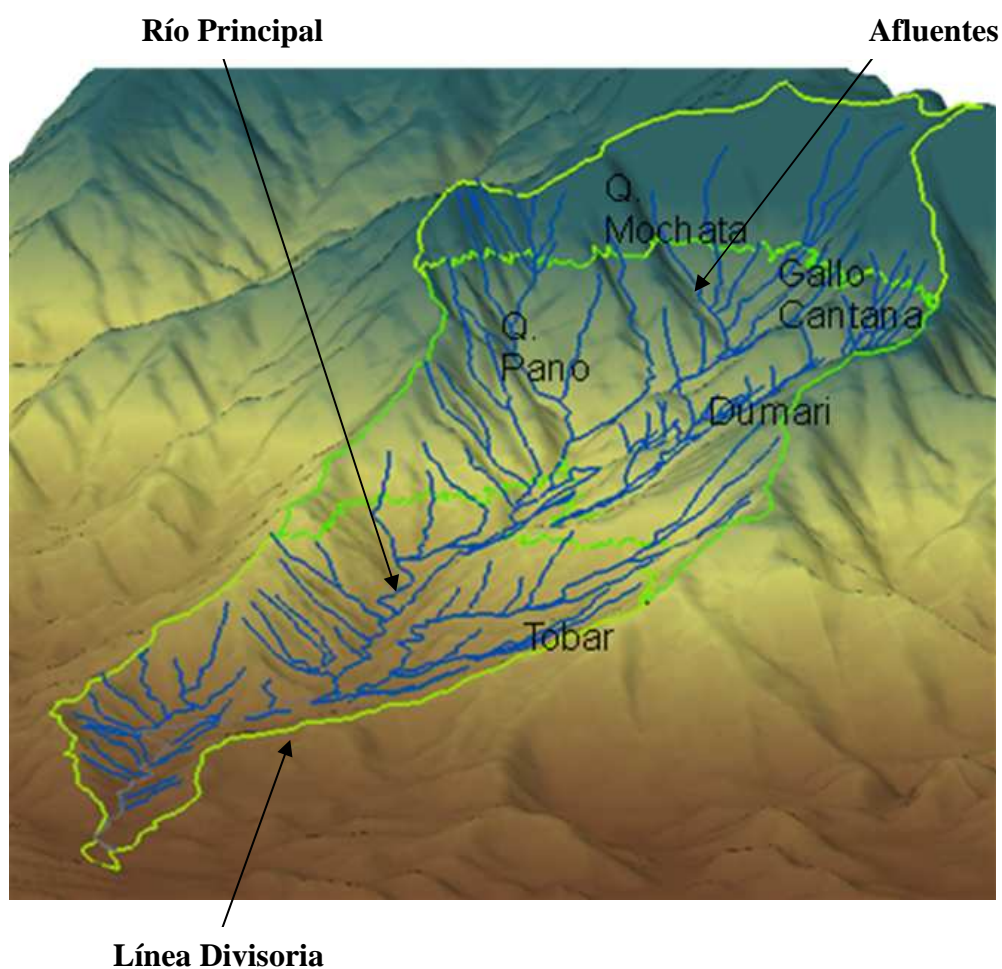


Figura. IV.13. Esquematización de la subcuenca Casacay

4.2 COMPONENTES AMBIENTALES

4.2.1 Factores abióticos

4.2.1.a Relieve y Fisiografía

Se realizó un sistema de clasificación del tipo de pendiente existente en cada una de las zonas de la subcuenca (Anexo C: Mapa de Pendientes):

Tabla. IV.62. Tipos de pendientes en la subcuenca Casacay

| Zona | Pendiente | Tipo |
|-------|---|------------------------------|
| Baja | Alta presencia: 0° - 30° Baja presencia: > 40° | Pendientes bajas y medias |
| Media | Alta presencia: > 30° Baja presencia: 0° - 30° | Pendientes moderadas y altas |
| Alta | Sector inferior: > 40° Sector superior: 0° - 30° | Pendientes bajas y altas |

Toda la subcuenca presenta una topografía irregular en la cual existen formas que van de colinas a relieves montañosos, con un grado de disectamiento variado (Anexo D: Fotos No. 1, 2 y 3).

Un buen indicador del relieve y la fisiografía de la subcuenca, viene dado por lo parámetros morfométricos, descritos a continuación (Anexo E: Resumen de Parámetros Morfométricos).

4.2.1.a.1 *Parámetros Morfométricos*

☞ Área (A):

Es el parámetro más importante y está relacionada con otros factores como volumen, magnitud de caudales, entre otros. El área de la subcuenca del río Casacay es de *12168,48 ha*.

☞ Perímetro (P):

El perímetro de la subcuenca es de *60514,59 m*.

☞ Longitud Axial (La):

La longitud axial que se obtuvo en la subcuenca es de *23,83 km*.

☞ Ancho Promedio (Ap):

El ancho promedio resultante es de *5106,09 m*.

☞ Forma:

➤ Coeficiente de Compacidad (Kc):

El coeficiente de compacidad obtenido mediante la Ecuación 3, es de *1.55*, por lo tanto nuestra subcuenca presenta una forma oval oblonga a rectangular oblonga o alargada, lo que significa que el tiempo de concentración es mayor, es decir que la susceptibilidad a crecidas es mínima.

➤ Factor Forma (Ff):

El factor forma que presenta la subcuenca es de *0,2143*, lo cual indica que tiene una susceptibilidad baja a las crecidas.

☞ **Desnivel Altitudinal:**

En la subcuenca Casacay la menor altitud es de 60 m.s.n.m. y la mayor es de 3588 m.s.n.m., por lo tanto el desnivel es de 3528 m.

➤ **Altitud Media (H):**

La altitud media en nuestra subcuenca es de 1452.371 m.s.n.m., valor que indica la alta presencia de biodiversidad (Anexo E: Tabla de Altitud Media).

➤ **Mediana de Altitud (Ma):**

En nuestra subcuenca el valor de la mediana de altitud es de 1335,88 m.s.n.m., y mediante la Figura. III.9. podemos ver que la superficie de la subcuenca se encuentra bien distribuida en todas las alturas (Anexo E: Tabla de Mediana de Altitud).

☞ **Pendiente media (Pm):**

En la subcuenca se obtuvieron los siguientes datos:

L= 28963,15 m. (longitud del río)

HM = 3179,93 m. (altura máxima)

Hm = 60 m (altura mínima)

Aplicando estos datos en la Ecuación 6, se obtuvo que la pendiente media es de 10,77%, lo cual indica que la subcuenca presenta un relieve mediano.

☞ **Orientación:**

La orientación de la subcuenca Casacay es de norte a sur, de manera que no se recibe el sol de manera uniforme durante todo el día, factor que influye principalmente en la productividad.

☞ Orden de Cauce:

La subcuenca posee 3 afluentes de primer orden, 20 de segundo, 40 de tercero, 39 de cuarto; y el río principal, que es el Casacay, es de quinto orden (Ver Figura. IV.14).

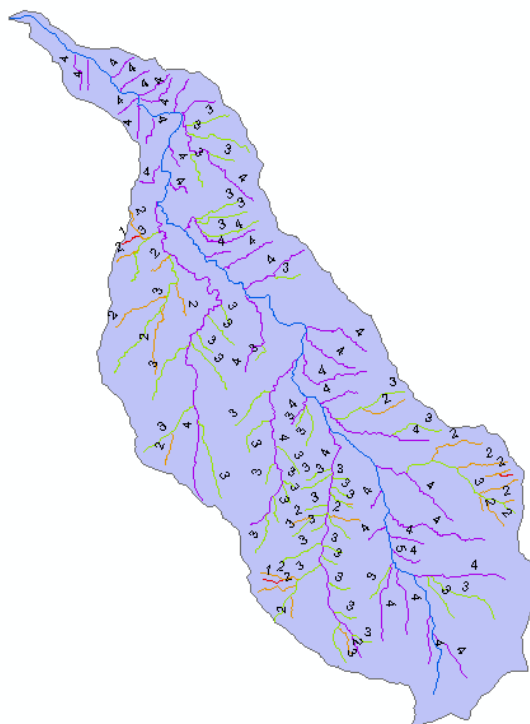


Figura. IV.14. Orden de drenaje de la subcuenca Casacay

☞ Densidad de Drenaje (Dd):

La densidad de drenaje de la subcuenca es de 0.0017 , es decir que la misma tiene una red fluvial bien estructurada y un buen drenaje.

☞ Patrón de drenaje:

Dentro de la subcuenca encontramos los siguientes patrones de drenaje:

➤ Erosionales:

Se los encuentra principalmente en la zona media y alta de la subcuenca, y son:

- ✓ Dendrítico.- Se desarrolla sobre material homogéneo, presenta áreas de condiciones geológicas uniformes y aparece sobre materiales impermeables con textura fina como la arcilla.
- ✓ Subdendrítico.- Los canales principales son largos con poca separación, aparecen suelos arcillosos y arenosos.
- ✓ Paralelos.- La escorrentía encuentra la vía más corta a lo largo de los canales, se desarrolla en lugares con una alta pendiente.

➤ Deposicionales:

Se los encuentra generalmente en la zona baja de la subcuenca, y éstos son:

- ✓ Meándrico.- corrientes con meandros amplios abandonados, se los encuentra en planicies y zonas de depósitos aluviales.
- ✓ Trenzado.- Indican un cambio de pendiente fuerte a baja generando la acumulación de depósitos aluviales¹² (Anexo D: Foto No. 4).

☞ Índice Asimétrico (Ia):

Los datos obtenidos en la subcuenca son:

Lm = 238131.33 m (longitud máxima)

I = 8292.85 m (ancho máximo)

El índice asimétrico es de 2,87, lo que indica que la forma de la subcuenca es alargada y tiene un río principal largo.

☞ Coeficiente de Torrencialidad (It):

El coeficiente de torrencialidad obtenido para la subcuenca es de 0,00032, lo cual nos indica que las posibilidades de crecidas durante toda la época del año son mínimas.

¹² Cruz, Mario, Apuntes de la cátedra de Fotointerpretación I, 2006

☞ Tiempo de Concentración (Tc):

El tiempo de concentración que se ha determinado en la subcuenca por medio de la utilización de la Ecuación 10, es de 3,077 horas. Este tiempo es aceptable para que no exista la acumulación paulatina del cauce y se originen inundaciones.

4.2.1.b Geología y Geomorfología

La subcuenca del río Casacay se encuentra constituida por la llanura costera del litoral de la Provincia de El Oro, sin embargo hacia el suroeste del área se prolongan las estribaciones de la Cordillera Occidental, denominándose Cordillera de Chilla, siendo un factor denominante para el clima y la vegetación.

En la zona existe gran presencia de Cuarcita Filita y Esquistos, destacándose los mismos en la zona baja y media formando parte del Grupo de Tahuin, siendo formaciones que datan hace más de 230`000000 de años, y pertenecen a la Era Paleozoica (Anexo D: Foto No. 5).

Existe una cantidad mínima de depósitos coluviales en la zona alta de la subcuenca y de depósitos aluviales que se presentan en la zona baja de la subcuenca del río Casacay, siendo formaciones relativamente nuevas que provienen del período Cuaternario (Escuela de Arqueología, 1980) (Anexo C: Mapa Geológico).

En el siguiente cuadro se detallan cada una de las formaciones geológicas existentes en la subcuenca, incluyendo la edad geológica y área de cada una de éstas:

Tabla. IV.63. Geología de la subcuenca Casacay

| Geología | Símbolo (Edad) | Litología | Área (ha.) |
|---------------------------|-------------------|---|------------|
| Formación Chinchillo | Lu (Terciario) | Rocas Volcánicas, Toba, Porfido Cuarífero, Andesita, Ignimbrita, Capa De Lutita Negra | 424,593 |
| Sin Formación Definida | Dc (Cuaternario) | Deposito Coluvial | 23,735 |
| Volcánicos Saraguro | OS (Oligoceno) | Rocas Volcánicas, Toba, Andesita, Riolita | 315,619 |
| Grupo Tahuin | PZT2 (Paleozoico) | Gneis Y Migmatita, Graníticos | 647,752 |
| Formación Celica | KC (Cretáceo) | Andesita, Pordifo Andesítico, Toba Andesítica, Aglomeratica | 3524,759 |
| Sin Formación Definida | G | Intrusivo, Grano Diorita, Diorita, Cuarzo Diorita | 328,573 |
| Grupo Tahuin | PZT2 (Paleozoico) | Gneis Aplítico, Cuarcita, Esquistos | 1436,212 |
| Sin Formación Definida | Dar (Cuaternario) | Deposito Aluvial De río | 11,454 |
| Grupo Tahuin | PZT2 (Paleozoico) | Cuarcita Filita, Esquistos | 5455,782 |

Fuente: Ing. Marcelo Cando y Autores

Analizando la geomorfología del sector, se encuentra que la mayor parte de la subcuenca está constituida por relieves montañosos con presencia de disectamiento (Anexo D: Foto No. 6).

Además, existen terrazas de tamaño bajo y medio, las cuales se ubican en la parte baja de la subcuenca. La mayoría de las mismas tienen una presencia alta de vegetación (Anexo C: Mapa Geomorfológico).

Otro de los factores analizados son las fallas o fracturas presentes en el sector de la subcuenca, las cuales recorren extensiones que van desde los 800 m. hasta los 22 km.

En el siguiente cuadro, se detalla cada una de las formaciones geomorfológicas existentes en la subcuenca con su respectiva área:

Tabla. IV.64. Geomorfología de la subcuenca Casacay

| Geoformas | Símbolo | Hectáreas |
|--|---------|-----------|
| Colinados de cimas redondeadas poco disectados | Cr/Pd | 15,594 |
| Montañoso de cimas subagudas disectados | Msa/D | 4961,665 |
| Montañoso de cimas subredondeadas disectados | Msr/D | 1245,325 |
| Montañoso de cimas subagudas muy disectados | Msa/Md | 3329,034 |
| Montañoso de cimas subagudas poco disectadas | Msa/Pd | 796,427 |
| Taludes | Ta | 667,164 |
| Valle encañonado | Ve | 487,767 |
| Ladera coluvial | O2 | 252,307 |
| Cono de deyección | Y | 158,420 |
| Piedemonte coluvial | O3 | 87,373 |
| Terraza baja | Fv1 | 64,911 |
| Terraza media | Fv2 | 75,379 |
| Terraza alta | Fv3 | 14,606 |

4.2.1.c Clima

Las características climáticas como: temperatura, precipitación, humedad y evapotranspiración, están determinadas por la presencia de las corrientes marinas de *Humboldt* y de *El Niño* en el Océano Pacífico, al igual que la incidencia de la zona de convergencia intertropical.

En la subcuenca, se encuentran diferenciadas dos épocas: la de invierno, que va de enero a junio; y la de verano, que va de julio a diciembre.

Los diagramas ombrotérmicos se realizaron con las estaciones meteorológicas con mayor número de datos (Ver Figura. IV.15).

☞ Diagramas Ombrotérmicos:

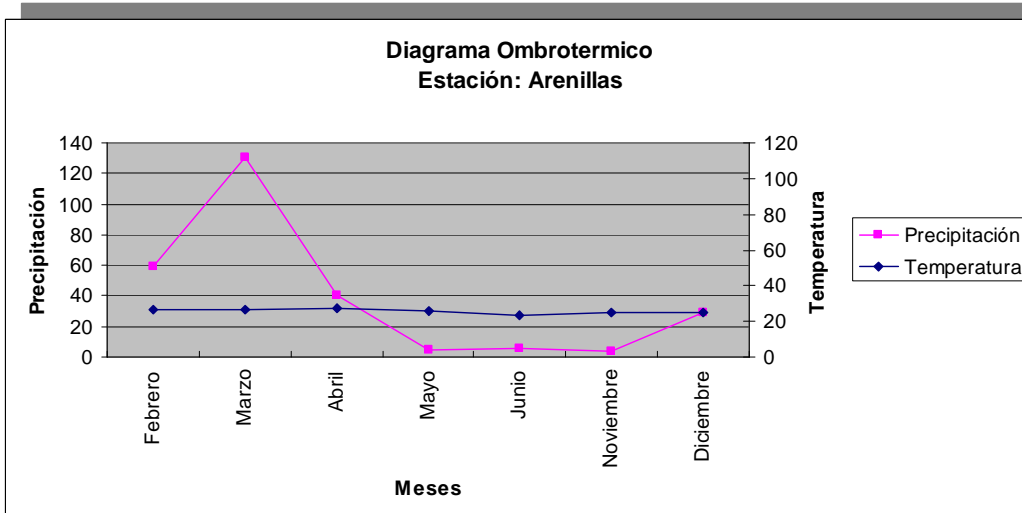
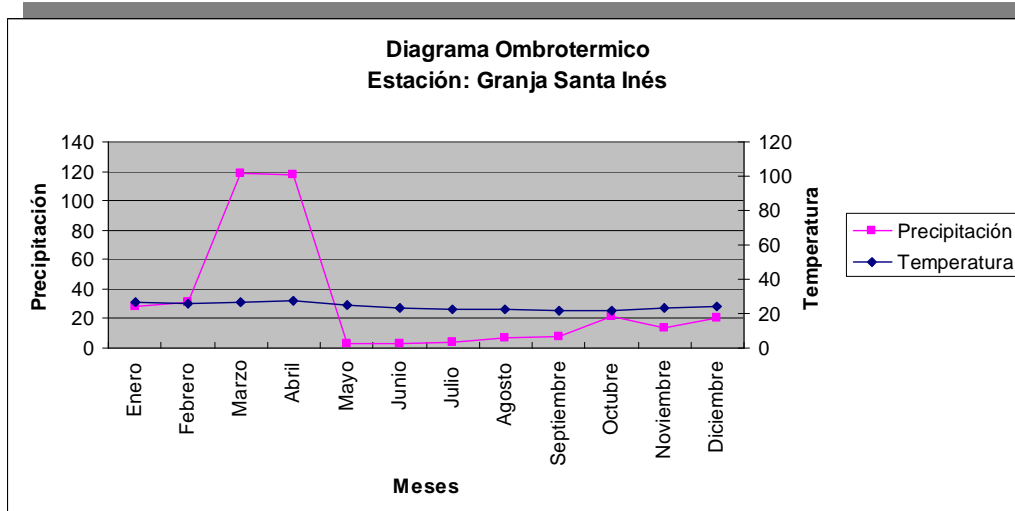
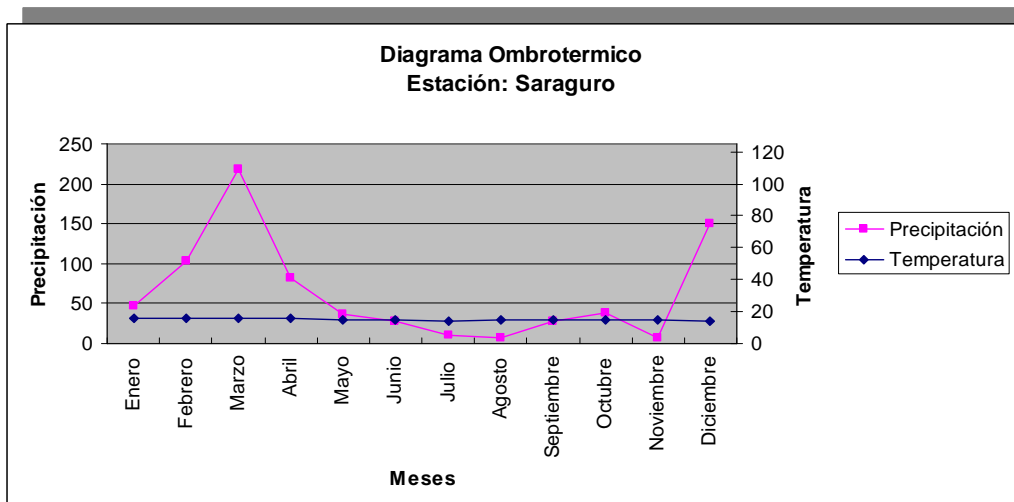


Figura. IV.15. Diagramas Ombrotérmicos

En los diagramas ombrotérmicos se puede evidenciar claramente, las 2 épocas existentes en la zona de estudio, existiendo en algunos meses, un dominio de la época húmeda en todas las estaciones (Ver Figura. IV.15).

4.2.1.d Agua

La subcuenca del río Casacay está conformada por 10 microcuencas, las cuales se encuentran detalladas a continuación (Anexo C: Mapa de Microcuencas):

Tabla. IV.65. Microcuencas

| Nombre | Perímetro (m) | Área (m ²) | Margen |
|-----------------------|---------------|------------------------|-----------|
| Estero Dumari | 14913,60 | 10255640,83 | Izquierdo |
| Río Gallo Cantana | 21831,20 | 19483687,31 | Izquierdo |
| Pumamaqui | 16967,42 | 15491184,24 | Derecho |
| Quebrada Peña negra | 12260,32 | 4762283,14 | Derecho |
| Quebrada Asiglo | 16642,06 | 8914218,76 | Derecho |
| Quebrada de Mochata | 10411,23 | 4507362,14 | Derecho |
| Quebrada sin nombre 2 | 17840,12 | 12373985,74 | Derecho |
| Quebrada de Pano | 10857,70 | 5868464,81 | Derecho |
| Río Dumari | 22955,13 | 23618375,78 | Izquierdo |
| Quebrada sin nombre 1 | 42421,65 | 16113824,72 | Central |

La subcuenca cuenta con gran riqueza hidrológica, la cual se ve reflejada en su alta densidad de drenaje, ya que gracias a ser una zona de abundantes precipitaciones, permite que el agua se filtre en los páramos, que actúan como esponjas en la parte alta, y descienda por las vertientes de las montañas en las partes más bajas. De igual manera, en la sección baja y media la evapotranspiración es mayor, por lo que también las precipitaciones aumentan, y por ende el agua.

4.2.1.d.1 *Usos del Agua*

El agua es usada con varios propósitos pero principalmente para fines domésticos y riego. Su tratamiento se inició desde hace 22 años, cuando se empezó la distribución de agua potable a las poblaciones.

Existen empresas como TRIPLE ORO CEM y la Junta Administradora de agua potable y Alcantarillado de Casacay, que están a cargo de la captación y distribución de este líquido vital. Con la ayuda de la Junta Administradora y en base a visitas de campo, se pudieron identificar la infraestructura de dos plantas de tratamiento del agua.

☞ Planta de Tratamiento “La Esperanza”:

Se encuentra situada en la parroquia El Progreso. Empezó a funcionar desde enero de 1996, y de su administración está a cargo la Junta Administradora de agua potable de Casacay.

Dentro de esta planta se realizan únicamente dos procesos. El primero consta de 3 tanques de captación donde se usa arena y grava como filtro, el agua que sale es enviada a dos tanques de almacenamiento, donde se da el siguiente proceso que es la purificación con la adición de cloro.

La Junta de agua potable tiene una concesión de 7 lt/s del río Casacay y distribuye el agua por gravedad a más de 700 usuarios de las localidades de Casacay, Huizho, Rajalo, Pitahuiña y Ducos (Anexo D: Fotos No. 7 y 8).

☞ Planta de Captación:

Se encuentra ubicada en la cuenca baja a las riveras del río Casacay. Es administrada por TRIPLE ORO CEM, empresa de agua potable de Machala. Fue construida en 1985 con el propósito de represar

y recoger el agua del río a través de un sistema de compuertas, que la conducen a un desarenador ubicado a 300 m. aguas abajo.

La parroquia Casacay capta agua de una toma de la Municipalidad de Pasaje que brinda servicio a más de 100 usuarios y otra toma proveniente del río Casacay que da servicio a la parte alta de la subcuenca (Anexo D: Foto No. 9).

Existen plantas adicionales dentro de la subcuenca del río Casacay, las cuales se encuentran en procesos de construcción, las mismas son:

☞ Red de Agua Potable:

La planta de captación está situada en la zona donde también recoge agua la empresa TRIPLE ORO CEM, para abastecer de líquido a Machala, parte de Pasaje y El Guabo, se encuentra en construcción con el propósito de ofrecer servicio a la población de 45 mil habitantes en el área urbana y rural.

El costo de la primera etapa fue de \$ 1'100.000 y en la segunda y última fase se invirtieron \$ 1'600.000 más. Estos recursos fueron financiados por el Gobierno y el Cabildo local.

La captación promedio de esta subcuenca hidrográfica es de 100 lt/s y más los que entrega TRIPLE ORO CEM son suficientes para abastecer a todo el cantón.

Luego de terminar esta obra se aspira crear la Empresa Municipal de agua potable de Pasaje, en donde la tarifa mínima por consumo será de 1,60 dólares mensuales (Macas, 2008).

☞ **Planta de Tratamiento de Agua Potable en el sector la Tinoco:**

Esta planta se encuentra ubicada en la parroquia Casacay, los inicios de la obra se dieron en el año 2003 y aún no se encuentra terminada por fallas técnicas en su construcción.

El agua proveniente del río Casacay es distribuida mayoritariamente para consumo humano y doméstico con un caudal de 1264,09 lt/s a las poblaciones de Machala, El Guabo y Pasaje, beneficiando a 342000 personas aproximadamente.

Dentro de la siguiente tabla se detallan los usos y los caudales ocupados para los mismos:

Tabla. IV.66. Usos de Agua del río Casacay

| Usos | Caudal (lt./seg.) |
|------------|-------------------|
| Doméstico | 1264.09 |
| Balneario | 16.00 |
| Riego | 528.13 |
| Turismo | 0.50 |
| Industrial | 0.50 |
| Abrevadero | 0.15 |
| Total | 1809.37 |

Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)

4.2.1.d.2 Calidad del Agua

De acuerdo a la Junta Administradora de agua potable, no existe información de análisis y herramientas que permitan conocer la calidad de agua del río. TRIPLE ORO CEM, cuenta con análisis químicos biológicos pero la información es reservada.

En el siguiente cuadro se detalla información existente sobre la calidad del agua:

Tabla. IV.67. Calidad del Agua

Antes de la Captación

| Variable | Resultados | Interpretación |
|-------------------------|---------------|-------------------|
| pH | 6.8 | Ligeramente Acido |
| Conductividad eléctrica | 0.27 mmhos/cm | Baja |
| Nitratos | 1.78 mg/lit | Bajo |

Balneario La Cocha

| Variable | Resultados | Interpretación |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| pH | 6.78 | Ligeramente Acido |
| Conductividad eléctrica | 0.072 mmhos/cm | Baja |
| Nitratos | 1.34 mg/lit | Bajo |

Fuente: PLAMASCAY, 2007

Según los análisis realizados con los equipos Hach de medición de los parámetros del agua, proporcionados por PREDESUR, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla. IV.68. Calidad del Agua del río Casacay

| | Punto 1 | Punto 2 | Punto 3 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| X | 641970 m | 643767 m | 642186 m |
| Y | 9632727 m | 9631142 m | 9632399 m |
| Temperatura | 22,5 °C | 22,1 °C | 22,1 °C |
| Conductividad | 36,3 uS | 36,3 uS | 39,9 uS |
| pH | 7 | 7 | 7 |
| Turbidez | Poco turbia | Poco turbia | Poco turbia |
| Sólidos Totales | 19 mg/lit | 18,6 mg/lit | 21,5 mg/lit |
| OD | 8,62 mg/lit | 7,56 mg/lit | 18,5 mg/lit |
| Salinidad | 0 | 0,3 | 0 |

De acuerdo a los resultados obtenidos y comparando con la Tabla. III.8. de los límites permisibles del TULAS, tenemos que todos los parámetros medidos en campo forman parte de la norma establecida, y son aptos para el consumo humano.

☞ Focos Contaminantes de Agua

Los principales focos contaminantes que se presentan en la subcuenca son provenientes de actividades dedicadas a la agricultura y a la ganadería. La zona baja, cerca de la entrada a la parroquia Casacay, es dedicada a la actividad porcina, la cual emite vertidos, producto de la limpieza de las chancheras, afectando a la calidad de agua.

El desarrollo de las actividades agrícolas y ganaderas son notorias en la subcuenca, provocando de esta manera el incremento del uso de fertilizantes y pesticidas, lo cual afecta principalmente a las aguas subterráneas, y consecuentemente al río Casacay.

4.2.1.d.3 Caudales

El caudal se calculó en base a la Ecuación 13, utilizando los siguientes datos:

$$A_m = 5,11 \text{ m}^2 \text{ (Área transversal)}$$

$$V = 0,50 \text{ m/s (Velocidad del río)}$$

El resultado obtenido del caudal fue de $2,56 \text{ m}^3/\text{s}$, evidencia palpable de que el río está disminuyendo su caudal, ya que en los años de 1964 a 1987 fue de $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.2.1.e Suelo

4.2.1.e.1 *Descripción de los tipos de Suelos*

Tabla. IV.69. Descripción de los tipos de suelos en la subcuenca Casacay

| ORDEN | SUBORDEN | GRAN GRUPO (área) |
|--|--|---|
| <p>Entisoles:</p> <ul style="list-style-type: none"> Son suelos jóvenes que no presentan horizontes definidos, se encuentran generalmente en relieves de pendientes fuertes, por lo que son susceptibles a la erosión. Están presentes en cualquier régimen climático y están permanentemente saturados de agua. Son suelos de poco espesor, y esto hace que su uso sea limitado, son mas aptos para pastos, bosques y son un sustento para cultivos de agricultura intensiva como banano y cacao. | <p>Orthents: Se forman en superficies recién erosionadas por factores de origen geológico o por cultivo intensivo que no permiten la formación de horizontes e indican la presencia de arenas, piedras y gravas.</p> | <p>Troporthents: Se desarrollan en regiones cálidas y húmedas de la cordillera andina y costera. (667,16 ha.)</p> |
| | <p>Fluvents: Son suelos formados por depósitos aluviales recientes ubicados en planicies de inundación, abanicos y deltas de ríos y terrazas. Su contenido de materia orgánica es variado y su estructura es a manera de capas.</p> | <p>Ustorthents: Se encuentran en zonas frías, secas, templadas o cálidas de la cordillera andina y costera, pero también en pendientes varias. (487,77 ha.)</p> |
| <p>Inceptisoles:</p> <ul style="list-style-type: none"> Son suelos con presencia de pequeños horizontes alterados, constituyen suelos relativamente jóvenes. Se forman en cualquier tipo de clima y pueden originarse de cenizas volcánicas generalmente en pendientes fuertes. | <p>Tropepts: Se encuentran en regiones tropicales, secas, húmedas a muy húmedas. Su color es pardo rojizo y presenta un buen drenaje.</p> | <p>Tropofluvents: Está en zonas húmedo a húmedo secas y cálidas, en planicies de inundación, pendientes suaves y terrazas. (154,89 ha.)</p> |
| | <p>Eutropepts: Están en áreas húmedo secas, se desarrollan sobre sedimentos antiguos de areniscas, arcillas y conglomerados o sobre sedimentos aluviales. Su origen puede ser volcánico, presentan colores amarillentos a pardos rojizos y tiene mediana fertilidad. (6271,78 ha.)</p> | |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Oxisoles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suelos de color amarillo rojizo que indican la presencia de óxidos de hierro y aluminio con arcilla kaolítica. • Se localizan en áreas tropicales principalmente en áreas antiguas. | <p>Ustox: Se forman en zonas secas y cálidas y permanecen húmedos por lo menos 90 días al año.</p> | <p>Haplustox: Son suelos de color rojizo, presenta texturas arcillosas con ph ligeramente ácidos, se encuentran en superficies volcánicas y/o metamórficas, además en relieves ondulados y depresiones.</p> <p>(4574,36 ha.)</p> |
|---|--|--|

En la subcuenca Casacay es notable la presencia de suelos Eutropepts, pertenecientes al Orden de los Inceptisoles, con una superficie aproximada de 6272 ha. (Anexo C: Mapa de Descripción de Tipos de Suelos).

4.2.1.e.2 *Análisis de Suelos*

☞ Color:

Los suelos en la parte baja de la subcuenca poseen un color café claro a pardo rojizo, en la parte media presenta un color que va del amarillento rojizo a rojizo y en la parte alta predomina notablemente el color rojizo (Anexo D: Foto No. 10).

☞ Textura:

En la gran mayoría de las zonas baja y alta de la subcuenca las texturas de los suelos varían entre finas a poco granulares, mientras que en la zona media las texturas son mucho más granulares.

➤ Tipos de Suelos:

En la subcuenca existen 4 clases de suelos (Anexo C: Mapa de Tipo de Suelos):

- ✓ Arcilloso.- Formado principalmente por arcilla, son impermeables, mal aireados, sus poros son muy pequeños, pero tiene gran capacidad de retención de agua. Son suelos que para la agricultura se conocen como suelos húmedos y pesados, su laboreo es difícil ya que cuando se mojan son muy compactos y plastosos.

- ✓ Franco.- Presenta una mezcla de limos, arcillas y arena. Son suelos óptimos para el crecimiento de las plantas ya que son ligeros, aireados y permeables con una buena capacidad de retención de agua.

- ✓ Franco Arcilloso.- Es un suelo compuesto por arena, limo y arcilla (en mayor proporción éste último). Son suelos bien drenados y aptos para los cultivos.

- ✓ Franco Limoso.- Suelo suave al tacto, de textura fina. Su drenaje interno es bueno, por lo que es apto para las plantas. Son suelos medianamente usados en la agricultura.

☞ Salinidad:

En las zonas baja y media de la subcuenca, se encuentra un índice de salinidad que fluctúa entre nulo y bajo, y en la zona alta existe la presencia de índices medios de salinidad.

☞ pH:

El pH que presentan los suelos es neutro, tendiendo en la zona alta a ser más ácidos, con valores de 5 a 6 y en la zona media y baja son neutros con valores de 7. Esto quiere decir que existe una buena disponibilidad de nutrientes para las plantaciones.

☞ Acidez:

En general, los suelos en la subcuenca no son ácidos. En la parte baja tienen una acidez nula, en la parte media la acidez es baja y en la parte alta existen indicios de acidez media.

☞ Cantidad de Materia Orgánica (MO):

Existe mayor cantidad de materia orgánica en los suelos pertenecientes a las zonas baja y media de la subcuenca, por lo que son más aptas para la agricultura.

☞ Consistencia:

Dentro de la subcuenca se encuentra que: en la zona baja, la consistencia es medianamente compacta; y en la zona media y alta el suelo presenta un alto grado de consistencia.

4.2.1.e.3 *Uso Actual del Suelo*

El análisis de los resultados demuestra que existe una gran cantidad de bosques naturales y de bosque intervenido con pastizales, evidenciándose la reducción paulatina del bosque natural, y el incremento constante de los pastos en conjunto con la ganadería (Anexo C: Mapa de Uso Actual del Suelo).

A continuación, se detalla cada uno de los usos de suelo que se encuentran en la subcuenca Casacay con su respectiva área:

Tabla. IV.70. Uso Actual del Suelo en la subcuenca Casacay

| Tipo | Nombre | Hectáreas | Porcentaje |
|-------|---|-----------|------------|
| Cp | Cultivos Permanentes | 1096,062 | 8,99 |
| ZH | Zona habitada | 69,631 | 0,57 |
| Bi/H | Bosque intervenido por actividad humana | 463,368 | 3,80 |
| BN | Bosque natural | 3300,879 | 27,07 |
| P/M | 50% Pastizales y 50% Matorrales | 367,582 | 3,01 |
| Bi/P | Bosque intervenido con pastizales | 2969,838 | 24,35 |
| P/Cc | Pastizales y Cultivos de Ciclo Corto | 1967,958 | 16,14 |
| Pa | Páramo | 233,675 | 1,92 |
| Pa/P | Páramo intervenido con pastizales | 139,725 | 1,15 |
| Bi/M | Bosque intervenido con matorrales | 561,637 | 4,61 |
| Bi/Cp | Bosque intervenido con cultivos permanentes | 211,207 | 1,73 |
| Pi | Pino | 726,893 | 5,96 |
| Cc | Cultivos de ciclo corto | 63,024 | 0,52 |
| M | Matorrales | 23,621 | 0,19 |

4.2.2 Factores bióticos

4.2.2.a Zonas de Vida

Mediante análisis de factores como: Temperatura, Precipitación, Humedad y Evapotranspiración, se identificó claramente 5 zonas de vida, las cuales son: Bosque muy húmedo montano, Bosque húmedo montano bajo, Bosque húmedo pre-montano, Bosque seco montano bajo, Bosque seco pre-montano (Anexo C: Mapas de Zonas de Vida,).

☞ Bosque Muy Húmedo Montano:

Va de los 2228 a 3588 m.s.n.m, con precipitaciones de 1000 a 2000 mm., una evapotranspiración de 0.25 a 0.5 mm. y con un rango de temperatura de 6 a 12° C. Se caracteriza por una alta incidencia de neblina y mucha humedad, sobre todo en aquellas partes que se ubican

en las vertientes externas de las dos cordilleras, es por eso considerada zona per-húmeda, es decir que se encuentra entre lo húmedo y lo súper húmedo.

Las poblaciones que forman parte de esta zona de vida son: Nudillo y el sur de Gallo Cantana.

Las especies florísticas que se encuentran en esta zona, son: figueroa, cedro, cacho de toro, canelo, matapalo, pambil, chonta, higuerón, pachaco, caucho, etc.

☞ Bosque Húmedo Montano Bajo:

Va de los 1150 a los 2228 m.s.n.m. El promedio anual de precipitación pluvial oscila entre los 1.000 y 2.000 mm. y registra una temperatura media anual entre 12 y 18° C, con una evapotranspiración de 0.5 a 1 mm., considerándose una zona húmeda.

Abarca las poblaciones de Nudillo, Gallo Cantana, Pano y Dumari. En la vegetación de esta zona se encuentran especies como: verbena, salvia, poleo, cola de caballo, hierba luisa, figueroa, cedro, canelo y matapalo.

☞ Bosque Húmedo Premontano:

Está entre los 933 a 1150 m.s.n.m, con una temperatura media anual de 18 y 24° C, evapotranspiración de 0.5 a 1 mm., y precipitaciones que van de los 1000 a 2000 mm., siendo esta una zona húmeda.

Las poblaciones dentro de esta zona de vida son: el norte de Dumari, Pano y Luz de América. Las especies características de esta zona son: guarumo, caucho, samán, pambil, entre otros, destacándose cultivos de cacao y banano.

☞ Bosque Seco Montano Bajo:

Está entre los 252 a 933 m.s.n.m, su temperatura va de 12 a 18 °C, con una evapotranspiración de 1 a 2 mm. y precipitaciones de 500 a 1000 mm., considerándose así una zona subhúmeda, la cual se encuentra entre lo semiárido y lo húmedo.

Comprende las poblaciones de: sur de Porvenir, Playas de San Tintín y Luz de América. Las especies que constituyen esta zona de vida son: fernán sánchez, fruta de pan, balsa, etc., además, cultivos como: cacao, naranja, mandarinas, café, mamey, entre otros.

☞ Bosque Seco Pre-montano:

Va de los 60 a 252 m.s.n.m, con una temperatura de 18 a 24 °C, evapotranspiración de 1 a 2 mm. y precipitaciones que van de 500 a 1000 mm., siendo esta una zona subhúmeda.

Esta zona abarca las poblaciones de Casacay y la parte norte de El Porvenir. Es apta para cultivos de frutales como banano, cacao, limón, naranja, granadilla, además, se pueden encontrar especies como: sábila, mastrante, toronjil, llantén, hierba luisa, malva; y flores como: rosas, hortensias, dalias y claveles.

4.2.2.b Flora

Debido a las condiciones climáticas existentes en cada sección de la subcuenca, podemos encontrar un desarrollo extenso e interesante de especies vegetales a lo largo de toda la zona de estudio, las cuales son (Anexo F: Lista de Especies Forestales):

Tabla. IV.71. Flora de la subcuenca Casacay

| Sector de la Cuenca | Tipo de Especies |
|---------------------|--|
| CUENCA BAJA | Fernán sánchez Fruta de pan Balsa Guarumo Caucho Samán Pambil |
| CUENCA MEDIA | Figueroa Cedro Cacho de toro Canelo Matapalo Higuerón Caucho Pachaco |
| CUENCA ALTA | Verbena Salvia Poleo Cola de caballo Hierba luisa Figueroa Cedro Canelo Matapalo |

Fuente: PLAMASCAY, 2007

Además se identificaron especies: ornamentales, frutales - alimenticias, medicinales, maderables y arbustivas:

Tabla. IV.72. Cultivos de especies en la subcuenca Casacay

| Clasificación | Especies |
|-------------------------|---|
| Ornamentales | Claveles, margaritas, girasoles, rosas, dalias, hortensia, geranio, rosa de los vientos |
| Frutales - Alimenticias | Granadilla, naranja, banano, cacao, café, naranjilla, mandarinas, mamey, limón, toronja, chonta, pechiche, guaba de bejuco, fruta de pan. |
| Medicinales | Sábila, toronjil, llantén, mastrante, hierba luisa, malva, caucho, copal, palo sangre, beldado, guarumo, fruta de pan, guanto, higuerón. |
| Maderables | Alcanfor, balsa, beldado, caña guadua, canelo, cedro, copal, fernán sánchez, figueroa, guarumo, guayacán, higuerón, machare, laurel, pambil, peniche, pigue, samán, pino. |
| Arbustivas | Achira, achiote, altamisa, chilca, chaya, guanto, laurel de montaña, laritaco, mastrante, mora, sauco, sabaluco, verbena. |

4.2.2.c Fauna

En la subcuenca encontramos las siguientes especies (Anexo F: Lista de Especies Animales):

Tabla. IV.73. Fauna de la subcuenca Casacay

| Sector de la Cuenca | Tipo de Especies |
|---------------------|--|
| CUENCA BAJA | Venados Aves Zorros Loros Peces Ardillas |
| CUENCA MEDIA | Venados Guatusa Andasolo Peces (camarón, raspa, pangora) Saino |

| | |
|-------------|---|
| | <p>Pavas Monos Gualilla</p> |
| CUENCA ALTA | <p>Venados Puerco de monte Oso de anteojos Osos Guisha Armadillo Andasolo León Tigre Ardillas Loros Pericos Reptiles (culebras) Monos Tapirus pinchaque – Danta (especie extinta)</p> |

Fuente: PLAMASCAY, 2007

Realizando una clasificación basada en el tipo de especies que se encontró en la subcuenca, se puede definir:

Tabla. IV.74. Lista de especies de animales de la subcuenca Casacay

| Tipo de Especie | Nombre |
|-----------------|---|
| Mamíferos | Anda solo, ardilla, armadillo, cabeza de Monte, conejo, chucurillo, gato de monte, guatusa, león, lobo, mono, oso, puerco saino, tigrillo, venado, zorro. |
| Aves | Azulejo, carpintero, garrapatero, gallinazo, halcón, loro, lirlo, paloma, pacharaco, pava de monte, perico, perdiz, quinde café, quilico, torcaza, tórtola. |
| Reptiles | Coral, chonta, equis, guaso, macanche, sayama |
| Peces | Bocachico, dorado, lancetero, raspa, vieja. |
| Artrópodos | Camarón de río. |

Fuente: PLAMASCAY, 2007

4.3 COMPONENTES SOCIALES ECONÓMICOS Y CULTURALES

4.3.1 Población

Con los datos de la Tabla. III.18. y Tabla. III.19., se realizó un modelo poblacional, con el cual se estima la cantidad de personas para el año 2015:

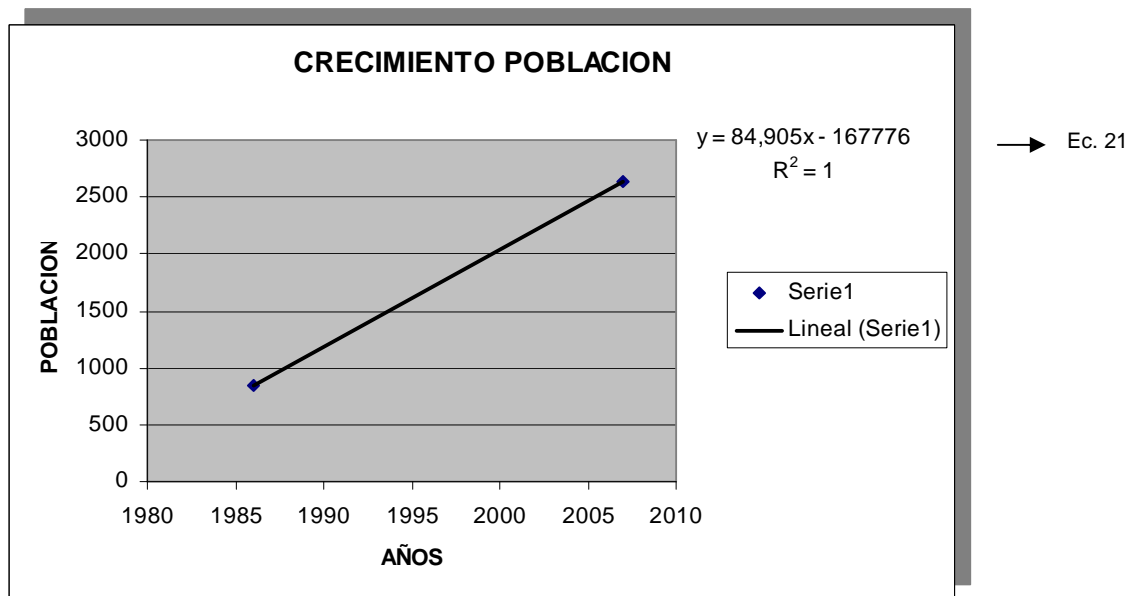


Figura. IV.16. Crecimiento poblacional

Tabla. IV.75. Población proyectada al 2015

| Localidad | Viviendas | Habitantes |
|----------------------|------------|-------------|
| Gallo Cantana | 46 | 138 |
| Luz de América | 47 | 140 |
| Nudillo | 26 | 69 |
| Pano | 35 | 104 |
| Playas de San Tintín | 42 | 127 |
| Casacay | 592 | 2381 |
| Porvenir | 64 | 191 |
| Dumari | 52 | 157 |
| TOTAL | 904 | 3308 |

Debido a la falta de datos poblacionales dentro de la subcuenca, se aplicó un modelo de regresión lineal el cual permite inferir, mediante la Ecuación 21, el tamaño poblacional para años subsiguientes.

En la actualidad se observa dentro de la subcuenca que el índice demográfico ha aumentado debido a la falta de leyes, regulaciones y de educación, trayendo consigo la demanda excesiva de recursos y generando impactos negativos en el medio.

En cuanto a la Tabla. III.21. y Tabla. III.22., las mismas son de gran importancia, para conocer la capacidad productiva que posee la subcuenca. Es notable el predominio de hombres en las poblaciones y la mayoría de éstos son jóvenes, por ende la capacidad productiva que tiene la subcuenca es alta (Anexo C: Mapas de Grupo de Edades y Grupo de Sexo).

4.3.1.a Densidad Poblacional

La siguiente tabla nos indica la densidad poblacional existente en cada una de las poblaciones que se encuentran inmersas en la subcuenca, y sus respectivas proyecciones al 2015 (Anexo C: Mapa de Densidad Poblacional):

Tabla. IV.76. Densidad Poblacional en la subcuenca Casacay

| Nombre | Área (km ²) | Densidad 1986 | Densidad 2007 | Densidad 2015 |
|----------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Casacay | 5082972,181 | 54 | 354 | 468 |
| El Porvenir | 10035348,530 | 4 | 15 | 19 |
| Playas de San Tintín | 13209254,173 | 9 | 9 | 10 |
| Luz de América | 15386349,790 | 6 | 8 | 9 |
| Dumari | 16816464,702 | 8 | 9 | 9 |
| Pano | 10616144,495 | 6 | 9 | 10 |
| Nudillo | 13587258,275 | 7 | 6 | 5 |
| Gallo cantana | 8381649,104 | 4 | 13 | 16 |

4.3.1.b Tasa de Crecimiento Poblacional

La tasa de crecimiento poblacional en la subcuenca Casacay, es de gran ayuda al momento de realizar proyecciones para el futuro, dicha tasa de crecimiento es:

Tabla. IV.77. Crecimiento poblacional

| | |
|---|----------------|
| Crecimiento poblacional en 21 años | 211,01% |
| Crecimiento poblacional anual | 10,05% |
| Crecimiento poblacional mensual | 0,84% |

4.3.1.c Migración

En cuanto a la migración, se han identificado 478 casos de migración en el cantón Pasaje, principalmente a países como España, Estados Unidos e Italia. El 43.93% de la población lo hace por motivos de trabajo.

La migración se da mayoritariamente en hombres hacia las haciendas, y en especial en épocas cuando se demanda de labores agrícolas y cosechas de los cultivos principales de esta zona, como son: el banano, cacao y camaroneras.

4.3.1.d Pobreza

En la zona de estudio se ha determinado, que la pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI) de la parroquia Casacay es de 69,87%, esto abarca las limitaciones en cuanto a educación, salud, servicios básico y trabajo; y la extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas es de 39.83%, con muchas familias con niños que no asisten a la escuela y con servicios básicos inadecuados (Anexo D: Foto No. 11).

4.3.2 Salud

La población de Casacay cuenta con un subcentro de salud ubicado en la misma parroquia, donde se atienden emergencias menores, controles de embarazo, vacunas y atención a menores. Cuando se necesitan atenciones mayores que requieren hospitalización, casos de emergencias graves, consulta externa o planificación general, la población acude principalmente al Hospital San Vicente de Paúl en la ciudad de Pasaje.

Pasaje también cuenta con el Hospital Militar, 12 subcentros de Salud, 2 dispensarios médicos y una clínica privada (DIPES – ESSA).

Los principales problemas de salud que se presentan en la población son: paludismo, dengue, parasitosis, gripe, bronquitis, neumonía, sarpullido, diabetes, desnutrición, infecciones respiratorias, diarreas agudas, etc. Una enfermedad muy común, y que está actualmente afectando a la población, es la bacteria cancerígena *Helicobacter Pylori*.

4.3.2.a Esperanza de Vida

En la subcuenca del río Casacay se ha determinado una esperanza de vida de 80 años.

4.3.2.b Tasa de Mortalidad

La tasa de mortalidad infantil se determinó en el cantón pasaje, esta es de 3,13%.

4.3.3 Educación

Observando la Tabla. III.24., se tiene que la gran mayoría de pobladores sabe leer y escribir, pero únicamente han llegado hasta un cierto nivel de educación primaria y muy pocas han accedido a la educación secundaria.

4.3.4 Infraestructura

4.3.4.a Red Vial

La red vial dentro de la subcuenca es la siguiente:

Tabla. IV.78. Red Vial

| Nombre | Tipo | Estado | Longitud (m) | Observación |
|----------------------------------|----------------------|---------|--------------|---------------------------------------|
| Pasaje – La Cocha | Asfaltada 1er. Orden | Bueno | 9305,69 | Digitalización de Cartas Topográficas |
| Casacay – Luz de América | Tierra 3er. Orden | Malo | 4179,53 | Levantamiento GPS Navegador |
| Casacay - Porvenir | Tierra 3er. Orden | Malo | 5768,96 | Levantamiento GPS Navegador |
| Quera - Chilla | Asfaltada 1er. Orden | Regular | 38217,38 | Digitalización de Cartas Topográficas |
| Casacay (dentro de la población) | Concreto 1er. Orden | Regular | 3493.02 | Levantamiento GPS Navegador |

Fuente: Modificado de Cartas Topográfica, IGM

La mayor parte de las carreteras no son asfaltadas, y debido a la presencia de lluvias constantes, el acceso a las diferentes poblaciones es limitado, haciendo que sus pobladores se movilicen por medio de animales de carga como caballos y burros (Anexo D: Foto No. 12).

4.3.4.b Centros de Salud

En cuanto a los centros de salud que se encuentran en la subcuenca Casacay, se identificó que la mayoría de los mismos no cuentan con un servicio adecuado, y no existe la continua presencia de médicos (Anexo D: Foto No. 13).

4.3.4.c Centros Educativos

En la parroquia Casacay existen 4 centros de educación primaria, con un total de 389 alumnos; y un centro de educación secundaria, con 74 alumnos.

El nivel de analfabetismo en personas mayores a 15 años es de 8.22%, siendo que, un 59.6% de la población han cursado la educación primaria, un 10.8% la secundaria y un 7.1% la superior, estudiando la gran mayoría en universidades de Machala, y en menor proporción en Cuenca.

4.3.4.d Servicios Públicos

Las poblaciones de Casacay, Luz de América y Playas de San Tintín, reciben servicio de agua potable, alcantarillado, teléfono y luz eléctrica; mientras que aquellas como Dumari, el Porvenir, Gallo Cantana, por estar más alejadas y tener un difícil acceso, no tienen disponibilidad de estos servicios.

En la parroquia de Casacay, la población elimina la basura a través del carro recolector que pasa 1 día a la semana (miércoles). Existe el servicio de agua potable y alcantarillado gracias al trabajo de la Junta Administradora de agua potable y Alcantarillado regional, que se encarga de proveer de este servicio a las localidades de Casacay, Ducos, Huizho y Rajaro (Anexo D: Foto No. 14).

4.3.5 Paisaje

El valor paisajístico que posee la subcuenca es amplio debido a que contiene, en un área pequeña, variedad de zonas de vida, siendo totalmente diferente sus condiciones climáticas y su variedad ecológica a lo largo de toda su extensión.

Se pudo apreciar como primer paisaje en la sección baja del río, un conjunto de pequeñas elevaciones llenas de gran variedad de flora y fauna que

se han desarrollado gracias al clima cálido húmedo presente en la zona y que son de inmenso valor para la población.

En la zona media, es notable la actividad agrícola. Aquí las elevaciones son de mayor pendiente y los terrenos en ellas están llenos de cultivos de cacao y banano. Esta parte de la cuenca por lo general siempre está cubierta de nubes y presenta constantes precipitaciones.

En la cuenta alta del río, tras los 2200 m.s.n.m., existe una zona diferente en todo aspecto. El clima varía radicalmente, ya que las temperaturas son más bajas, e influyen en el cambio de vegetación que aquí se caracteriza por la presencia de páramos con plantas propias de los bosques andinos y árboles de pino.

Es por estos tres tipos de paisaje que se puede considerar a la subcuenca del río Casacay como un área de gran riqueza y valor no solo por la variedad de recursos que ésta posee, sino también porque dentro de ella se puede disfrutar del clima cálido que nos ofrece la costa en la cuenca baja, de la vegetación exuberante de la amazonia en la cuenca media y del bello paisaje de la región andina, en la cuenca alta.

4.3.6 Vivienda

El 88% de la población tiene vivienda propia, 6% la arrienda, mientras que otro 6% la posee por servicio o préstamo. En cuanto al tipo de vivienda el 17% habita en tugurios y el 83% habita en casas.

Los materiales de construcción con los que se ha establecido cada vivienda se presentan por lo general con estructuras de hormigón, hierro y madera; techos en su gran mayoría de eternit y zinc; paredes de ladrillo, bloque y madera, con pisos de cemento y madera.

La mayoría de las viviendas poseen servicio de alcantarillado y agua potable. Un 86% disponen de luz eléctrica, y 3% de servicio telefónico. La mayoría de los habitantes posee baño y ducha propia. Casi todos los hogares usan en mayor porcentaje gas para cocinar, y cuando este escasea usan leña.

Con los datos de la Tabla. III.27. y Tabla. III.28., se realizó un modelo, con el cual se estima la cantidad de viviendas para el año 2015 o para años subsiguientes:

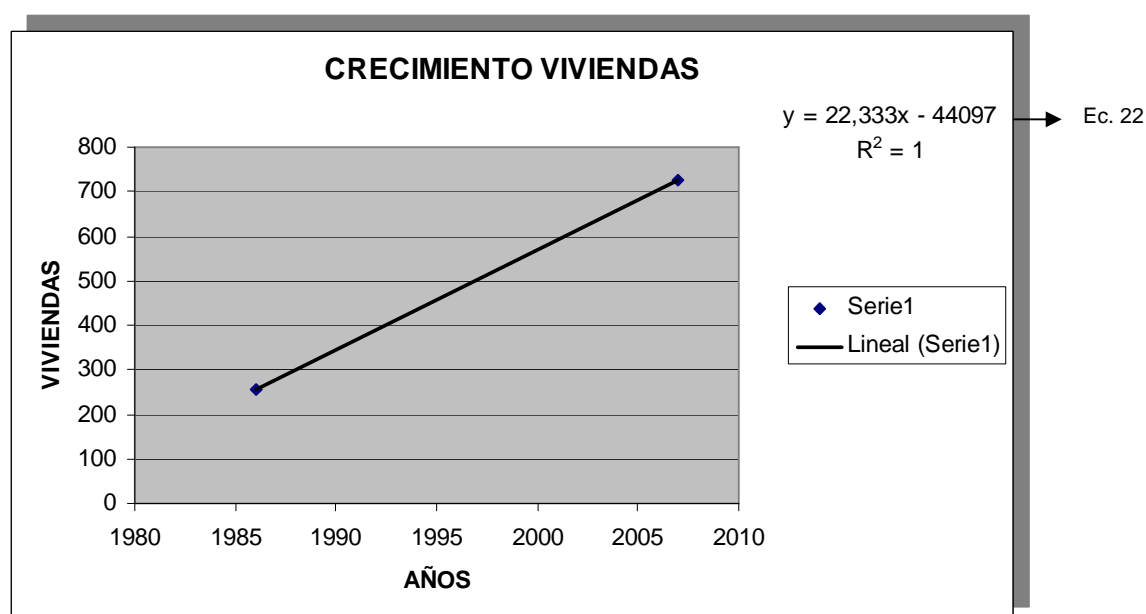


Figura. IV.17. Crecimiento de viviendas

4.3.7 Capital Social

4.3.7.a Instituciones Locales

Las organizaciones más conocidas por su trabajo en la comunidad de Casacay y dentro de la subcuenca son la Junta Parroquial y la Junta Administradora de agua potable, con una estructura autónoma y la participación de 612 socios. Otra institución encargada de la dotación de agua es la Asociación de Agua Entubada que cuenta con 50 socios.

También esta TRIPLE ORO CEM, empresa encargada de dotar de agua potable a las ciudades de Machala, Guabo y Pasaje, pero dentro de la subcuenca su labor es muy cuestionada y no ha sido muy relevante.

4.3.7.b Gobiernos Locales

Están el Gobierno provincial autónomo de El Oro, Municipio de Pasaje y Chilla, el destacamento Militar y PREDESUR, encargadas del desarrollo de la provincia y de las poblaciones que la conforman, con la construcción de carreteras, entrega de servicios básicos, y apoyo a la población en temas de salud y educación. Éstas también cuentan con el apoyo de las mancomunidades de Austro-Sur y del río Jubones. También está el Ministerio del Ambiente como autoridad ambiental.

4.3.7.c Grupos Organizados

4.3.7.c.1 *Asociaciones de Agricultores y Ganaderos*

Existen dos asociaciones bien establecidas, 17 de diciembre y Unión de Casacay con 15 y 60 socios respectivamente que se encargan de la producción dentro y fuera de la subcuenca. Un problema muy importante que aqueja a las organizaciones del cacao es que existe gran cantidad de intermediarios y esto provoca el aumento irregular de los precios y el no poder tener un ingreso directo al mercado internacional.

Existe también la Asociación de porcicultores “La Esperanza” ubicada en la sección baja de la subcuenca y la Junta canal de riego San Benito que sirve a la parte baja de la subcuenca.

4.3.7.c.2 *Asociaciones Barriales*

La participación ciudadana en la subcuenca se ha visto evidenciada con la intervención de las siguientes asociaciones: Asociación de montubios, dedicada al desarrollo social y humano; Comité de Damas Nueva Alianza, dedicado a la labor social en la parte baja de la cuenca;

Comunidad Eclesiástica; Brigadas barriales; Policía nacional; y el comité de reforestación Casacay (PLAMASCAY, 2007).

4.3.8 Tenencia de Tierra

Un 80% de la población en la subcuenca poseen su propio terreno y son tenedoras legales de la tierra en la que habitan. La mayoría en la parte baja posee pequeños terrenos donde se dedican al cultivo de frutales, cacao, plantas medicinales y también a la crianza de gallinas. En la parte media existen grandes extensiones de terreno donde se desarrollan actividades agrícolas, como la siembra de cacao, banano y café. En la parte alta la tierra es más usada en pastos para la ganadería que es la actividad más destacada en esta zona (PLAMASCAY, 2007; Encuestas).

4.3.9 Actividades Económicas

Se han determinado las siguientes actividades económicas descritas a continuación en base a su importancia:

4.3.9.a Actividad Agrícola

En la subcuenca baja y media existe una mayor actividad agrícola, con el cultivo de frutales, como: mandarina, naranja, limones, toronjas, mamey, orito, banano, cacao, etc.

Según el censo agropecuario de cantones del 2002, existen 386 unidades de producción agropecuaria: 256 en el cantón Pasaje y 130 en el cantón Chilla. La superficie de producción es de 11451 ha., de las cuales 9664 están ubicadas en el cantón pasaje y 1787 en el cantón Chilla. (PLAMASCAY, 2007)

La producción de cacao es la predominante en la subcuenca y en promedio es de 12 qq/ha anuales de manera tradicional, y 40 qq/ha anuales con el uso de tecnología. Los agroquímicos más usados son herbicidas como: tordon, estelar, aminapac, ullmina, y ranger.

Los principales cultivos que se dan en la subcuenca son:

Tabla. IV.79. Cultivos en la subcuenca del Casacay

| | Cuenca Baja | Cuenca Media | Cuenca Alta |
|----------|--|--|--|
| Cultivos | Cacao, Plátano, Orito, yuca, maíz, fréjol, pastos | Cacao, Plátano, Orito, yuca, maíz, fréjol, pastos | Maíz, alfalfa, fréjol, trébol, pastos. |
| Frutales | Mandarina, naranja, limón, guaba, mango, aguacate, toronja, pomelo, zapote, mamey. | Naranja, mandarina, frutilla, limón, tomate de árbol, durazno, granadilla, naranjilla. | Limón, tomate de árbol, durazno, naranja, mandarina, frutilla, granadilla. |

Fuente: PLAMASCAY, 2007

Un problema para los pequeños productores es la limitación al crédito bancario, por lo que recurren a chulqueros, y a la venta de propiedades o ganado, con lo que ponen en riesgo parte de su producción. Tampoco existe el apoyo de instituciones que brinden ayuda técnica para la producción agrícola y los propios dueños de las fincas no se han preocupado por adquirirla.

4.3.9.b Actividad Pecuaria

En la subcuenca predomina la ganadería extensiva, con la crianza de ganado: vacuno, bovino, porcino y aves de corral. En cuanto a la crianza de ganado vacuno para la producción de leche, se destacan las razas *Brownswis* y *Holstein* en la zona media y alta de la subcuenca (Anexo D: Foto No. 15) (Ver Tabla. IV.80).

Existen algunos tipos de pastos en la subcuenca que son la base de la alimentación principalmente del ganado bovino y vacuno. En la zona baja se dan las variedades de Chilena, saboya, melquerón, gramalote, yaragua y elefante y en la zona media y alta esta el kikuyo, brachiaria y yaragua (PLAMASCAY, 2007).

En la parte alta se ha empezado a trabajar con sistemas silvopastoriles que son básicamente el cultivo de pastos o especies arbustivas aptas para la alimentación del ganado. Algunas de estas especies arbustivas son el guaguel, duco, pumamaqui, laurel y chilona.

Tabla. IV.80. Ganado en la subcuenca del Casacay

| Cantón | Ganado Vacuno | | |
|---------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| | Criollo (cabezas) | Mestizo (cabezas) | Producción de leche (lt) |
| Chilla | 4039 | 4890 | 5480 |
| Pasaje | 3379 | 2704 | 2664 |

Fuente: PLAMASCAY, 2007

El cultivo de pollos se ha incrementado en los últimos años dentro de la subcuenca, específicamente en el sector de Quera. La Agroempresa de pollos e incubadora de huevos (ECUCONSA) es el principal propietario. Esta actividad emite olores demasiado fuertes para la población aledaña.

4.3.9.c Turismo

En la subcuenca baja, en la parroquia Casacay se encuentra ubicado un balneario muy popular llamado “La Cocha”. Éste es un centro turístico importante ya que mucha gente de Pasaje, de Machala y de otros sectores de la zona acuden los fines de semana a este centro turístico (Anexo D: Foto No. 16).

En la parte media y alta no existe actividad turística que se pueda evidenciar, debido a que existe mayor dedicación a los cultivos.

Existen otras actividades a las que la población se dedica, éstas son la pesca, caza, trabajos particulares para los municipios y quehaceres domésticos.

4.3.10 Población Económicamente Activa

En la parroquia Casacay existe una población económicamente activa de 746 personas, dedicadas a las ramas anteriormente mencionadas, principalmente a la agricultura y ganadería.

La población está concentrada mayormente en la parte baja de la cuenca, donde hay mayor producción, mientras que en la parte media y alta existe menor densidad poblacional.

4.4 ANÁLISIS FODA

4.4.1 Fortalezas

Como ya se mencionó la subcuenca del río Casacay es un área poseedora de grandes recursos en toda su extensión y es esto lo que la llena de gran riqueza. La parte baja tiene abundantes recursos forestales, es una zona llena de bosques con un clima y suelo aptos para la agricultura. La zona media, gracias a sus suelos fértiles y a su clima tiene un gran potencial en cultivos de productos alimenticios y de exportación como banano y cacao, así como también recursos madereros.

La belleza paisajística es también una fortaleza muy importante que tiene la subcuenca, ya que la flora y fauna que la rodean hacen de ésta un lugar digno de ser visitado.

4.4.2 Oportunidades

Gracias a sus paisajes es un área apta para el turismo ecológico, lo cual trae consigo la concienciación de la gente y la protección de sus recursos.

Al ser una zona de protección y cuidado ambiental, se puede incentivar también a la educación y a prácticas de reforestación y cuidado del agua.

Debido a que es un área dedicada en su gran mayoría a la agricultura, se pueden formar asociaciones, que realicen prácticas de agricultura sustentable de manera que se aproveche al máximo la capacidad del suelo. También con una agricultura organizada se pueden evitar intermediarios y tener organizaciones más consolidadas que mejoren la economía.

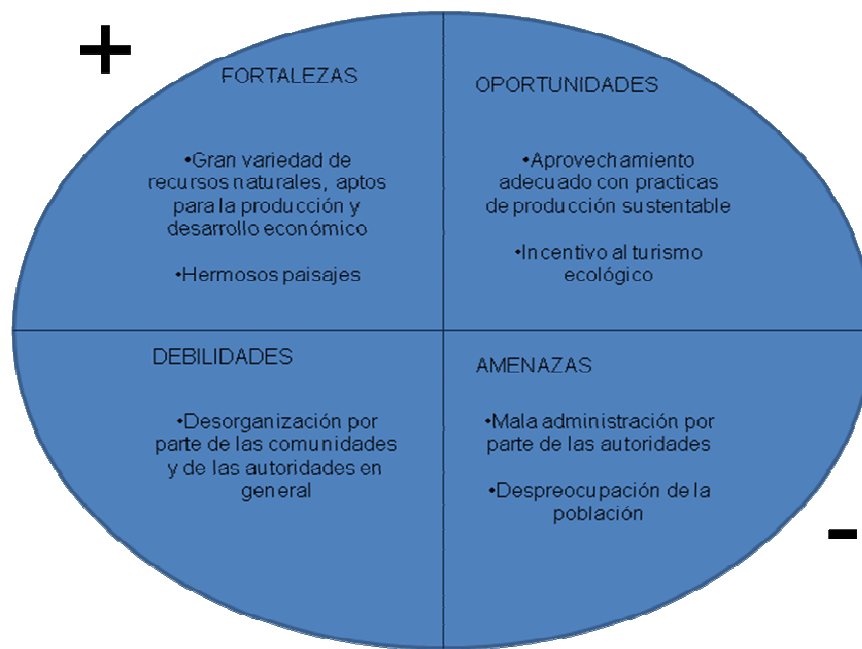
4.4.3 Debilidades

Hace falta mayor organización por parte de las comunidades y de las autoridades en general, para contrarrestar la burocracia y concentración de poder, no sólo en la administración política, sino también en las actividades económicas que se desarrollan en la subcuenca, es muy importante el pensar y trabajar por un objetivo común.

4.4.4 Amenazas

Una mala administración por parte de las autoridades en las parroquias pondría en peligro la utilización de los recursos naturales de la zona, haciendo de la población un grupo vulnerable que no cuente con los servicios que éstos les brindan, y limitando su uso a la comunidad que es quien más lo necesita.

La falta de cuidado y preocupación de las autoridades y de los mismos pobladores pueden traer grandes consecuencias ambientales como: erosión, contaminación del agua, deforestación, entre otros, y problemas sociales como: enfermedades y pérdidas económicas en los cultivos.



Esquema. IV.3. Análisis FODA

4.5 MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

El objetivo fundamental del manejo de la subcuenca del río Casacay es el de dar soluciones óptimas de acuerdo a los problemas y en base a un diagnóstico de la situación actual de la misma, buscando el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la población, la conservación y mayor productividad de los recursos naturales, restauración de áreas degradadas y del régimen hidrológico.

La realización de este estudio esta dirigido a:

4.5.1 Gobiernos locales

Que en base a la realidad de la subcuenca tomen acciones inmediatas de los problemas que existen en la zona, implementando normas y regulaciones que se encuentren orientadas a un desarrollo sustentable.

Para tal efecto, es de suma importancia que dentro de las políticas de los gobiernos locales se consideren los siguientes parámetros:

- ☞ Impulsar el enfoque de integridad y sustentabilidad, mejorando el nivel de coordinación en el Gobierno Local con proyectos en común.
- ☞ Desarrollo institucional y apoyo tecnológico en el manejo del recurso agua a nivel de cuencas hidrológicas.
- ☞ Establecer planes de manejo en materia de educación ambiental
- ☞ Monitoreo y evaluación de efectos e impactos ambientales de las acciones que se apliquen en corto, mediano y largo plazo.

4.5.2 Comunidad

Quienes son los gestores principales para el cambio, ya que mediante la unión y el trabajo pueden lograr el desarrollo íntegro de la subcuenca.

4.5.3 PREDESUR

De manera que tome decisiones adecuadas a las necesidades que la población requiere, mediante el apoyo económico y técnico, ya que son los encargados de velar por el bienestar de los pobladores y el uso adecuado de cada uno de los recursos.

4.5.4 Inversionistas

Que mediante el aporte de capital puedan ayudar a los pequeños y medianos agricultores, mejorando la productividad en la subcuenca, y permitiendo el desarrollo económico de la zona.

4.6 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

4.6.1 Zonificación Ecológica Económica (ZEE)

4.6.1.a Capacidad de Uso del Suelo

Los resultados obtenidos después de la aplicación de la metodología descrita en el Esquema. III.2, se presentan a continuación:

Tabla. IV.81. Clases agrológicas de la subcuenca Casacay

| Clases Agrológicas | Área (ha) |
|--------------------|-----------|
| 3 | 3,94 |
| 4 | 303,46 |
| 5 | 6902,73 |
| 6 | 1360,86 |
| 7 | 63,49 |
| 8 | 3534,55 |

La subcuenca presenta 6 clases agrológicas predominando la clase V (Anexo C: Mapa de Capacidad Agrológica). La descripción de cada una de estas clases es la siguiente:

✓ Clase III:

Son tierras aptas para cultivos permanentes, con limitaciones severas y métodos intensivos de manejo, requieren conservación.

✓ Clase IV:

Tierras apropiadas para cultivos permanentes, teniendo como restricción el manejo con técnicas de conservación de suelos y realizadas de manera ocasional. Son aptos también para ganadería y producción forestal.

✓ Clase V:

Suelos que presentan serias limitaciones para el desarrollo de cultivos permanentes o anuales, y pastoreo. Se permite el manejo de bosque natural cuando lo hay.

✓ Clase VI:

Tierras que son aptas para pastos y producción forestal. Permite el manejo de bosque natural y su protección con limitaciones moderadas.

✓ Clase VII:

Son suelos con severas limitaciones, en donde se permite el manejo de bosque natural, zonas de protección y reforestación del bosque natural.

✓ Clase VIII:

Son zonas que no reúnen las condiciones para la producción agropecuaria y forestal. Pueden ser usadas como zonas de preservación de flora y fauna.

4.6.1.b Uso Potencial

En la subcuenca se determinaron 5 tipos de usos potenciales, a partir de la “*Infraestructura Vial para obtener el Uso Potencial*” (Tabla. III.58.), los cuales se describen a continuación (Anexo C: Mapa de Uso Potencial):

Tabla. IV.82. Clasificación de uso potencial de la subcuenca Casacay

| Clase Agrológica | Descripción | Área (ha) | Porcentaje (%) |
|------------------|--|-----------|----------------|
| 4 | Tierras aptas para cultivos con uso limitado y pastizales con métodos sencillos. | 12,13 | 0,10 |
| 5 | Tierras aptas para pastos y bosques con restricciones. | 485,52 | 3,99 |
| 6 | Tierras aptas para pastos y bosques forestales con restricciones moderadas. | 6887,83 | 56,60 |
| 7 | Tierras aptas para la restauración y conservación de bosques. | 1294,70 | 10,64 |
| 8 | Tierras aptas para protección y conservación de ecosistemas. | 3488,18 | 28,67 |

4.6.1.b.1 Tierras aptas para cultivos con uso limitado y pastizales con métodos sencillos

Presentan relieves accidentados con suelos arcillosos lo cual limita su uso y deben destinarse mayormente a pastos, para ganadería o cultivos con técnicas intensivas. Son zonas en las que se encuentra actualmente bosque natural intervenido por actividad humana.

4.6.1.b.2 Tierras aptas para pastos y bosques con restricciones

Son zonas con suelos franco arcilloso, la falta de caminos y las pendientes fuertes son factores que limitan la implantación de cultivos, constituyéndose en una restricción para la producción de la zona.

Actualmente se encuentra en esta zona, bosque intervenido por pastos y actividades humanas. Lo recomendable, según los parámetros analizados, es que estas zonas se destinen mayormente a la conservación de los bosques.

4.6.1.b.3 Tierras aptas para pastos y bosques forestales con restricciones moderadas

Según el uso actual, son tierras con cultivos permanentes, bosque y páramos los cuales favorecen a la conservación de los ecosistemas pero de acuerdo a la capacidad agrológica del suelo, pueden ser utilizados para la implantación de bosques forestales y por ser zonas de difícil acceso con relieves moderados pueden también usarse para pastos.

4.6.1.b.4 Tierras aptas para la restauración y conservación de bosques

En esta zona predomina el bosque natural y el bosque intervenido con pastizales y matorrales, los cuales, debido principalmente a su gran valor ecológico, y dado al acceso limitado y las fuertes pendientes de la zona, deben ser destinados a la restauración y conservación.

4.6.1.b.5 *Tierras aptas para protección y conservación de ecosistemas*

En estas zonas se encuentran bosques naturales y páramos, siendo intangibles los cuales no deben ser usados para ninguna actividad económica debido a su gran valor ecológico, su acceso es limitado y sus pendientes son abruptas.

El uso que se le da actualmente es adecuado, pero es necesario implementar medidas preventivas de manera que no se lleguen a destinar estas tierras a otras actividades que perjudiquen el equilibrio del ecosistema.

4.6.1.c Conflictos

El resultado obtenido en base a la matriz de uso actual vs. uso potencial del suelo, descrita en la Tabla. III.60. es (Anexo C: Mapa de Conflictos):

Tabla. IV.83. Conflictos de suelo en la subcuenca Casacay

| Conflictos | Código | Área (Ha) |
|-----------------|--------|-----------|
| Uso Adecuado | 1 | 3346,684 |
| Subutilizado | 2 | 711,206 |
| Sobre utilizado | 3 | 4373,324 |
| Mal utilizado | 4 | 124,119 |
| Intangible | 5 | 3613,053 |

De acuerdo a los análisis realizados en la subcuenca se observa el predominio de la sobreutilización de las tierras en la mayoría de su superficie, pero también existe gran extensión de territorio en la que el uso es adecuado, y existe también la presencia de zonas intangibles.

4.6.1.d Síntesis Socioeconómica

Los resultados que se obtuvieron en la subcuenca son los siguientes (Anexo C: Mapa de Síntesis Socioeconómica).

Tabla. IV.84. Síntesis Socio Económica en la subcuenca Casacay

| Nombre | Área (ha) | Desarrollo |
|----------------------|-----------|------------|
| Casacay | 508,297 | Alto |
| El Porvenir | 1003,535 | Alto |
| Playas de San Tintín | 1320,925 | Medio |
| Luz de América | 1538,635 | Medio |
| Dumari | 1681,646 | Medio |
| Pano | 1061,614 | Bajo |
| Nudillo | 1358,726 | Bajo |
| Gallo Cantana | 838,165 | Bajo |
| Sin Nombre | 2856,936 | Bajo |

En cuanto al asentamiento poblacional se tiene que, el porcentaje de la población que se encuentra correctamente asentada, dentro de pendientes entre 0° a 15°, es del 49%; mientras que un 44% se acentúa en pendientes entre 15° y 30°, constituyéndose una zona de mediano riesgo; y apenas un 7% se acentúa en pendientes mayores de 30°, lugares que representan un riesgo elevado para poblar.

Existen 800 ha. en donde las condiciones para que las poblaciones se pueden asentar es óptima, y 5902 ha. que pueden ser utilizadas para actividades ecoturísticas por medio del aprovechamiento de los senderos.

4.6.1.e Categorías de Uso

A continuación se da una breve descripción sobre las zonas descritas en la Tabla. III.61.

☞ Zonas Productivas:

Son destinadas al desarrollo agrícola, pastizales para la ganadería, pero manejadas de manera sustentable con el cuidado apropiado del suelo para evitar los procesos erosivos. Es importante evitar la quema de pastizales, uso indiscriminado de agroquímicos y no practicar la ganadería intensiva.

☞ Zonas Críticas:

Su cuidado es muy importante ya que son áreas que han sufrido cierta afectación humana debido a que muchos finqueros han transformado el bosque natural en pastizales para ganadería y han provocado un impacto negativo en la zona, la cual debe ser recuperada para que se mantengan la flora y fauna y el régimen hídrico no se altere.

Esta zona tiene gran potencial para prácticas de ecoturismo e investigación. Aquí no se permite la explotación forestal, la extracción de especies endémicas del sector, cacería de animales, apertura de vías, cambio en los usos del suelo, ni ingreso de ganado.

☞ Zonas Especiales:

Son zonas en las que se deben proteger los suelos, la biodiversidad y principalmente el recurso agua. Aquí se busca restaurar y conservar bosques nativos y especies forestales. Son zonas aptas para el ecoturismo e investigación.

No se debe practicar la explotación forestal a gran escala, ni la caza de animales o actividades agropecuarias; además, las actividades mineras de extracción no deben ser permitidas.

Tabla. IV.85. Zonificación Ecológica Económica

| Zona | Potencialidad | Restricción |
|------|---|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de la tierra para cultivos. ✓ Cercanía a los ríos. ✓ Zonas de desarrollo económico alto y medio. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Requiere medidas de protección y conservación. ✓ No existen métodos adecuados de agricultura. |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Existencia de infraestructura adecuada. ✓ Cercanía a ríos. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceso limitado y presencia de pendientes pronunciadas. ✓ Desarrollo socio económico bajo. |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reforestación con fines protectores. ✓ Zonas de gran valor ecológico y económico. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Uso inadecuado de los recursos existentes. ✓ Presencia de pendientes altas con acceso limitado. ✓ Riesgo de erosión y degradación del suelo. |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reforestación con fines protectores y conservadores. ✓ Implementación de sistemas especiales de manejo. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Manejo inadecuado del suelo, ya que existe una sobreutilización de este. ✓ Erosión y degradación del suelo. ✓ Pérdida de cobertura vegetal y productividad. |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Espacio geográfico intangible. ✓ Énfasis en bosques naturales. ✓ Diversidad ecológica, biológica y belleza escénica. ✓ Ayudan en la preservación de las cuencas hidrográficas. ✓ Vegetación de páramo, pastos naturales y vegetación arbustiva que sirven para la conservación del agua, del suelo y de la flora y fauna silvestre. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Intervención paulatina del hombre. ✓ Posee un desarrollo socio económico medio. |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Zonas con potencial para restauración de plantaciones forestales. ✓ Están ubicados en áreas naturales que han sido intervenidas por el hombre. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Suelos subutilizados. ✓ Ambiente alterado que limita la interacción de los factores bióticos y abióticos. ✓ Presión de asentamientos humanos. ✓ Zonas de bajo desarrollo socio económico. ✓ Acceso limitado. |

A continuación se presenta los resultados obtenidos de la ZEE aplicada en la subcuenca del río Casacay (Anexo C: Mapa de ZEE):

Tabla. IV.86. Áreas de la ZEE

| Zona | Área (ha) |
|------|-----------|
| 1 | 3332,550 |
| 2 | 4167,412 |
| 3 | 99,426 |
| 4 | 16,224 |
| 5 | 3855,569 |
| 6 | 697,326 |

4.6.2 Caudal Ecológico

Por ser una subcuenca de características constantes y muy similares a lo largo de su superficie se aplicó la metodología del 10% del caudal total, obteniendo los siguientes resultados:

$$Q_{total} = 2,56 \text{ m}^3/\text{seg. o } 6635520 \text{ m}^3/\text{mes}$$

El 10 % de este caudal es: 663552 m³/mes (caudal ecológico)

4.6.3 Inundaciones

En la subcuenca del río Casacay, el riesgo de inundaciones pluviométricas es mínimo, no sólo por lo que nos muestra la determinación de los parámetros morfométricos, sino porque existe evidencia de ello.

Para el estudio de inundaciones fluviales, se analizaron datos del río Jubones, como: ancho, velocidad y caudal, que fueron utilizados para el cálculo de la profundidad (80 metros), la cual fue ingresada en el *Software Global Mapper*, y se obtuvo el siguiente modelo:

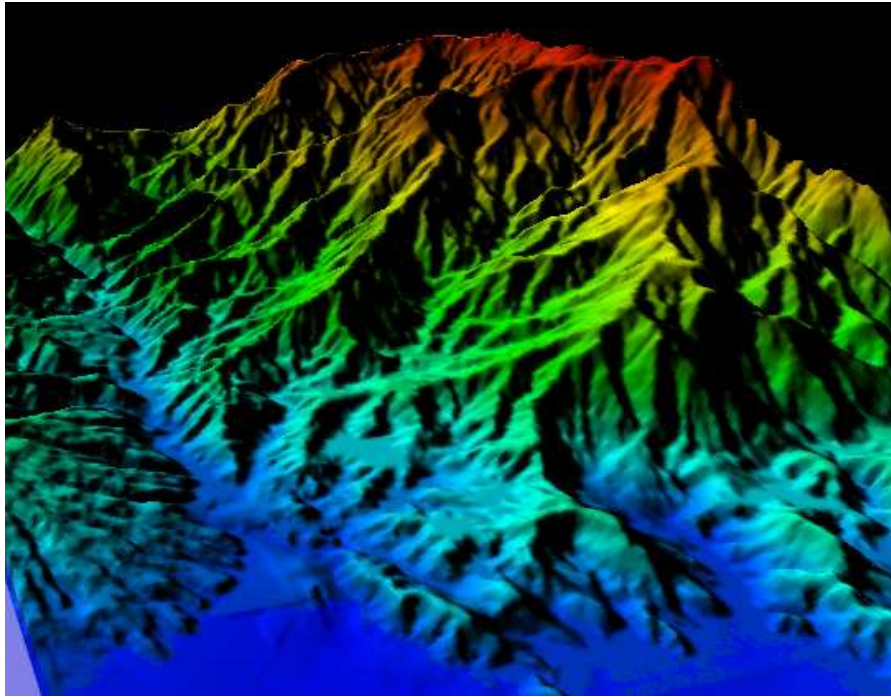


Figura. IV.18. Profundidad Jubones 80 m.

Con esta profundidad, no existen áreas de inundación fluvial como lo indica la Figura IV.18. Al ingresar una profundidad entre 100 a 200 m., el área de inundación en la subcuenca Casacay es:

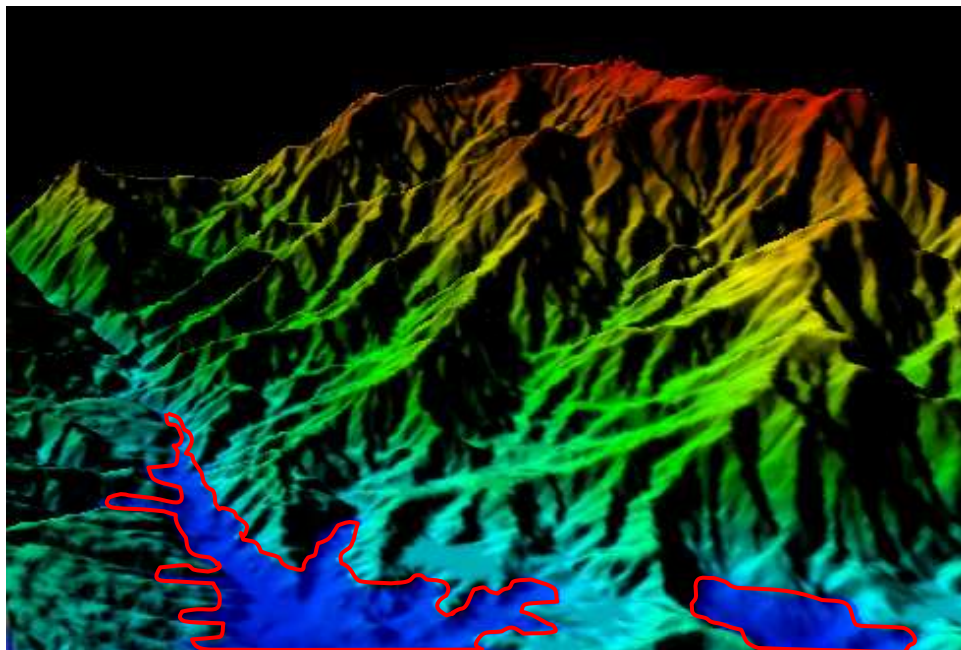


Figura. IV.19. Profundidad Jubones 200 m.

Sólo con éste rango de profundidad, el cual puede presentarse en un caso extremo de desbordamiento del rio Jubones, el área que podría llegar a inundarse es la terraza de la zona baja de la subcuenca, donde existen cultivos.

4.7 IMPACTOS AMBIENTALES

La siguiente matriz describe los impactos ambientales dentro de la subcuenca, teniendo que, los impactos negativos ocasionan un mayor daño, a los siguientes parámetros ambientales: paisaje, bosque natural, salud y a la fauna de la subcuenca.

Tabla. IV.87. Matriz de Impactos

| Acciones Parámetros Ambientales | Deforestación del Bosque | Cambios en el uso del suelo | Alteración del Paisaje | Aporte de sedimentos | Alteración de hábitats | Uso de fertilizantes | Erosión del suelo | Cambio en la calidad del Agua | Construcción de carreteras | Eliminación de desechos | Producción agrícola y ganadera | TOTAL |
|--|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| Suelo | -8/5 | -8/5 | -7/8 | -2/2 | -5/2 | -9/5 | -8/5 | -6/2 | -8/6 | -8/6 | -1/1 | -344 |
| Calidad de aguas superficiales | -7/4 | -7/4 | -2/4 | -6/5 | -5/5 | -9/5 | -7/4 | -10/5 | -4/6 | -8/6 | -2/1 | -316 |
| Calidad de aguas subterráneas | -3/2 | -3/2 | -1/1 | - | -2/1 | -9/2 | -8/5 | -6/5 | -5/2 | -6/2 | - | - 125 |
| Inundaciones | -8/5 | -6/4 | - | -6/4 | - | - | -5/5 | - | - | - | - | -113 |
| Erosión | -10/5 | -10/5 | -6/5 | - | -6/5 | -8/5 | -10/5 | - | -9/6 | - | - | -304 |
| Sedimentación | -4/2 | -4/2 | -1/1 | -9/2 | -8/4 | - | -9/5 | -5/5 | -8/5 | -5/5 | - | -202 |
| Bosque Natural | -10/8 | -9/5 | -9/5 | -3/4 | -6/5 | -8/6 | -6/5 | -8/5 | -8/6 | -9/6 | - | -432 |
| Páramo | -6/4 | -9/8 | -9/5 | -3/4 | -6/5 | -8/6 | -9/5 | -1/2 | -9/9 | -9/5 | - | -404 |
| Animales Terrestres | -9/5 | -8/5 | -8/5 | -4/4 | -10/9 | -8/5 | -6/5 | -8/5 | -6/5 | -7/5 | - | -406 |
| Animales acuáticos | -7/5 | -3/4 | -3/4 | -8/5 | -10/9 | -9/6 | -6/5 | -9/8 | -6/5 | -8/5 | - | -415 |
| Paisaje | -9/6 | -9/6 | -10/6 | -7/5 | -8/6 | -7/5 | -8/6 | -8/6 | -9/8 | -9/8 | -9/9 | -607 |
| Estilo de vida | 2/5 | 8/6 | -8/6 | - | -8/6 | - | - | -8/6 | 9/8 | 9/8 | 9/9 | 139 |
| Salud | -9/7 | -9/6 | -7/5 | - | -6/5 | -9/6 | - | -10/8 | -8/5 | -9/6 | - | -410 |
| Empleo | 9/5 | 9/6 | 8/5 | - | 6/5 | 7/5 | - | - | 10/8 | 9/7 | 10/10 | 447 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | -3492 |

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE PLANES DE MANEJO

5.1 INTRODUCCIÓN

Los planes propuestos a continuación, se basan en el análisis de las alternativas para manejo de cuencas hidrográficas descritas en el capítulo IV, y buscan el compromiso y apoyo de la comunidad junto con las autoridades de los gobiernos locales, de manera que se llegue a convenios y consensos que beneficien a la población y no perjudiquen el estado de los recursos de la subcuenca.

Los siguientes planes de manejo, están dirigidos a las comunidades, pero principalmente a los gobiernos locales de los cantones de Pasaje y Chilla, encargados de su administración y desarrollo.

5.2 PROGRAMAS DEL PLAN DE MANEJO

☞ Zonas Productivas

1. Programa de desarrollo agrícola y forestal para el mejoramiento de la producción.
2. Programa de desarrollo pecuario

☞ Zonas Críticas

3. Programa de reforestación y manejo de recursos
4. Programa de educación ambiental e investigación
5. Programa para el desarrollo de ecoturismo y recreación

☞ Zonas Especiales

6. Programa de control y monitoreo de los recursos naturales en la subcuenca Casacay
7. Programa de fortalecimiento para la capacitación institucional y para la población.

☞ Caudal Ecológico

8. Programa de conservación y monitoreo del caudal



Esquema. V.4. Planes de Manejo

5.2.1 Programa de desarrollo agrícola y forestal para el mejoramiento de la producción

Objetivos:

- ✓ Fortalecer a los sectores productivos como las fincas y las asociaciones de cacaoteros, para una producción sostenible.

- ✓ Capacitar a los finqueros y a los pequeños productores acerca de técnicas adecuadas de siembra, producción y cosecha de cacao y otros productos como banano y frutales.
- ✓ Disminuir la cantidad de intermediarios y estabilizar el precio de los productos, principalmente el cacao.
- ✓ Mejorar la calidad de vida de las familias de los pequeños productores.

Justificación:

Los problemas como: la alta presencia de intermediarios, falta de vías en buen estado y transporte, la falta de tecnología y conocimiento en cuanto a técnicas agrícolas y de riego, hacen que la actividad cacaotera no tenga el rendimiento y la producción esperada, y que los productores resulten perjudicados por los bajos precios a los que venden sus productos.

Propuesta:

Es necesario constituir grupos de trabajo conformados por los pequeños campesinos y dueños de las fincas o asociaciones como la 17 de diciembre y Unión de Casacay, quienes deben ser capacitados por las especialistas, ingenieros agrónomos e ingenieros ambientales que tengan un amplio conocimiento sobre las técnicas de producción agrícola en la zona.

Los capacitadores deberán ser los profesores de universidades o los profesionales que forman parte de las instituciones que se encargan de la administración de la subcuenca.

Los temas a tratar en las capacitaciones deben enfocarse en el cultivo y cosecha de cacao, implementando temas como:

- ✓ Condiciones edafoclimáticas.
- ✓ Requerimiento de suelos.
- ✓ Reproducción del cacao.
- ✓ Control de plaguicidas.
- ✓ Análisis de áreas aptas para la siembra.

- ✓ Cultivo orgánico de cacao.
- ✓ Rehabilitación de plantaciones.
- ✓ Labores culturales en el cultivo de cacao.
- ✓ Comercialización y costos.

Posteriormente se debe capacitar a la población en cuanto al manejo de técnicas para la producción de banano y otros cultivos frutales, especialmente a los pequeños productores.

Los temas a tratar deben incluir los tipos y condiciones de suelo para producción de frutales como:

- ✓ Profundidad
- ✓ Estructura
- ✓ Buen drenaje
- ✓ Retención de nutrientes
- ✓ Contenido de materia orgánica
- ✓ pH

Este requerimiento puede lograrse a través de convenios entre los directores de las instituciones locales y las autoridades gubernamentales, mediante el financiamiento para la realización de dichas actividades.

La comunicación con los gobiernos locales y las autoridades como el Gobierno Provincial autónomo de El Oro, Municipio de Pasaje y Chilla, el destacamento Militar y PREDESUR, será de gran ayuda ya que se busca la inversión en nuevas tecnologías e insumos que mejoren la producción de cacao y otros productos frutales en la zona. Este acercamiento es de mucha importancia ya que es la principal actividad desarrollada en la subcuenca, y de la que dependen la mayoría de pobladores.

Se deben implementar normas y regulaciones por parte de la comunidad y municipios locales para evitar el problema de los intermediarios, y estudiar alternativas para mejorar el transporte de los productos.

Para un mejor desarrollo de esta actividad se deben unificar las asociaciones grandes con los pequeños productores, de manera que la producción y el negocio crezcan, mejorando la producción y desarrollo de la población.

5.2.2 Programa de desarrollo pecuario

Objetivos:

- ✓ Implementar técnicas mejoradas de producción ganadera.
- ✓ Fortalecer a sectores de producción porcina y avícola con técnicas que permitan el aprovechamiento sostenible de los recursos.

Justificación:

Las asociaciones dedicadas a la producción pecuaria dentro de la subcuenca, no brindan el mantenimiento ni control adecuado de las unidades de producción de animales, esto se evidencia con los malos olores y mala gestión de los desechos que se producen en las granjas avícolas y ganaderas.

Propuesta:

Junto con los gobiernos locales, las instituciones educativas y la población, se deben realizar capacitaciones al igual que en la propuesta de desarrollo agrícola, de tal manera que todas las poblaciones se involucren en métodos de producción más efectivos y menos perjudiciales para el ambiente.

Las capacitaciones deben estar a cargo de ingenieros agrícolas o profesionales dedicados a la producción ganadera y deben abarcar temas como:

- ✓ Salud Animal
- ✓ Medicamentos para el ganado
- ✓ Prevención de enfermedades

- ✓ Programa agrícola y porcino
- ✓ Producción de leche
- ✓ Manejo de desechos pecuarios

Es necesario crear una institución de capacitación, en donde todos los pobladores estén invitados a instruirse, y formar gente especializada en la actividad pecuaria. Este proyecto puede estar financiado por los municipios de los cantones y de la misma provincia, ya que son obras fundamentales para el desarrollo de la población.

Sería muy útil el implementar un sistema silvopastoril, en donde se realice una combinación natural de árboles y arbustos útiles para el alimento del ganado como: acacia, aliso, algarrobo, amarillo, guarango, guabo, laurel, leucaena, pachaco, molle, nogal y sauce.

5.2.3 Programa de reforestación y manejo de recursos

Objetivos:

- ✓ Recuperar y rehabilitar los bosques naturales y otras especies propias de la subcuenca.
- ✓ Proponer normativas que permitan la conservación de las áreas que se encuentren degradadas o estén en proceso de degradación.

Justificación:

Los bosques naturales y áreas de valor ecológico, han sido intervenidos con la implantación de la actividad agropecuaria, esto ha provocado la alteración de ecosistemas y erosión del suelo.

Propuesta:

Se busca poblar a los sectores intervenidos con especies forestales nativas de la zona a través de un inventario y clasificación de las especies. Estas plantas son: aliso, acacia, caña guadua, guayacán, balsa, laurel, cedro, caoba, nogal,

sauce; en cuanto a especies frutales tenemos: ciruelo, chirimoya, guanábana, limón, mandarina, mango, naranja y guayaba.

Antes de la reforestación se deberá realizar una planificación que establezca el número de plantas por hectárea que deben sembrarse.

Para éste proceso se deben crear, primeramente, viveros donde se produzcan las especies necesarias para reforestación, mediante la determinación de un sector o área adecuada en donde se colocaría el vivero. Posteriormente, corresponde una capacitación de las personas que van a realizar la reforestación.

Lo que se pretende es aumentar la cobertura vegetal, disminuir la escorrentía y erosión del suelo, además las especies que se proponen son frutales, forestales, ornamentales y alimenticias.

Quienes deben encargarse de la reforestación serán inicialmente las instituciones gestoras del desarrollo de la subcuenca como PREDESUR y posteriormente este trabajo debe continuar y ser mejorado con la ayuda de la población y dueños de las tierras.

Hay que tomar en cuenta que no sólo son importantes las especies forestales, sino también las animales ya que están directamente influenciadas y relacionadas a través de la cadena trófica, por lo que la fauna en la subcuenca debe ser cuidada y protegida, restringiendo técnicas de caza intensiva.

Es necesario conformar de igual manera un grupo de trabajo organizado que se encargue del control de las especies, desde su siembra de las especies en los viveros, hasta su crecimiento en las áreas a reforestar.

Existen algunas propuestas sobre plantas que son de rápido crecimiento y fáciles de conseguir, entre éstas tenemos:

Tabla. V.88. Tipo de Flora para reforestación

| | |
|------------|--|
| Nativas | Aliso, acacia, caña guadua, guayacán, balsa, laurel, moral fino, cedro, caoba, guarango, molle, nogal, sauce, jacaranda, pachaco, melina |
| Forestales | Aliso, acacia, arrayan, capulí, laurel, molle, guarango, pachaco, leucaena. |
| Frutales | Ciruelo, chirimoya, guanábana, limón, mandarina, mango, naranja, guabo, guayaba. |

5.2.4 Programa de educación ambiental e investigación

Objetivos:

- ✓ Lograr un desarrollo a largo plazo de la población, en base a programas de educación ambiental y capacitación.
- ✓ Determinar áreas de la subcuenca destinadas a la investigación y educación, donde se implementen programas de aprendizaje.

Justificación:

Mediante el análisis de los datos obtenidos por el INEC y de las encuestas realizadas en la subcuenca, se sabe que la educación es deficiente, y en algunos casos es inexistente, la mayoría de la población no posee educación secundaria, por ende la educación ambiental en estas poblaciones es casi desconocida.

Propuesta:

Las autoridades en conjunto con centros educativos de la provincia y las universidades deben implementar dentro de la malla de estudios, la materia de educación ambiental, en la cual se realicen salidas de campo, con la finalidad de emitir criterios sobre el estado de la subcuenca, de manera que niños y jóvenes aprendan desde pequeños el cómo cuidar los recursos que poseen.

Los temas a tratar en educación ambiental deben enfocarse a: clasificación de desechos sólidos, reciclaje, reutilización y reducción del consumo de materiales no biodegradables.

La capacitación para obtener un buen sistema de educación ambiental, se dará gracias a propuestas como la de reforestación, la implantación del vivero, entre otros; en los cuales se informarán procesos y métodos a seguir para la conservación de los ecosistemas.

Para que éste proyecto tenga éxito es necesario difundirlo y crear campañas de información, en el cual inviten a profesores, alumnos, y a la comunidad en general, a formar parte de los proyectos de educación e investigación dentro de su subcuenca.

Para mejorar la calidad de vida de los pobladores de la subcuenca Casacay, se sugiere a las Universidades de Machala, Cuenca y Guayaquil, que sus estudiantes y egresados de carreras técnicas, administrativas y de salud, realicen prácticas, pasantías, medicina rural y otras actividades académicas, en las zonas rurales, preferentemente, en la parte media y alta de la subcuenca.

5.2.5 Programa para el desarrollo de ecoturismo y recreación

Objetivos:

- ✓ Fomentar esta actividad económica y de conservación ambiental, para el desarrollo de la subcuenca.
- ✓ Crear fuentes de trabajo para la población de la zona que conoce muy bien el área de estudio y pueden actuar como guías ecoturistas.
- ✓ Mejorar el turismo en el país en general, aprovechando los recursos de la subcuenca.

Justificación:

La gran mayoría de la población ha centrado su actividad económica en la producción agropecuaria, pero la subcuenca está llena de grandes recursos y de una belleza escénica única, que permite la implementación de otras actividades, como la turística.

Propuesta:

Es importante establecer una comunicación adecuada con las autoridades de la zona, de tal manera que se proponga la realización de proyectos ecoturísticos, principalmente en las zonas baja y media de la subcuenca.

Los proyectos turísticos están enfocados al campo educativo, fomentando de esta manera el turismo ecológico y el cuidado al ambiente mediante la concienciación, trayendo consigo importantes limitaciones en las prácticas del turismo común, en el que el hombre actúa como un ser consumista y genera impactos negativos en el medio.

Para evitar el impacto negativo de los sectores agropecuarios en la subcuenca, se pretende concienciar a dichos sectores, incentivándolos a proteger el ambiente y a obtener utilidades económicas mediante el desarrollo de la actividad ecoturística en la subcuenca, además es necesario impulsar campañas de publicidad por parte de las municipalidades con el apoyo del Ministerio de Turismo, las cuales atraigan turistas nacionales y extranjeros, para que los ingresos que obtenga la población en base al ecoturismo, sean más representativos, que los generados con la actividad agropecuaria.

La propuesta es realizar actividades como: caminatas, cabalgatas a través de senderos ecológicos que incluirían actividades recreativas como cruce en tarabitas y pesca deportiva. Los centros turísticos no se deben construir con materiales que alteren el paisaje, más bien deberían ser construcciones en las cuales se aprovechen los materiales, productos de la zona, los cuales pueden ser árboles resistentes como el fernán sánchez.

Otra alternativa que va de la mano con el ecoturismo, es el llamado Agroturismo, y se basa principalmente en la cosecha de productos típicos de la zona, por los propios turistas, quienes pueden encontrar en esta actividad una fuente de distracción y entretenimiento basados en la variedad de productos que la naturaleza nos brinda.

5.2.6 Programa de control y monitoreo de los recursos naturales en la subcuenca Casacay

Objetivos:

- ✓ Proponer normas a los municipios de manera que exista un control del manejo y uso que se está dando a los recursos de la zona.
- ✓ Crear comités de gestión u organizaciones sin fines de lucro, que se encarguen de monitorear y controlar las actividades realizadas en la subcuenca.

Justificación:

La falta de regulaciones y normas que se encarguen del control de las actividades, principalmente la ganadera, han provocado un aprovechamiento inadecuado de los recursos en la subcuenca.

Propuesta:

Para poder monitorear y obtener un mejor control del sector, se formaría un grupo o comité de gestión, integrado por los mismos pobladores, el cual se encargue de dar seguimiento a cada una de las actividades que se dan en la subcuenca, con la finalidad de que las mismas no alteren el medio ambiente.

Es de suma importancia coordinar con los gobiernos locales, con la finalidad de que no se tome éste proyecto como una excusa para la creación de más burocracia. Este programa funcionaría después de que la gente se haya capacitado y sean ellos mismos quienes controlen y vigilen el medio en el que habitan.

Para el control de calidad de los elementos que intervienen en la subcuenca, se debe utilizar normativas nacionales, como el TULAS y el INEN que se encuentran actualmente vigentes.

5.2.7 Programa de fortalecimiento para la capacitación institucional y para la población

Objetivos:

- ✓ Concienciar a la población y a las autoridades acerca de la problemática de la subcuenca y del cuidado del medio ambiente, ya que ellos son quienes toman las decisiones en la subcuenca.

Justificación:

Algunos gobiernos locales y ciertas instituciones han mostrado su falta de interés y conocimiento acerca de los problemas y necesidades que afectan a las poblaciones de la subcuenca, situación que se ha evidenciado en la falta de desarrollo de ésta.

Existen autoridades que sólo se interesan por los réditos económicos, trayendo consigo un manejo inadecuado de los bienes que posee la subcuenca, por ende es necesario fortalecer el recurso administrativo.

Un problema muy importante que afecta a la población, es la falta de control en la salud, ya que no se han tomado medidas ni planes que mejoren las condiciones de vida de la comunidad.

Propuesta:

Poder combatir este problema es tarea difícil, pero se pueden dar soluciones que sean factibles de ponerse en práctica.

Mediante la realización de fiscalizaciones y controles por parte del Ministerio del Ambiente y Agricultura, se puede ayudar a que exista una mejor gestión y administración dentro de la subcuenca.

Profesionales y técnicos de estas entidades gubernamentales deben preocuparse y dirigirse hacia las comunidades de manera que se las capacite no solo técnicamente sino también en ámbitos de relaciones humanas y liderazgo, con el objetivo de fomentar su motivación al trabajo y generación de fuentes de empleo, es decir convertirlos en gente con visión empresarial.

El desarrollo de la población viene directamente ligado con la salud, a la cual se le debe dar más importancia. Es por esto que los gobiernos, principalmente el Gobierno autónomo de El Oro, deben implementar campañas de salud como: vacunación, control de embarazos, exámenes médicos periódicos, entre otros, pero es necesario combatir los problemas de salud, exigiendo normas de saneamiento ambiental como: control de desechos, fertilizantes en los cultivos, calidad del agua, sistemas de alcantarillado, de tal manera que sea posible el desarrollo de una población saludable, dentro de un ambiente sano.

La dependencia de las comunidades hacia los gobiernos, ha hecho que las obras y programas de desarrollo (viales, educacionales, salud, etc.), no sean ejecutados en su totalidad, por lo cual se propone que la población promueva la capacidad de autogestión, apoyándose en ONG's¹³ y fundaciones, las mismas que garanticen el desarrollo de la población y la completa ejecución de los proyectos.

Mediante estudios y apoyo de las ONG's se puede llegar a determinar zonas óptimas, en las cuales exista una infraestructura hospitalaria y educacional adecuada, que abastezca a toda la población, minimizando el factor costo y tiempo, y mejorando la calidad de vida en toda la subcuenca.

¹³ Organizaciones no gubernamentales

A través del mejoramiento de la infraestructura vial, se propone incrementar el transporte, con la finalidad de mejorar el acceso a cada una de las comunidades de la subcuenca, y disminuir la gran cantidad de intermediarios presentes en la zona.

5.2.8 Programa de Conservación y monitoreo del caudal

Objetivos:

- ✓ Mantener los flujos hidrológicos en óptimas condiciones con la finalidad de conservar los hábitats dentro de la subcuenca.
- ✓ Mantener la calidad de agua de la subcuenca, debido a que la misma es útil para consumo humano.

Justificación:

Como ya se mencionó anteriormente, existen actividades agrícolas y pecuarias que están interviniendo con mayor fuerza en la zona de estudio, trayendo consigo el desmejoramiento de la calidad del agua.

Propuesta:

Los técnicos especializados en análisis de aguas, son los llamados a monitorear constantemente el estado de situación del río. Los mismos deben ser apoyados por las entidades encargadas de la administración de la zona de estudio, otorgándoles las facilidades del caso, como la movilización al sector y herramientas adecuadas para los diferentes análisis.

Uno de los factores para evitar la contaminación y el deterioro de la calidad del río Casacay, es mediante el uso de tecnologías nuevas y adecuadas en el campo agroforestal.

PREDESUR es el principal gestor a realizar obras de captación que solucione problemas de riego y pérdida de caudal en épocas de sequía.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La zona de estudio posee una superficie de 12169 ha., por ende es caracterizada como una subcuenca hidrográfica, haciendo reminiscencia al título de proyecto de grado, que erróneamente se encuentra definida como una cuenca hidrográfica.

El área de estudio que compone la subcuenca Casacay abarca los cantones de Chilla en un 30,47% y Pasaje en 69,53%.

La recopilación de los mapas y datos existentes en la zona de estudio, fueron de mucha ayuda, ya que en base a ellos se generó gran cantidad de información con la que se pudo representar de mejor manera el área de estudio. La mayoría de información adquirida se encontraba actualizada y fueron coberturas previamente generadas y datos del PLAMASCAY, por lo que se facilitó el trabajo de campo.

El modelo de regresión lineal obtenido, asume un constante crecimiento tanto en la población como en viviendas, para su elaboración se trabajó únicamente con la información del IGM (1986) y del PLAMASCAY (2007), con la finalidad de estimar el crecimiento de éstas dos variables.

Se presentaron algunas dificultades en la georeferenciación de las fotografías debido a la falta del certificado de calibración, es por esto que fue necesario usar otras alternativas, y trabajar con herramientas como el Ilwis que permitieron realizar dicha georeferenciación de una manera amigable.

El mapa geológico obtenido presenta una escala 1:100000, incumpliendo una de las metas propuestas, debido a la falta de recursos para detallar edades geológicas, y a la falta de información en la zona, siendo esto un gran limitante, por lo que se trabajó con información obtenida del CLIRSEN, la cual sirvió de base para analizar otros parámetros como drenajes y riesgos de erosión en la subcuenca.

El apoyo de PREDESUR y del CLIRSEN fue de gran ayuda, ya que gracias a estas dos instituciones, se contó con los recursos y equipos necesarios para la elaboración de este estudio. Se trabajó con equipos GPS navegador, para el posicionamiento de los puntos de muestreo, pH-metros para análisis de agua y suelos y equipos Hach para el análisis de calidad de agua.

El tipo de pendiente existente en la zona de estudio es fuerte, principalmente en las zonas media y alta, dicha característica fue obtenida del análisis de imágenes y fotografías, discrepando con el valor obtenido en los parámetros morfométricos el cual es determinado mediante fórmulas preestablecidas.

Los análisis de suelo son de gran importancia ya que intervienen en el cálculo de la mayoría de mapas y principalmente en la elaboración del mapa de capacidad agrológica, es por ello que el estudio de calidad y tipo de suelos es fundamental para la elaboración de un plan de manejo.

La mayor parte de la subcuenca presenta características de tipo franco y de color rojizo, lo cual indica que son suelos con buen grado de fertilidad aptos para la agricultura, punto favorable que beneficia a la producción agrícola de la zona.

La elaboración de los índices de calidad de agua, tuvo como principal enfoque el consumo humano y uso doméstico (uso principal del río Casacay), tomando en cuenta parámetros como: ph, conductividad, salinidad, TDS, OD y temperatura. Otros parámetros como: nitratos y fosfatos, que también influyen en la determinación de la calidad del agua no fueron considerados, ya que no existe ninguna actividad industrial que puedan aportar al río estas sustancias, además, otro limitante fue la falta de recursos para la realización de los análisis de laboratorio.

Los estudios de agua fueron realizados en puntos estratégicos, esto es antes de la captación para el agua potable, y después; así mismo se tomaron muestras del agua de consumo directo, en éstas se analizaron cada uno de los parámetros mencionados anteriormente menos el de coliformes fecales, ya que no se contó con los materiales que permitieran la determinación de este parámetro. Según estudios hechos en el Plan Participativo presenta índices muy bajos, ya que aún no se evidencia contaminación en el agua por heces de ganado o mal tratamiento de aguas servidas.

Todos los parámetros de agua, levantados en campo cumplen las normas permisibles, porque comparando los índices de agua obtenidos, con los que propone el TULAS dentro del ítem de uso de agua para consumo humano y uso doméstico, se observó que las mismas no exceden el límite establecido.

Las instituciones administradoras de la subcuenca no prestan un control adecuado del estado del río, ya que no poseen análisis actualizados con todos los parámetros, que permitan conocer la situación actual del mismo. También, debido a que empresas como TRIPLE ORO CEM, quienes realizan análisis de agua en la zona, reservan la información solo para ellos y monopolizan los datos de los análisis, es difícil saber en que condiciones está el río Casacay.

El acceso a algunas comunidades de las zonas baja, media y alta; fue prácticamente imposible, ya que los caminos se encuentran en estado deplorable

y la única manera de ingresar a estas poblaciones es en animales de carga. Este problema es muy grave ya que estas poblaciones necesitan de atención, es gente que no posee los servicios básicos adecuados y viven solo de la producción de sus cultivos que nos les dan una ganancia representativa debido a la alta presencia de intermediarios. Además en cuanto a salud los pobladores de estas localidades corren un gran riesgo al no contar con transporte ni con las vías de comunicación necesarias en caso de emergencia.

Las estadísticas obtenidas del INEC muestran que en general en toda la subcuenca existe mayor cantidad de hombres que mujeres y casi toda su población es gente joven. Esto muestra que la capacidad productiva del recurso humano en el área de estudio es muy grande, por lo que si existiese un sistema de producción agropecuaria adecuado las fuentes de trabajo se incrementarían y mejoraría la producción, generando mejores ingresos a los pobladores y mejorando su calidad de vida.

El uso actual del suelo en la subcuenca indica que existe un porcentaje de 27,07 de Bosque Natural y 24,35 de bosque intervenido con pastizales para ganadería. Si la actividad ganadera no es controlada se producirá un incremento desmesurado de los pastizales, de tal manera que los problemas de erosión serán los primeros en evidenciarse, provocando después otros problemas ambientales, como los ya mencionados en los capítulos I y V.

Existe un 42% de conflictos de uso de suelo, dentro de los cuales se encuentran zonas mal utilizadas, subutilizadas y sobre-utilizadas, que generan pérdidas ambientales, procesos de degradación severos y pérdidas económicas para la zona de estudio.

Un problema muy preocupante que aqueja a la población es la falta de subcentros de salud, de médicos y de horarios constantes de atención, éste problema trae a la población mucha incertidumbre y preocupación ya que muchas

veces, no cuentan con el dinero y recursos necesarios para acudir a otros hospitales, que son más caros y lejanos.

La entrega de servicios básicos está bien estructurada sólo en la parroquia Casacay ya que es una población de fácil acceso, la mayoría de las personas reciben agua potable, tienen alcantarillado y servicio de recolección de basura, pero las poblaciones como Nudillo, Gallo Cantana o Dumari, que están más alejadas y son difíciles de acceder, no cuentan con muchos de estos servicios, sin embargo, son las más productivas y a las que debería prestar mayor atención.

La Zonificación Ecológica Económica ayudará a mejorar la calidad de vida de cada uno de los pobladores, estableciendo una relación sostenible a largo plazo de armonía entre el hombre y el medio ambiente, ya que propone zonas destinadas a actividades específicas, establecidas gracias a los planes de manejo, que deben ser implantados por los gobiernos e instituciones locales, con una duración permanente para observar cambios favorables en la zona de estudio.

El cálculo del caudal ecológico se dio en base a un régimen constante de caudales debido a la falta de información sobre caudales mínimos y máximos dentro de la subcuenca, con esta premisa se consideró el cálculo del 10% del caudal total como caudal ecológico, que dentro de la subcuenca, es el adecuado para la conservación de las especies y hábitats de las mismas.

De acuerdo a parámetros morfométricos, y datos del río Jubones, se sabe que el río Casacay no es un afluente que presenta un alto riesgo de inundación. El factor forma, índice asimétrico y el coeficiente de torrencialidad, determinan el bajo grado de susceptibilidad a inundaciones que tiene éste terreno.

La susceptibilidad de erosión obtenida es baja y media en la mayor parte de la subcuenca. Para su cálculo se tomó en cuenta parámetros como: climas, vegetación, geología y geomorfología, los cuales intervienen en el área de

estudio, sin embargo existen formulas más completas en donde involucran más variables, de las cuales no se dispone de datos.

6.2 RECOMENDACIONES

La información entregada por instituciones de gran prestigio como el IGM, fue de gran ayuda; sin embargo, sería conveniente, se realice un análisis o inventario más completo de la información que dispone, principalmente de los certificados de calibración de cada una de las cámaras, de tal manera que al adquirir sus productos, se conozca con lo que se cuenta y si la información que se adquiere es útil o no para el trabajo que se esté realizando.

Es preferible, en la elaboración de cualquier estudio, trabajar con cartografía o mapas base actualizados, porque de lo contrario el estudio no tendría mucha relevancia y la información no será confiable ni correcta.

La calibración correcta de los equipos es muy importante para la medición de los parámetros de agua y suelo, de manera que los datos presentados sean confiables, así como también es necesario considerar las condiciones climáticas que se presenten en el momento de la toma de muestras.

Sería de gran ayuda, el implementar estaciones hidrométricas, que proporcionen datos de caudales actualizados y que las instituciones encargadas del agua potable realicen periódicamente análisis de aguas, ya que problemas de salud como diarrea, parásitos y brotes de la piel, pueden ser ocasionados por algún tipo de contaminación en el agua. Estos análisis deben ser publicados y se debe informar a la población si existiese un problema en el agua, de manera que puedan prevenir cualquier enfermedad y tomar medidas correctivas para su mejoramiento.

En cuanto a infraestructura vial, hospitalaria, de vivienda, educacional, etc., los municipios deben centrarse en el mejoramiento de éstos servicios para que la población pueda desarrollarse armónicamente y sus condiciones de vida mejoren.

Se recomienda poner en ejecución los planes de manejo propuestos en el presente trabajo, ya que los mismos tienen un enfoque conservacionista de los sectores que son de especial cuidado y recuperación, pero también de sectores que necesitan un apoyo a la producción. Esto se logrará con la ayuda constante de los gobiernos y municipalidades, con conciencia y responsabilidad social, dejando de lado intereses económicos individuales.

Las universidades e instituciones públicas deben ofrecer ayuda técnica a las personas que se encuentran realizando trabajos de investigación que benefician a sus proyectos y que son un aporte no sólo para ellos sino para el país en general.

Se recomienda la realización de estudios más detallados de flora y fauna por parte de las entidades ambientales como el Ministerio del Ambiente, en las que se especifique el número de especies en la zona, ya que esto permitirá a futuros investigadores determinar especies extintas o nuevas dentro de la subcuenca.

El número de estaciones meteorológicas es insuficiente, es por esto que resulta necesario implementar más estaciones que reciban información de todos parámetros meteorológicos, de tal manera que los estudios de clima sean completos y reales.

En la zona alta se aconseja ya no reforestar con pinos que son especies que utilizan gran cantidad de agua y erosionan el suelo, sino más bien con especies propias de la zona como pajonales.

Los sistemas de tratamiento deben ser mejorados mediante la implementación de sistemas de tratamiento auxiliares, que en caso de emergencia por deslaves o derramamiento de algún líquido contaminante, activen su funcionamiento y prevengan así una contaminación a gran escala que pueda perjudicar a la población.

SIGLAS

| | |
|-----------|---|
| CAMAREN | Capacitación en el Manejo de Recursos Naturales |
| CLIRSEN | Centro de Levantamiento Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos |
| CNRH | Consejo Nacional de Recursos Hídricos |
| DTM | Modelo Digital del Terreno |
| ESPE | Escuela Politécnica del Ejército |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación |
| FODA | Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas |
| GPS | Global Positional System |
| IGAC | Instituto Geográfico Agustín Codazzi |
| IGM | Instituto Geográfico Militar |
| INAMHI | Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología |
| INEC | Instituto Nacional de Estadísticas y Censos |
| INEFAN | Instituto Ecuatoriano Forestal, de Áreas Naturales y Vida Silvestre |
| NBI | Necesidades Básicas Insatisfechas |
| PEA | Población Económicamente Activa |
| PLAMASCAY | Plan de Manejo Participativo en la subcuenca del río Casacay |
| PREDESUR | Programa Regional para el Desarrollo del Sur |
| PROMAS | Programa para el Manejo del Agua y del Suelo |
| SIG | Sistemas de Información Geográfica |
| TIN | Red de Triángulos Irregulares |
| TULAS | Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria |
| ZEE | Zonificación Ecológica Económica |

GLOSARIO

✓ Agroquímico

Sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos.

✓ Corrientes marinas

Son movimientos o desplazamientos de agua, en una dirección dentro de los océanos. Se producen debido a la rotación de la tierra y a los vientos constantes.

Estas corrientes trasladan agua templada desde el ecuador hacia los polos, mientras que el agua fría de los polos, se mueve hacia el ecuador. De esta manera la Tierra distribuye el calor de su superficie.

✓ Curva hipsométrica

Es la representación gráfica del relieve medio de la cuenca, que se obtiene graficando en el eje de las abscisas el porcentaje acumulado de las superficies proyectadas en la cuenca comprendidas entre cada curva de nivel, y en el eje de las ordenadas los valores de altura de las curvas de nivel.

✓ Buffer

Representa un límite o zona de influencia, donde se analizan los elementos dentro o fuera de este. Se usa para identificar áreas alrededor de elementos geográficos como puntos, líneas o polígonos.

✓ Intervenciones andrógénas

Son intervenciones en el medio ambiente provocadas por el ser humano, se presentan con la finalidad de permitir su supervivencia y el desarrollo de las poblaciones, estas pueden ser: construcción de viviendas, carreteras, infraestructura pública, etc.

✓ Desarrollo económico

Es la capacidad de países o regiones para crear riqueza, a fin de promover o mantener la prosperidad o bienestar económico y social de sus habitantes.

✓ Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible se enfoca puramente al crecimiento económico en una región o población, sin considerar las influencias del ser humano en el medio ambiente.

✓ Desarrollo sustentable

Es aquel que puede lograr satisfacer las necesidades y las aspiraciones del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades y aspiraciones". A su vez, se hace un llamado a todas las naciones del mundo a adoptarlo como el principal objetivo de las políticas nacionales y de la cooperación internacional.

Busca la manera en que las actividades económicas mantengan o mejoren el sistema ambiental y la calidad de vida de todos, use los recursos eficientemente, promueva el reciclaje y la reutilización, uso de tecnologías limpias, restaurar ecosistemas degradados, reconoce la importancia de la naturaleza para el bienestar humano.

✓ Desastres naturales

Son graves alteraciones que ocurren en el medio ambiente y causan pérdidas de bienes, de vidas humanas y alteraciones en los sistemas ecológicos, que incluyen la flora y fauna de una región.

Son aquellos ocasionados por fenómenos geológicos y climáticos como: sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, deslizamientos, derrumbes, aluviones, inundaciones, sequías, tornados, heladas, granizadas, huracanes, plagas, epidemias, entre otros.

✓ Ecosistema

Es un sistema dinámico formado por una comunidad natural compuesta por elementos bióticos como fauna y flora y físicos como la temperatura, humedad, suelo, entre otros. Cada ecosistema presenta características diferentes que permiten la interacción de todos sus elementos físicos y bióticos generando hábitats y funciones de supervivencia únicas en el mundo.

✓ Especie endémica

Es una especie propia o exclusiva de determinadas regiones o localidades. De una manera biológica es una especie o taxón biológico que se halla exclusivamente en determinado bioma.

✓ Especie nativa

Son aquellas originarias de la zona en que habitan, pero que no se encuentran necesariamente en forma exclusiva en ellas.

✓ Estación meteorológica

Es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas como precipitaciones, temperatura, humedad, presión atmosférica, entre otros. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos.

✓ Falla geológica

Discontinuidad que se forma en las rocas superficiales de la Tierra (hasta unos 200 km de profundidad) por fractura, cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente

bien definida denominada plano *de falla* y su formación va acompañada de un deslizamiento de las rocas tangencial a este plano.

✓ Fractura geológica

Es una grieta del terreno producida por fuerzas tectónicas. Muchas fracturas se deben a que el terreno carecía de la necesaria flexibilidad para plegarse al ser sometido a empujes laterales. En las fracturas simples o diaclasas, los dos bordes conservan, uno frente a otro, sus posiciones respectivas, pero en las fallas o paraclasas, uno de los labios se hunde o se eleva verticalmente respecto al otro. En las dislocaciones o fallas horizontales, ambas partes quedan al mismo nivel, pero se desplazan una respecto a la otra, horizontalmente.

✓ Hábitat

Lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal. Puede referirse a un área tan grande como un océano o un desierto, o a una tan pequeña como una roca o un tronco caído de un árbol.

✓ Horizontes del suelo

Se denomina horizontes del suelo a una serie de niveles horizontales que se desarrollan en el interior del mismo y que presentan diferentes caracteres de composición, textura, adherencia, etc. El *perfil del suelo* es la ordenación vertical de todos estos horizontes.

✓ Interpolación

Es inferir en el comportamiento o resultado de ciertas operaciones o procedimientos, partiendo de datos conocidos y construir funciones o esquemas que representen datos dentro de un intervalo en los que conocemos los valores de los extremos.

✓ Llanura de inundación

Franja de escasa pendiente que se extiende por el fondo de un valle fluvial, a lo largo del curso del río y sobre la superficie por la que éste discurre en épocas de avenida o crecida.

✓ Modelo Digital del Terreno

Estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua como la cota o altura del terreno.

Los modelos digitales del terreno, también denominados MDT, son simbólicos pues establecen relaciones de correspondencia con el objeto real mediante algoritmos o formalismos matemáticos que son tratados mediante programas informáticos.

✓ Morfometría

Es un método que se utiliza en varias disciplinas, basado en la forma de ciertas cosas. De acuerdo a la forma y medidas de los objetos se pueden clasificar o identificar. Un ejemplo de ello es en los animales: con las medidas de estos se puede identificar la especie o conocer el grado de desarrollo de sus órganos reproductores, entre otras cosas.

✓ Población Económicamente Activa

Es un término acuñado por la ciencia económica para describir, dentro de cierto universo de población delimitado, de personas que son capaces de trabajar y lo hacen. Se refiere a la fracción perteneciente a la Población activa (también llamada Población en edad económicamente activa o PEEA), que actualmente tiene trabajo.

✓ Producción extensiva

Es la producción que no requiere de maquinaria o tecnología muy compleja, la que se obtiene bajo métodos tradicionales y rudimentarios, así como por consiguiente no ocupa mucha inversión. Se denomina así principalmente, a la

producción agrícola y ganadera de los países de bajo desarrollo y se aplica en las regiones más pobres.

✓ Producción intensiva

Se basa en la producción acelerada de productos agrícolas y pecuarios principalmente, sin tomar en cuenta la capacidad del suelo, la explotación animal y los riesgos ambientales que implica el tratar de producir de manera desmedida productos para satisfacer necesidades inmediatas de la población.

✓ Red de Triángulos Irregulares (TIN)

Es una representación de superficies continuas derivada de una estructura de datos espacial generada a partir de procesos de triangulación. Una malla TIN conecta una serie de puntos a través de una red irregular de triángulos cuyos vértices se corresponden con dichos puntos, los cuales tienen las coordenadas x , y y z de donde se localizan. La triangulación resultante configura el modelo de superficie.

✓ Reforestación

Acción que se lleva a cabo después de la tala de un bosque o vegetación natural, con el objeto de que el terreno se regenere de forma natural.

✓ Regresión lineal

Es un método matemático que permite relacionar dos variables, determinando el grado de dependencia que existe entre las dos. Los datos de estas dos variables. Si utilizamos un sistema de coordenadas cartesianas para representar la distribución bidimensional, obtendremos un conjunto de puntos conocido con el diagrama de dispersión, cuyo análisis permite estudiar cualitativamente, la relación entre ambas variables. El objetivo es la determinación de la dependencia funcional entre las dos variables x e y que mejor ajusta a la distribución.

✓ Tratamiento de Imágenes

Es un método de teledetección que permite determinar mediante herramientas geoinformáticas, ciertos parámetros como usos de suelo, geología, geomorfología, modelos de erosión, riesgos de incendios, entre otros, para estudios de la superficie terrestre.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía:

- ✓ Andrade, Morales, *Guía de análisis de elaboración y ejecución de planes de manejo de páramos, s/a*
- ✓ Bosque, Joaquín, *Sistemas de información geográfica*, Madrid, España, 1997
- ✓ CAMAREN, *Experiencia sobre manejo de microcuencas*, Quito, Ecuador, 1999
- ✓ CLIRSEN, *Aplicaciones de teledetección y sistemas de información geográfica del Ecuador*, Quito, Ecuador, 1995
- ✓ CNRH, *Características Principales de los sistemas hidrográficos en el Ecuador*, Ecuador, 1997
- ✓ Cristancho, José, *Conceptos Básicos de Análisis y Modelamiento*, Bogotá, Colombia, 2003.
- ✓ DIPES-ESSA, *Anuario estadístico de recursos y actividades de salud*, Ecuador, 2006
- ✓ Escuela de Arqueología, *Geografía Física del Ecuador*, Guayaquil, Ecuador, 1980
- ✓ FAO, *Guía para la descripción de perfiles de suelo*, Roma, Italia, 1977
- ✓ FAO, *Soil Taxonomy*, USA, 1986
- ✓ Fernández, Álvaro, *Participación, pluralismo y policentricidad*, San José, Costa Rica, 1999
- ✓ Francke, Samuel, *La situación del manejo de cuencas en Chile*, Santiago de Chile, Chile, Marzo 2002
- ✓ Henao, *Introducción al manejo de cuencas hidrográficas*, Bogotá, Colombia, 1988
- ✓ INAMHI, *Anuario de estaciones meteorológicas*, Ecuador, 2001 al 2006
- ✓ INEC, *Censo Estadístico*, Ecuador, 2001
- ✓ IGAC, *Guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial*, Bogotá. Colombia, 1996
- ✓ Macas, Freddy, *El Universo*, Pasaje, Ecuador, Agosto 2008
- ✓ Murillo, Rodrigo, *Provincia de El Oro, raíces, perfiles e identidades*, Ecuador, 2003

- ✓ PROMAS, *Adding structure to agent programming languages*, Honolulu, Hawai'i, 2007
- ✓ Rizzo, Pastor, *Manejo Ambiental Agrícola*, Guayaquil, Ecuador, Agosto 1999
- ✓ Subsecretaría de Gestión Ambiental, Provincia de El Oro, *Plan de manejo participativo de la Subcuenca del río Casacay*, Machala, Ecuador, 2007
- ✓ Sánchez, Alexis, *Manual de procesamiento digital de imágenes de satélite*, Siguatepeque, Honduras, 1997
- ✓ Vásquez, Villanueva, *Manejo de cuencas altoandinas*, Lima, Perú, 1998
- ✓ Tesis de Grado, Regalado, Rosa y Peñafiel, Paúl, *Guía metodológica para el manejo integral de recursos naturales en la cuenca del río Santiaguillo*, Quito, Ecuador, 2005
- ✓ Tesis de Grado Hernández, Diana y Lara, Daniel, *Propuesta de Plan de Manejo de las cuencas de los ríos Pita y San Pedro*, Quito, Ecuador, 2005
- ✓ Atiaga, Oliva, *Apuntes de la cátedra de Contaminación Ambiental*, 2007
- ✓ Beltrán, Guillermo, *Apuntes de la cátedra de Hidrología*, 2005
- ✓ Cruz, Mario, *Apuntes de la cátedra de Fotointerpretación I*, 2006
- ✓ Padilla, Oswaldo, *Apuntes de la cátedra de SIG II*, 2007
- ✓ Encarta, 2007

Páginas WEB:

- ✓ Cálculo del tamaño de la muestra, http://www.isciii.es/.../calculo_muestra.pdf, ingresado septiembre 2008
- ✓ Gaussens, <<http://www.fs.fed.us>>, ingresado octubre 2008
- ✓ Giandotti, <<http://univo.edu.sv>>, ingresado octubre 2008
- ✓ Gravelius, <<http://ing.unne.edu.ar>>, ingresado octubre 2008
- ✓ Horton, <<http://ppg.sagepub.com>>, ingresado octubre 2008
- ✓ Thornwaite, <<http://web.usal.es>>, ingresado octubre 2008
- ✓ TULAS, <<http://www.ambiente.gov.ec>>, ingresado noviembre 2008

ANEXO A

DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Saraguro

| Numero | Año | Temperatura | Precipitación | Humedad | Observaciones |
|-----------------|------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 1 | 2000 | 14,70 | 568,90 | 77,86 | 7 |
| 2 | 2001 | 14,92 | 605,70 | 73,18 | 11 |
| 3 | 2002 | 15,33 | 625,60 | 76,00 | 9 |
| 4 | 2003 | 15,38 | 623,70 | 76,55 | 11 |
| 5 | 2005 | 15,10 | 758,20 | 76,00 | 12 |
| 6 | 2006 | 15,83 | 683,20 | | 12 |
| Promedio | | 15,21 | 644,22 | 75,92 | 10,33 |

Granja de Santa Inés

| Numero | Año | Temperatura | Precipitación | Humedad | Observaciones |
|-----------------|------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 1 | 2000 | | 233,50 | | 2 |
| 2 | 2003 | 24,80 | 332,40 | 87,30 | 12 |
| 3 | 2004 | 24,63 | 389,10 | 84,00 | 12 |
| 4 | 2005 | 24,30 | 374,20 | 79,00 | 12 |
| Promedio | | 24,58 | 332,30 | 83,43 | 9,50 |

Pasaje

| Numero | Año | Precipitación | Observaciones (meses) |
|-----------------|------|---------------|-----------------------|
| 1 | 2000 | 554,80 | 2 |
| 2 | 2002 | 1046,10 | 9 |
| 3 | 2003 | 492,80 | 12 |
| 4 | 2004 | 656,80 | 12 |
| 5 | 2005 | 748,00 | 12 |
| Promedio | | 699,70 | 9,40 |

Uzhcurrumi

| Numero | Año | Precipitación | Observaciones (meses) |
|-----------------|------|---------------|-----------------------|
| 1 | 2000 | 801,40 | 12 |
| 2 | 2001 | 721,10 | 12 |
| 3 | 2002 | 616,30 | 12 |
| 4 | 2003 | 479,60 | 12 |
| 5 | 2004 | 508,50 | 12 |
| 6 | 2005 | 442,50 | 12 |
| Promedio | | 594,90 | 12,00 |

Arenillas

| Numero | Año | Temperatura | Precipitación | Humedad | Observaciones |
|--------|------|-------------|---------------|---------|---------------|
| 1 | 2005 | 25,76 | 275,00 | 83,43 | 7 |

Machala Aeropuerto

| Numero | Año | Temperatura | Precipitación | Observaciones (meses) |
|--------|------|-------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 2006 | 25,59 | 568,30 | 10 |

Fuente: INAMHI

ANEXO B

ANÁLISIS DE SUELO (Levantamiento en Campo)

| Z | Textura | Color | PH | Acidez | Salinidad | Cant Mo | Índice Mo | Consistencia | Actividad humana | Tipo suelo |
|--------|---------------|---------------|----|--------|-----------|---------|-----------|-----------------------|------------------|------------------------------|
| 109,0 | Granular | Café Rojizo | 7 | Nula | Nula | Alta | 4 | Compacta | Cultivos | Suelo Arcilloso |
| 105,0 | Poco Granular | Café | 7 | Nula | Baja | Media | 3 | Compacta | Zona Urbana | Suelo Arcilloso |
| 131,0 | Granular | Tomate Rojizo | 6 | Nula | Nula | Alta | 4 | Compacta | Cultivos | Suelo Arcilloso |
| 137,0 | Fina | Café Verdoso | 6 | Nula | Nula | Alta | 4 | Compacta | Cultivos | Suelo Arcilloso |
| 138,0 | Fina | Café Oscuro | 6 | Baja | Nulo | Alta | 4 | Compacta | No | Suelo Arcilloso |
| 138,0 | Grueso | Café Grisáceo | 7 | Nula | Media | Baja | 2 | Nada Compacta | No | Suelo Franco Arenoso |
| 327,0 | Granular | Rojo | 6 | Nula | Nula | Alta | 4 | Medianamente Compacta | Cultivos | Suelo Franco Arcilloso |
| 355,0 | Fina | Café Rojizo | 6 | Media | Nula | Media | 3 | Compacta | Cultivos | Suelo Arcilloso |
| 1003,0 | Grueso | Rojo | 7 | Media | Baja | Media | 3 | Poco Compacta | No | Suelo Franco Arcilloso |
| 1250,0 | Fina | Café | 6 | Media | Nula | Alta | 4 | Medianamente Compacta | No | Suelo Franco Arcilloso |
| 1514,0 | Poco Granular | Café | 5 | Media | Nula | Media | 3 | Medianamente Compacta | No | Suelo Franco Arcilloso |
| 1897,0 | Grueso | Rojo | 6 | Media | Baja | Media | 3 | Nada Compacta | No | Suelo Franco Arcillo Arenoso |
| 2045,0 | Fina | Café Rojizo | 7 | Nula | Nula | Media | 3 | Poco Compacta | No | Suelo Franco |
| 2530,0 | Granular | Café Marrón | 5 | Nula | Baja | Baja | 2 | Poco Compacta | Ganadería | Suelo Franco Limoso |
| 2627,0 | Fina | Café | 6 | Media | Baja | Media | 3 | Nada Compacta | Ganadería | Suelo Franco Limoso |
| 2800,0 | Fina | Café Rojizo | 6 | Baja | Media | Media | 3 | Nada Compacta | Ganadería | Suelo Franco Limoso |

ANEXO C

ANEXO D

Foto No.1: Relieve de la zona baja



Foto No.2: Relieve de la zona media



Foto No.3: Relieve de la zona alta



Foto No.4: Patrón deposicional



Foto No.5: Geología (presencia de roca metamórfica)



Foto No.6: Geomorfología



Foto No.7: Planta de tratamiento “La Esperanza” (filtraje)



Foto No.8: Planta de tratamiento “La Esperanza” (control por cloro)



Foto No.9: Planta de captación



Foto No.10: Color de suelos

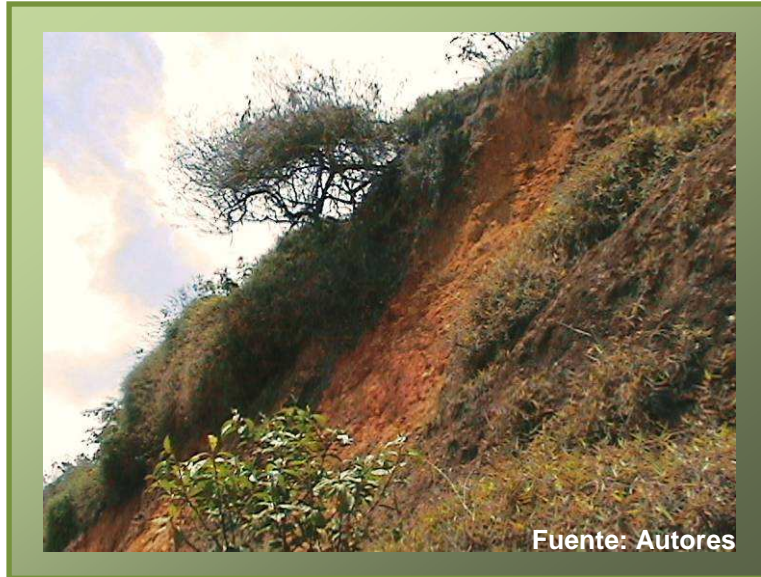


Foto No.11: Pobreza



Foto No.12: Infraestructura Vial



Foto No.13: Centro de salud



Foto No.14: Servicios públicos



Foto No.15: Actividad pecuaria



Foto No.16: Actividad turística



Fuente: Autores

ANEXO E

RESUMEN DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

| Tipo | Método | Resultado | Autor |
|--------------------------------|---|------------------|---------------|
| Área | ArcGis | 12168,48 ha | |
| Perímetro | ArcGis | 60514,59 m | |
| Longitud Axial | ArcGis | 23,83 km | |
| Ancho Promedio | $A_p = \frac{A}{L_a}$ | 5106,09 m | |
| Coefficiente de Compacidad | $K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$ | 1.55 | Carlos Urbina |
| Factor Forma | $F_f = \frac{A_p}{L_a}$ | 0,2143 | Gravelius |
| Desnivel Altitudinal | ArcGis | 3528 m | |
| Altitud Media | $H = \frac{\sum h_i * S_i}{A}$ | 1452.371 m.s.n.m | |
| Mediana de Altitud | ArcGis | 1335,88 m.s.n.m | |
| Pendiente Media | $P_m = \frac{HM - H_m}{L} \times 100$ | 10,77% | Henao |
| Orientación | ArcGis | Norte - Sur | |
| Densidad de Drenaje | $D_d = \frac{L_x}{A}$ | 0.0017 | Horton |
| Índice Asimétrico | $L_a = \frac{L_m}{l}$ | 2.87 | Horton |
| Coefficiente de Torrencialidad | $I_t = D_d * \frac{N^\circ \text{cursos agüder. orden}}{\text{Area_de_la_cuenca}}$ | 0.00032 | Horton |
| Tiempo de Concentración | $T_c = \frac{4 \sqrt{A} + 1,5 L}{25,3 \sqrt{P_m L}}$ | 3,077 horas | Giandotti |

CUADRO DE ALTITUD MEDIA

| CUADRO DE ALTITUD MEDIA | | | | | | |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|---------------|
| Cota Menor | Cota Mayor | Cota Prom | Perímetro | Área | Hectáreas | Si_Hi |
| 3580 | 3600 | 3590 | 198,267 | 1325,873 | 0,133 | 4759880,00 |
| 3560 | 3580 | 3570 | 746,739 | 15060,964 | 1,506 | 53767600,00 |
| 3540 | 3560 | 3550 | 847,552 | 10706,447 | 1,071 | 38007900,00 |
| 3520 | 3540 | 3530 | 794,245 | 8237,994 | 0,824 | 29080100,00 |
| 3440 | 3460 | 3450 | 1290,353 | 25605,617 | 2,561 | 88339400,00 |
| 3500 | 3520 | 3510 | 677,393 | 6469,692 | 0,647 | 22708600,00 |
| 3480 | 3500 | 3490 | 785,448 | 13933,895 | 1,393 | 48629300,00 |
| 3460 | 3480 | 3470 | 1922,986 | 31435,533 | 3,144 | 109081000,00 |
| 3420 | 3440 | 3430 | 2441,723 | 58979,876 | 5,898 | 202301000,00 |
| 3400 | 3420 | 3410 | 3196,047 | 70777,926 | 7,078 | 241353000,00 |
| 3380 | 3400 | 3390 | 5689,046 | 123123,189 | 12,312 | 417388000,00 |
| 3360 | 3380 | 3370 | 8009,543 | 242606,486 | 24,261 | 817584000,00 |
| 3260 | 3280 | 3270 | 10728,889 | 543939,839 | 54,394 | 1778680000,00 |
| 3240 | 3260 | 3250 | 12791,346 | 609957,379 | 60,996 | 1982360000,00 |
| 3340 | 3360 | 3350 | 8225,433 | 229332,446 | 22,933 | 768264000,00 |
| 3320 | 3340 | 3330 | 8467,883 | 226662,968 | 22,666 | 754788000,00 |
| 3300 | 3320 | 3310 | 8840,830 | 220920,366 | 22,092 | 731246000,00 |
| 3280 | 3300 | 3290 | 9091,661 | 294343,568 | 29,434 | 968390000,00 |
| 2440 | 2460 | 2450 | 31742,539 | 490931,766 | 49,093 | 1202780000,00 |
| 2420 | 2440 | 2430 | 33678,662 | 480956,769 | 48,096 | 1168720000,00 |
| 2400 | 2420 | 2410 | 35477,506 | 512267,252 | 51,227 | 1234560000,00 |
| 2380 | 2400 | 2390 | 36548,974 | 452938,471 | 45,294 | 1082520000,00 |
| 3220 | 3240 | 3230 | 12633,597 | 439166,879 | 43,917 | 1418510000,00 |
| 3200 | 3220 | 3210 | 12506,229 | 368986,335 | 36,899 | 1184450000,00 |
| 3180 | 3200 | 3190 | 12240,138 | 175102,665 | 17,510 | 558577000,00 |
| 2480 | 2500 | 2490 | 30798,127 | 349396,798 | 34,940 | 869998000,00 |
| 3160 | 3180 | 3170 | 12247,510 | 250259,485 | 25,026 | 793323000,00 |
| 3140 | 3160 | 3150 | 12409,580 | 269731,339 | 26,973 | 849654000,00 |
| 2160 | 2180 | 2170 | 44958,196 | 762293,080 | 76,229 | 1654180000,00 |
| 3120 | 3140 | 3130 | 12737,725 | 261752,909 | 26,175 | 819287000,00 |
| 2360 | 2380 | 2370 | 37538,072 | 523965,227 | 52,397 | 1241800000,00 |
| 3100 | 3120 | 3110 | 13219,633 | 258501,824 | 25,850 | 803941000,00 |
| 3080 | 3100 | 3090 | 13720,125 | 205400,998 | 20,540 | 634689000,00 |
| 2340 | 2360 | 2350 | 38008,790 | 598166,593 | 59,817 | 1405690000,00 |
| 3060 | 3080 | 3070 | 14510,163 | 248726,062 | 24,873 | 763589000,00 |
| 3040 | 3060 | 3050 | 15009,723 | 241522,290 | 24,152 | 736643000,00 |
| 3020 | 3040 | 3030 | 15456,318 | 263951,187 | 26,395 | 799772000,00 |
| 3000 | 3020 | 3010 | 16136,461 | 240314,837 | 24,031 | 723348000,00 |
| 2980 | 3000 | 2990 | 16508,081 | 257479,423 | 25,748 | 769863000,00 |
| 2960 | 2980 | 2970 | 16999,178 | 308030,259 | 30,803 | 914850000,00 |
| 2940 | 2960 | 2950 | 17892,176 | 300717,641 | 30,072 | 887117000,00 |
| 2920 | 2940 | 2930 | 19238,380 | 329279,895 | 32,928 | 964790000,00 |
| 2900 | 2920 | 2910 | 20774,516 | 316117,501 | 31,612 | 919902000,00 |
| 2880 | 2900 | 2890 | 21522,855 | 262574,194 | 26,257 | 758839000,00 |
| 2860 | 2880 | 2870 | 21534,933 | 274149,186 | 27,415 | 786808000,00 |
| 2840 | 2860 | 2850 | 21760,781 | 300593,301 | 30,059 | 856691000,00 |
| 2820 | 2840 | 2830 | 22458,463 | 312198,911 | 31,220 | 883523000,00 |
| 2800 | 2820 | 2810 | 23568,682 | 313008,305 | 31,301 | 879553000,00 |

| | | | | | | |
|------|------|------|-----------|-------------|---------|---------------|
| 2000 | 2020 | 2010 | 54213,696 | 864509,463 | 86,451 | 1737660000,00 |
| 1720 | 1740 | 1730 | 46305,050 | 815386,147 | 81,539 | 1410620000,00 |
| 1680 | 1700 | 1690 | 51269,122 | 936940,385 | 93,694 | 1583430000,00 |
| 1660 | 1680 | 1670 | 51836,857 | 953382,964 | 95,338 | 1592150000,00 |
| 2780 | 2800 | 2790 | 24022,767 | 274065,046 | 27,407 | 764641000,00 |
| 2760 | 2780 | 2770 | 23884,836 | 316879,494 | 31,688 | 877756000,00 |
| 2740 | 2760 | 2750 | 24187,032 | 314657,956 | 31,466 | 865309000,00 |
| 2720 | 2740 | 2730 | 24623,685 | 305289,805 | 30,529 | 833441000,00 |
| 2700 | 2720 | 2710 | 25232,694 | 322746,505 | 32,275 | 874643000,00 |
| 2680 | 2700 | 2690 | 25521,262 | 329878,295 | 32,988 | 887373000,00 |
| 2660 | 2680 | 2670 | 25489,902 | 376620,377 | 37,662 | 1005580000,00 |
| 2640 | 2660 | 2650 | 26078,112 | 389730,216 | 38,973 | 1032790000,00 |
| 2620 | 2640 | 2630 | 27168,880 | 405044,807 | 40,504 | 1065270000,00 |
| 2600 | 2620 | 2610 | 28467,825 | 428356,672 | 42,836 | 1118010000,00 |
| 2580 | 2600 | 2590 | 28722,990 | 351212,480 | 35,121 | 909640000,00 |
| 2560 | 2580 | 2570 | 27890,771 | 369336,675 | 36,934 | 949195000,00 |
| 2540 | 2560 | 2550 | 27590,724 | 387231,129 | 38,723 | 987439000,00 |
| 2520 | 2540 | 2530 | 28413,784 | 372432,550 | 37,243 | 942254000,00 |
| 2500 | 2520 | 2510 | 29864,120 | 388950,760 | 38,895 | 976266000,00 |
| 2220 | 2240 | 2230 | 43610,110 | 710394,127 | 71,039 | 1584180000,00 |
| 2240 | 2260 | 2250 | 42259,513 | 758024,905 | 75,802 | 1705560000,00 |
| 2320 | 2340 | 2330 | 39385,258 | 596981,950 | 59,698 | 1390970000,00 |
| 2260 | 2280 | 2270 | 42123,245 | 653191,068 | 65,319 | 1482740000,00 |
| 2460 | 2480 | 2470 | 29779,908 | 448832,737 | 44,883 | 1108620000,00 |
| 2200 | 2220 | 2210 | 45238,977 | 639277,306 | 63,928 | 1412800000,00 |
| 2180 | 2200 | 2190 | 44914,089 | 628900,974 | 62,890 | 1377290000,00 |
| 2140 | 2160 | 2150 | 46215,514 | 819945,096 | 81,995 | 1762880000,00 |
| 2120 | 2140 | 2130 | 47908,889 | 796409,496 | 79,641 | 1696350000,00 |
| 1180 | 1200 | 1190 | 57177,899 | 1010324,636 | 101,032 | 1202290000,00 |
| 2100 | 2120 | 2110 | 50688,787 | 752675,045 | 75,268 | 1588140000,00 |
| 2080 | 2100 | 2090 | 50900,657 | 780720,558 | 78,072 | 1631710000,00 |
| 2060 | 2080 | 2070 | 48947,778 | 895297,754 | 89,530 | 1853270000,00 |
| 2040 | 2060 | 2050 | 49316,213 | 938040,690 | 93,804 | 1922980000,00 |
| 2020 | 2040 | 2030 | 51037,644 | 877041,387 | 87,704 | 1780390000,00 |
| 1980 | 2000 | 1990 | 55073,036 | 880670,454 | 88,067 | 1752530000,00 |
| 1960 | 1980 | 1970 | 52265,147 | 988944,755 | 98,894 | 1948220000,00 |
| 1940 | 1960 | 1950 | 50470,332 | 901810,341 | 90,181 | 1758530000,00 |
| 1420 | 1440 | 1430 | 53749,611 | 1032289,235 | 103,229 | 1476170000,00 |
| 1920 | 1940 | 1930 | 51547,356 | 894709,712 | 89,471 | 1726790000,00 |
| 1320 | 1340 | 1330 | 55759,269 | 1099914,604 | 109,991 | 1462890000,00 |
| 1300 | 1320 | 1310 | 58490,660 | 1203623,808 | 120,362 | 1576750000,00 |
| 1280 | 1300 | 1290 | 57586,105 | 1036026,918 | 103,603 | 1336470000,00 |
| 1200 | 1220 | 1210 | 57225,318 | 1116448,498 | 111,645 | 1350900000,00 |
| 1800 | 1820 | 1810 | 48857,366 | 795583,449 | 79,558 | 1440010000,00 |
| 1780 | 1800 | 1790 | 48053,592 | 838016,626 | 83,802 | 1500050000,00 |
| 940 | 960 | 950 | 46075,380 | 959717,634 | 95,972 | 911732000,00 |
| 1700 | 1720 | 1710 | 48782,461 | 865987,934 | 86,599 | 1480840000,00 |
| 1640 | 1660 | 1650 | 51636,190 | 1045980,312 | 104,598 | 1725870000,00 |
| 1620 | 1640 | 1630 | 52751,334 | 1072841,400 | 107,284 | 1748730000,00 |
| 1600 | 1620 | 1610 | 55729,961 | 1026500,026 | 102,650 | 1652670000,00 |
| 1580 | 1600 | 1590 | 55977,091 | 939010,258 | 93,901 | 1493030000,00 |
| 1560 | 1580 | 1570 | 54000,836 | 985818,784 | 98,582 | 1547740000,00 |

| | | | | | | |
|------|------|------|-----------|-------------|---------|---------------|
| 1540 | 1560 | 1550 | 53517,795 | 1003433,108 | 100,343 | 1555320000,00 |
| 780 | 800 | 790 | 44578,217 | 986946,001 | 98,695 | 779687000,00 |
| 1520 | 1540 | 1530 | 54360,152 | 950575,230 | 95,058 | 1454380000,00 |
| 1500 | 1520 | 1510 | 56615,981 | 1026646,790 | 102,665 | 1550240000,00 |
| 1480 | 1500 | 1490 | 56486,614 | 944261,223 | 94,426 | 1406950000,00 |
| 1460 | 1480 | 1470 | 53526,669 | 1026204,016 | 102,620 | 1508520000,00 |
| 1440 | 1460 | 1450 | 52517,241 | 1003076,342 | 100,308 | 1454460000,00 |
| 1400 | 1420 | 1410 | 57263,692 | 1165213,984 | 116,521 | 1642950000,00 |
| 1380 | 1400 | 1390 | 58205,141 | 913109,472 | 91,311 | 1269220000,00 |
| 760 | 780 | 770 | 41717,571 | 934246,681 | 93,425 | 719370000,00 |
| 740 | 760 | 750 | 41110,686 | 890337,058 | 89,034 | 667753000,00 |
| 720 | 740 | 730 | 42210,581 | 880781,327 | 88,078 | 642970000,00 |
| 680 | 700 | 690 | 43320,476 | 994780,825 | 99,478 | 686399000,00 |
| 1360 | 1380 | 1370 | 56342,608 | 1049031,842 | 104,903 | 1437170000,00 |
| 1340 | 1360 | 1350 | 55138,621 | 1081657,055 | 108,166 | 1460240000,00 |
| 1260 | 1280 | 1270 | 54410,113 | 1022754,298 | 102,275 | 1298900000,00 |
| 1240 | 1260 | 1250 | 52980,864 | 995568,840 | 99,557 | 1244460000,00 |
| 1220 | 1240 | 1230 | 53565,272 | 1105287,008 | 110,529 | 1359500000,00 |
| 1160 | 1180 | 1170 | 55832,808 | 1011493,565 | 101,149 | 1183450000,00 |
| 1140 | 1160 | 1150 | 55077,179 | 1092789,795 | 109,279 | 1256710000,00 |
| 480 | 500 | 490 | 50119,295 | 1166823,090 | 116,682 | 571743000,00 |
| 560 | 580 | 570 | 39911,012 | 954061,246 | 95,406 | 543815000,00 |
| 580 | 600 | 590 | 41989,704 | 1003802,146 | 100,380 | 592243000,00 |
| 1120 | 1140 | 1130 | 57498,341 | 1213237,332 | 121,324 | 1370960000,00 |
| 1100 | 1120 | 1110 | 62089,173 | 1227108,778 | 122,711 | 1362090000,00 |
| 1080 | 1100 | 1090 | 59307,623 | 1097858,093 | 109,786 | 1196670000,00 |
| 1060 | 1080 | 1070 | 53586,456 | 982500,831 | 98,250 | 1051280000,00 |
| 1040 | 1060 | 1050 | 50785,313 | 1037810,926 | 103,781 | 1089700000,00 |
| 1020 | 1040 | 1030 | 52706,133 | 1096692,959 | 109,669 | 1129590000,00 |
| 1000 | 1020 | 1010 | 55127,610 | 1163358,388 | 116,336 | 1174990000,00 |
| 620 | 640 | 630 | 41795,062 | 903273,637 | 90,327 | 569062000,00 |
| 980 | 1000 | 990 | 50743,573 | 953904,543 | 95,390 | 944366000,00 |
| 600 | 620 | 610 | 43744,742 | 989832,789 | 98,983 | 603798000,00 |
| 540 | 560 | 550 | 41840,068 | 1060511,456 | 106,051 | 583281000,00 |
| 520 | 540 | 530 | 42928,905 | 1070235,690 | 107,024 | 567225000,00 |
| 500 | 520 | 510 | 47710,073 | 989152,925 | 98,915 | 504468000,00 |
| 960 | 980 | 970 | 47203,031 | 893466,422 | 89,347 | 866662000,00 |
| 920 | 940 | 930 | 48571,254 | 1021600,546 | 102,160 | 950089000,00 |
| 900 | 920 | 910 | 51978,707 | 1144629,041 | 114,463 | 1041610000,00 |
| 880 | 900 | 890 | 49438,168 | 906972,748 | 90,697 | 807206000,00 |
| 860 | 880 | 870 | 45220,741 | 844512,826 | 84,451 | 734726000,00 |
| 840 | 860 | 850 | 43784,793 | 918438,545 | 91,844 | 780673000,00 |
| 820 | 840 | 830 | 45694,690 | 950513,006 | 95,051 | 788926000,00 |
| 800 | 820 | 810 | 47862,167 | 1148965,787 | 114,897 | 930662000,00 |
| 460 | 480 | 470 | 46173,881 | 1398738,695 | 139,874 | 657407000,00 |
| 440 | 460 | 450 | 43246,751 | 1215929,717 | 121,593 | 547168000,00 |
| 700 | 720 | 710 | 44816,221 | 959227,659 | 95,923 | 681052000,00 |
| 660 | 680 | 670 | 40512,286 | 908541,266 | 90,854 | 608723000,00 |
| 380 | 400 | 390 | 52143,069 | 1196695,977 | 119,670 | 466711000,00 |
| 640 | 660 | 650 | 39676,533 | 867585,558 | 86,759 | 563931000,00 |
| 320 | 340 | 330 | 40475,743 | 915797,474 | 91,580 | 302213000,00 |
| 400 | 420 | 410 | 49890,080 | 1203155,561 | 120,316 | 493294000,00 |

| | | | | | | |
|-------------|------|------|-----------|-------------|---------|------------------------|
| 420 | 440 | 430 | 44369,722 | 1041816,562 | 104,182 | 447981000,00 |
| 360 | 380 | 370 | 45290,539 | 1061562,696 | 106,156 | 392778000,00 |
| 170 | 180 | 175 | 1915,581 | 87102,999 | 8,710 | 15243000,00 |
| 340 | 360 | 350 | 41219,866 | 957434,324 | 95,743 | 335102000,00 |
| 280 | 300 | 290 | 36048,649 | 1556488,463 | 155,649 | 451382000,00 |
| 240 | 260 | 250 | 29106,405 | 677151,837 | 67,715 | 169288000,00 |
| 300 | 320 | 310 | 41871,786 | 923307,039 | 92,331 | 286225000,00 |
| 220 | 240 | 230 | 27051,951 | 617203,619 | 61,720 | 141957000,00 |
| 200 | 220 | 210 | 23606,795 | 580191,729 | 58,019 | 121840000,00 |
| 180 | 200 | 190 | 19177,028 | 500106,345 | 50,011 | 95020200,00 |
| 160 | 170 | 165 | 18066,621 | 561814,429 | 56,181 | 92699400,00 |
| 140 | 160 | 150 | 16966,001 | 454301,054 | 45,430 | 68145200,00 |
| 120 | 140 | 130 | 11581,273 | 567264,784 | 56,726 | 73744400,00 |
| 100 | 120 | 110 | 4687,780 | 196504,356 | 19,650 | 21615500,00 |
| 40 | 60 | 50 | 263,628 | 4211,273 | 0,421 | 210564,00 |
| 60 | 80 | 70 | 707,426 | 21819,472 | 2,182 | 1527360,00 |
| 90 | 100 | 95 | 3077,767 | 197140,615 | 19,714 | 18728400,00 |
| 80 | 90 | 85 | 2007,896 | 119711,548 | 11,971 | 10175500,00 |
| 1220 | 1240 | 1230 | 53565,272 | 1105287,008 | 110,529 | 1359500000,00 |
| 2300 | 2320 | 2310 | 41744,598 | 564175,475 | 56,418 | 1303250000,00 |
| 2280 | 2300 | 2290 | 42766,232 | 555513,692 | 55,551 | 1272130000,00 |
| 1840 | 1860 | 1850 | 46785,734 | 876677,157 | 87,668 | 1621850000,00 |
| 1820 | 1840 | 1830 | 47428,261 | 837140,273 | 83,714 | 1531970000,00 |
| 1760 | 1780 | 1770 | 45442,556 | 818495,587 | 81,850 | 1448740000,00 |
| 1740 | 1760 | 1750 | 44322,254 | 819653,191 | 81,965 | 1434390000,00 |
| 1860 | 1880 | 1870 | 48559,404 | 908175,160 | 90,818 | 1698290000,00 |
| 1900 | 1920 | 1910 | 52777,519 | 864772,097 | 86,477 | 1651710000,00 |
| 1880 | 1900 | 1890 | 51597,140 | 837470,535 | 83,747 | 1582820000,00 |
| SUMA | | | | | | 176731549304,00 |
| A= | | | | | | 121684842,074 |
| H= | | | | | | 1452,371 |

CUADRO DE MEDIANA DE ALTITUD

| CUADRO DE MEDIANA DE ALTITUD | | | | | |
|------------------------------|------------|---------------|-------------|----------------------|------------|
| Cota Menor | Cota Mayor | Cota Promedio | Área | Superficie Acumulada | Porcentaje |
| 40 | 60 | 50 | 4211,273 | 4211,27 | 0,0034 |
| 60 | 80 | 70 | 21819,472 | 26030,74 | 0,0212 |
| 80 | 90 | 85 | 119711,548 | 145742,29 | 0,1187 |
| 90 | 100 | 95 | 197140,615 | 342882,91 | 0,2792 |
| 100 | 120 | 110 | 196504,356 | 539387,26 | 0,4393 |
| 120 | 140 | 130 | 567264,784 | 1106652,05 | 0,9013 |
| 140 | 160 | 150 | 454301,054 | 1560953,10 | 1,2712 |
| 160 | 170 | 165 | 561814,429 | 2122767,53 | 1,7288 |
| 170 | 180 | 175 | 87102,999 | 2209870,53 | 1,7997 |
| 180 | 200 | 190 | 500106,345 | 2709976,88 | 2,2070 |
| 200 | 220 | 210 | 580191,729 | 3290168,60 | 2,6795 |
| 220 | 240 | 230 | 617203,619 | 3907372,22 | 3,1822 |
| 240 | 260 | 250 | 677151,837 | 4584524,06 | 3,7336 |
| 280 | 300 | 290 | 1556488,463 | 6141012,52 | 5,0012 |
| 300 | 320 | 310 | 923307,039 | 7064319,56 | 5,7532 |
| 320 | 340 | 330 | 915797,474 | 7980117,04 | 6,4990 |
| 340 | 360 | 350 | 957434,324 | 8937551,36 | 7,2787 |
| 360 | 380 | 370 | 1061562,696 | 9999114,06 | 8,1433 |
| 380 | 400 | 390 | 1196695,977 | 11195810,03 | 9,1178 |
| 400 | 420 | 410 | 1203155,561 | 12398965,59 | 10,0977 |
| 420 | 440 | 430 | 1041816,562 | 13440782,15 | 10,9461 |
| 440 | 460 | 450 | 1215929,717 | 14656711,87 | 11,9364 |
| 460 | 480 | 470 | 1398738,695 | 16055450,57 | 13,0755 |
| 480 | 500 | 490 | 1166823,090 | 17222273,66 | 14,0258 |
| 500 | 520 | 510 | 989152,925 | 18211426,58 | 14,8313 |
| 520 | 540 | 530 | 1070235,690 | 19281662,27 | 15,7029 |
| 540 | 560 | 550 | 1060511,456 | 20342173,73 | 16,5666 |
| 560 | 580 | 570 | 954061,246 | 21296234,97 | 17,3436 |
| 580 | 600 | 590 | 1003802,146 | 22300037,12 | 18,1611 |
| 600 | 620 | 610 | 989832,789 | 23289869,91 | 18,9672 |
| 620 | 640 | 630 | 903273,637 | 24193143,55 | 19,7028 |
| 640 | 660 | 650 | 867585,558 | 25060729,10 | 20,4094 |
| 660 | 680 | 670 | 908541,266 | 25969270,37 | 21,1493 |
| 680 | 700 | 690 | 994780,825 | 26964051,20 | 21,9595 |
| 700 | 720 | 710 | 959227,659 | 27923278,86 | 22,7407 |
| 720 | 740 | 730 | 880781,327 | 28804060,18 | 23,4580 |
| 740 | 760 | 750 | 890337,058 | 29694397,24 | 24,1830 |
| 760 | 780 | 770 | 934246,681 | 30628643,92 | 24,9439 |
| 780 | 800 | 790 | 986946,001 | 31615589,92 | 25,7477 |
| 800 | 820 | 810 | 1148965,787 | 32764555,71 | 26,6834 |
| 820 | 840 | 830 | 950513,006 | 33715068,71 | 27,4575 |
| 840 | 860 | 850 | 918438,545 | 34633507,26 | 28,2054 |
| 860 | 880 | 870 | 844512,826 | 35478020,09 | 28,8932 |
| 880 | 900 | 890 | 906972,748 | 36384992,83 | 29,6319 |
| 900 | 920 | 910 | 1144629,041 | 37529621,88 | 30,5640 |
| 920 | 940 | 930 | 1021600,546 | 38551222,42 | 31,3960 |
| 940 | 960 | 950 | 959717,634 | 39510940,06 | 32,1776 |
| 960 | 980 | 970 | 893466,422 | 40404406,48 | 32,9053 |

| | | | | | |
|------|------|------|-------------|-------------|---------|
| 980 | 1000 | 990 | 953904,543 | 41358311,02 | 33,6821 |
| 1000 | 1020 | 1010 | 1163358,388 | 42521669,41 | 34,6296 |
| 1020 | 1040 | 1030 | 1096692,959 | 43618362,37 | 35,5227 |
| 1040 | 1060 | 1050 | 1037810,926 | 44656173,29 | 36,3679 |
| 1060 | 1080 | 1070 | 982500,831 | 45638674,12 | 37,1680 |
| 1080 | 1100 | 1090 | 1097858,093 | 46736532,22 | 38,0621 |
| 1100 | 1120 | 1110 | 1227108,778 | 47963640,99 | 39,0615 |
| 1120 | 1140 | 1130 | 1213237,332 | 49176878,33 | 40,0495 |
| 1140 | 1160 | 1150 | 1092789,795 | 50269668,12 | 40,9395 |
| 1160 | 1180 | 1170 | 1011493,565 | 51281161,69 | 41,7633 |
| 1180 | 1200 | 1190 | 1010324,636 | 52291486,32 | 42,5861 |
| 1200 | 1220 | 1210 | 1116448,498 | 53407934,82 | 43,4953 |
| 1220 | 1240 | 1230 | 1105287,008 | 54513221,83 | 44,3954 |
| 1220 | 1240 | 1230 | 1105287,008 | 55618508,84 | 45,2956 |
| 1240 | 1260 | 1250 | 995568,840 | 56614077,68 | 46,1064 |
| 1260 | 1280 | 1270 | 1022754,298 | 57636831,97 | 46,9393 |
| 1280 | 1300 | 1290 | 1036026,918 | 58672858,89 | 47,7830 |
| 1300 | 1320 | 1310 | 1203623,808 | 59876482,70 | 48,7633 |
| 1320 | 1340 | 1330 | 1099914,604 | 60976397,31 | 49,6590 |
| 1340 | 1360 | 1350 | 1081657,055 | 62058054,36 | 50,5399 |
| 1360 | 1380 | 1370 | 1049031,842 | 63107086,20 | 51,3943 |
| 1380 | 1400 | 1390 | 913109,472 | 64020195,67 | 52,1379 |
| 1400 | 1420 | 1410 | 1165213,984 | 65185409,66 | 53,0868 |
| 1420 | 1440 | 1430 | 1032289,235 | 66217698,89 | 53,9275 |
| 1440 | 1460 | 1450 | 1003076,342 | 67220775,24 | 54,7444 |
| 1460 | 1480 | 1470 | 1026204,016 | 68246979,25 | 55,5802 |
| 1480 | 1500 | 1490 | 944261,223 | 69191240,47 | 56,3492 |
| 1500 | 1520 | 1510 | 1026646,790 | 70217887,26 | 57,1853 |
| 1520 | 1540 | 1530 | 950575,230 | 71168462,49 | 57,9594 |
| 1540 | 1560 | 1550 | 1003433,108 | 72171895,60 | 58,7766 |
| 1560 | 1580 | 1570 | 985818,784 | 73157714,39 | 59,5795 |
| 1580 | 1600 | 1590 | 939010,258 | 74096724,64 | 60,3442 |
| 1600 | 1620 | 1610 | 1026500,026 | 75123224,67 | 61,1802 |
| 1620 | 1640 | 1630 | 1072841,400 | 76196066,07 | 62,0539 |
| 1640 | 1660 | 1650 | 1045980,312 | 77242046,38 | 62,9057 |
| 1660 | 1680 | 1670 | 953382,964 | 78195429,35 | 63,6822 |
| 1680 | 1700 | 1690 | 936940,385 | 79132369,73 | 64,4452 |
| 1700 | 1720 | 1710 | 865987,934 | 79998357,66 | 65,1505 |
| 1720 | 1740 | 1730 | 815386,147 | 80813743,81 | 65,8145 |
| 1740 | 1760 | 1750 | 819653,191 | 81633397,00 | 66,4821 |
| 1760 | 1780 | 1770 | 818495,587 | 82451892,59 | 67,1486 |
| 1780 | 1800 | 1790 | 838016,626 | 83289909,22 | 67,8311 |
| 1800 | 1820 | 1810 | 795583,449 | 84085492,66 | 68,4790 |
| 1820 | 1840 | 1830 | 837140,273 | 84922632,94 | 69,1608 |
| 1840 | 1860 | 1850 | 876677,157 | 85799310,10 | 69,8748 |
| 1860 | 1880 | 1870 | 908175,160 | 86707485,26 | 70,6144 |
| 1880 | 1900 | 1890 | 837470,535 | 87544955,79 | 71,2964 |
| 1900 | 1920 | 1910 | 864772,097 | 88409727,89 | 72,0007 |
| 1920 | 1940 | 1930 | 894709,712 | 89304437,60 | 72,7293 |
| 1940 | 1960 | 1950 | 901810,341 | 90206247,94 | 73,4638 |
| 1960 | 1980 | 1970 | 988944,755 | 91195192,70 | 74,2692 |
| 1980 | 2000 | 1990 | 880670,454 | 92075863,15 | 74,9864 |

| | | | | | |
|------|------|------|------------|--------------|---------|
| 2000 | 2020 | 2010 | 864509,463 | 92940372,61 | 75,6904 |
| 2020 | 2040 | 2030 | 877041,387 | 93817414,00 | 76,4047 |
| 2040 | 2060 | 2050 | 938040,690 | 94755454,69 | 77,1686 |
| 2060 | 2080 | 2070 | 895297,754 | 95650752,44 | 77,8978 |
| 2080 | 2100 | 2090 | 780720,558 | 96431473,00 | 78,5336 |
| 2100 | 2120 | 2110 | 752675,045 | 97184148,05 | 79,1465 |
| 2120 | 2140 | 2130 | 796409,496 | 97980557,54 | 79,7951 |
| 2140 | 2160 | 2150 | 819945,096 | 98800502,64 | 80,4629 |
| 2160 | 2180 | 2170 | 762293,080 | 99562795,72 | 81,0837 |
| 2180 | 2200 | 2190 | 628900,974 | 100191696,69 | 81,5959 |
| 2200 | 2220 | 2210 | 639277,306 | 100830974,00 | 82,1165 |
| 2220 | 2240 | 2230 | 710394,127 | 101541368,13 | 82,6951 |
| 2240 | 2260 | 2250 | 758024,905 | 102299393,03 | 83,3124 |
| 2260 | 2280 | 2270 | 653191,068 | 102952584,10 | 83,8443 |
| 2280 | 2300 | 2290 | 555513,692 | 103508097,79 | 84,2968 |
| 2300 | 2320 | 2310 | 564175,475 | 104072273,27 | 84,7562 |
| 2320 | 2340 | 2330 | 596981,950 | 104669255,22 | 85,2424 |
| 2340 | 2360 | 2350 | 598166,593 | 105267421,81 | 85,7295 |
| 2360 | 2380 | 2370 | 523965,227 | 105791387,04 | 86,1563 |
| 2380 | 2400 | 2390 | 452938,471 | 106244325,51 | 86,5251 |
| 2400 | 2420 | 2410 | 512267,252 | 106756592,76 | 86,9423 |
| 2420 | 2440 | 2430 | 480956,769 | 107237549,53 | 87,3340 |
| 2440 | 2460 | 2450 | 490931,766 | 107728481,30 | 87,7338 |
| 2460 | 2480 | 2470 | 448832,737 | 108177314,03 | 88,0994 |
| 2480 | 2500 | 2490 | 349396,798 | 108526710,83 | 88,3839 |
| 2500 | 2520 | 2510 | 388950,760 | 108915661,59 | 88,7007 |
| 2520 | 2540 | 2530 | 372432,550 | 109288094,14 | 89,0040 |
| 2540 | 2560 | 2550 | 387231,129 | 109675325,27 | 89,3193 |
| 2560 | 2580 | 2570 | 369336,675 | 110044661,95 | 89,6201 |
| 2580 | 2600 | 2590 | 351212,480 | 110395874,43 | 89,9061 |
| 2600 | 2620 | 2610 | 428356,672 | 110824231,10 | 90,2550 |
| 2620 | 2640 | 2630 | 405044,807 | 111229275,91 | 90,5849 |
| 2640 | 2660 | 2650 | 389730,216 | 111619006,12 | 90,9023 |
| 2660 | 2680 | 2670 | 376620,377 | 111995626,50 | 91,2090 |
| 2680 | 2700 | 2690 | 329878,295 | 112325504,79 | 91,4776 |
| 2700 | 2720 | 2710 | 322746,505 | 112648251,30 | 91,7405 |
| 2720 | 2740 | 2730 | 305289,805 | 112953541,10 | 91,9891 |
| 2740 | 2760 | 2750 | 314657,956 | 113268199,06 | 92,2454 |
| 2760 | 2780 | 2770 | 316879,494 | 113585078,55 | 92,5034 |
| 2780 | 2800 | 2790 | 274065,046 | 113859143,60 | 92,7266 |
| 2800 | 2820 | 2810 | 313008,305 | 114172151,91 | 92,9815 |
| 2820 | 2840 | 2830 | 312198,911 | 114484350,82 | 93,2358 |
| 2840 | 2860 | 2850 | 300593,301 | 114784944,12 | 93,4806 |
| 2860 | 2880 | 2870 | 274149,186 | 115059093,30 | 93,7039 |
| 2880 | 2900 | 2890 | 262574,194 | 115321667,50 | 93,9177 |
| 2900 | 2920 | 2910 | 316117,501 | 115637785,00 | 94,1751 |
| 2920 | 2940 | 2930 | 329279,895 | 115967064,89 | 94,4433 |
| 2940 | 2960 | 2950 | 300717,641 | 116267782,53 | 94,6882 |
| 2960 | 2980 | 2970 | 308030,259 | 116575812,79 | 94,9391 |
| 2980 | 3000 | 2990 | 257479,423 | 116833292,22 | 95,1488 |
| 3000 | 3020 | 3010 | 240314,837 | 117073607,05 | 95,3445 |
| 3020 | 3040 | 3030 | 263951,187 | 117337558,24 | 95,5594 |

| | | | | | |
|------|------|------|------------|--------------|----------|
| 3040 | 3060 | 3050 | 241522,290 | 117579080,53 | 95,7561 |
| 3060 | 3080 | 3070 | 248726,062 | 117827806,59 | 95,9587 |
| 3080 | 3100 | 3090 | 205400,998 | 118033207,59 | 96,1260 |
| 3100 | 3120 | 3110 | 258501,824 | 118291709,41 | 96,3365 |
| 3120 | 3140 | 3130 | 261752,909 | 118553462,32 | 96,5497 |
| 3140 | 3160 | 3150 | 269731,339 | 118823193,66 | 96,7693 |
| 3160 | 3180 | 3170 | 250259,485 | 119073453,15 | 96,9731 |
| 3180 | 3200 | 3190 | 175102,665 | 119248555,81 | 97,1158 |
| 3200 | 3220 | 3210 | 368986,335 | 119617542,15 | 97,4163 |
| 3220 | 3240 | 3230 | 439166,879 | 120056709,02 | 97,7739 |
| 3240 | 3260 | 3250 | 609957,379 | 120666666,40 | 98,2707 |
| 3260 | 3280 | 3270 | 543939,839 | 121210606,24 | 98,7136 |
| 3280 | 3300 | 3290 | 294343,568 | 121504949,81 | 98,9534 |
| 3300 | 3320 | 3310 | 220920,366 | 121725870,18 | 99,1333 |
| 3320 | 3340 | 3330 | 226662,968 | 121952533,14 | 99,3179 |
| 3340 | 3360 | 3350 | 229332,446 | 122181865,59 | 99,5046 |
| 3360 | 3380 | 3370 | 242606,486 | 122424472,08 | 99,7022 |
| 3380 | 3400 | 3390 | 123123,189 | 122547595,27 | 99,8025 |
| 3400 | 3420 | 3410 | 70777,926 | 122618373,19 | 99,8601 |
| 3420 | 3440 | 3430 | 58979,876 | 122677353,07 | 99,9082 |
| 3440 | 3460 | 3450 | 25605,617 | 122702958,69 | 99,9290 |
| 3460 | 3480 | 3470 | 31435,533 | 122734394,22 | 99,9546 |
| 3480 | 3500 | 3490 | 13933,895 | 122748328,11 | 99,9660 |
| 3500 | 3520 | 3510 | 6469,692 | 122754797,80 | 99,9712 |
| 3520 | 3540 | 3530 | 8237,994 | 122763035,80 | 99,9779 |
| 3540 | 3560 | 3550 | 10706,447 | 122773742,25 | 99,9867 |
| 3560 | 3580 | 3570 | 15060,964 | 122788803,21 | 99,9989 |
| 3580 | 3600 | 3590 | 1325,873 | 122790129,08 | 100,0000 |

ANEXO F

LISTA DE ESPECIES FORESTALES

| LISTA DE ESPECIES FORESTALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CASACAY | | | | |
|--|--------------------------|---------------|---------|----------------------------|
| ARBOLES | | | Usos | |
| Nombre Vulgar | Nombre Científico | Familia | Parte | Tipo |
| Aliso | Alnus acuminata | Betulaceae | | |
| Aguacatillo | Nectandra sp | Lauraceae | | |
| Aguacate | Persea americana | Lauraceae | | |
| Arrayan | Myrtus spp | Myrtaceae | | |
| Alcanfor | s.i. | | Madera | Construcción / Carpintería |
| Ajo | s.i. | | Madera | Construcción / Carpintería |
| Balsa | Ochroma pyramidale | Bombacaceae | Madera | Construcción |
| Beldaco | Pseudobombax spp | Bombacaceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Bella maría | Calophyllum longifolium | Clusiaceae | | |
| Cabo de hacha | Machaerium millei | Leguminosae | | |
| Caña guaudua | Guadua angustifolia | Poaceae | Madera | Construcción / Postes |
| Caucho | Castilla elastica | Euphorbiaceae | Corteza | Medicinal |
| Canelo | Nectandra sp | Lauraceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Caimito | Pouteria caimito | Sapotaceae | | |
| Cedro | Cedrela montana | Meliaceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Coco | Virola spp | Myristicaceae | | |
| Copal | Dacryodes peruviana | Burseraceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Chonta | Bactris gasipaes | Arecaceae | | |
| Duco (mata palo) | Clusia dixonii | Clusiaceae | | |
| Fernán Sánchez | Triplaris guayaquilensis | Polygonaceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Figueroa | Carapa guianensis | Meliaceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Fruta de pan | Antocarpus communis | Papaveraceae | Fruto | Forraje |
| Guabo de bejuco | Inga spp | Meliaceae | | |
| Guagüel | Myrtus spp | Myrtaceae | | |
| Guarumo | Cecropia sciadophylla | Cecropiaceae | Hojas | Medicinal |
| Guayaba | Psidium guajava | Myrtaceae | | |
| Guayacán | Tabebuia chrysantha | Bignoniaceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Guaylo | Delostoma integrifolium | Bignoniaceae | | |

| | | | | |
|---|-----------------------|----------------|---------|----------------------------|
| Higueron | Ficus spp | Verbenaceae | Corteza | Medicinal |
| Machare | Symphonia globulifera | Clusiaceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Laurel | Cordia alliodora | Boraginaceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Molín | s.i. | | | |
| Moral fino (sota) | Clarisia racemosa | Moraceae | | |
| Nogal | Juglans neotropica | Boraginaceae | | |
| Palo blanco | Pollalesta spp | Compositae | | |
| Palo de ramo | Ceroxylon ventricosum | Palmaceae | | |
| Pambil | Iriartea deltoidea | Arecaceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Palma | Attalea colenda | Arecaceae | | |
| Pechiche | Vitex gigantea | Verbenaceae | Fruto | Forraje |
| Pigüe | s.i. | | Madera | Construcción |
| Pomarosa | Eugenia jambos | Myrtaceae | | |
| Saman | Samanea saman | Mimosaceae | Madera | Construcción / Carpintería |
| Sangre de drago | Pterocarpus rohri | Fabaceae | Corteza | Medicinal |
| Sara | Weinmannia fagaroides | Cunoniaceae | | |
| Saucu | Sambucus peruviana | Caprifoliaceae | | |
| Shinin | s.i. | | | |
| Tillo | Brosimum lactescens | Moraceae | | |
| Variable (Lengua de vaca) | Cespedezia spathulata | Ochnaceae | Madera | Construcción / Carpintería |

| ARBUSTOS | | | Usos | |
|-----------------------------------|----------------------|--------------|-------|-----------|
| Nombre Vulgar | Nombre Científico | Familia | Parte | Tipo |
| Achira | Canna edulis | Cannaceae | | |
| Achiote | Bixa orellana | Bixaceae | | |
| Achupalla | Puya spp | Bromeliaceae | | |
| Altamisa | s.i. | | Hojas | Medicinal |
| Chilca | Baccharis spp | Compositae | Hojas | Medicinal |
| Chaya | s.i. | | Hojas | Medicinal |
| Guanto | Brugmansia sanguinea | Solanaceae | | |
| Joyapa | Maclanea popenoy | Ericaceae | | |
| Laurel de montaña | Myrica pubescens | Myricaceae | | |
| Laritaco | Vernonia patens | Compositae | | |

| | | | | |
|---------------------------|---------------------|---------------|-------|------------|
| Llazhipa | Pteridium aquilinum | Polypodaceae | | |
| Matico | Piper aduncum | Piperaceae | Hojas | Medicinal |
| Mastrante | s.i. | | Hojas | Medicinal |
| Mora | Rubus rosens | Rosaceae | | |
| Mosquera | Croton praserii | Euphorbiaceae | | |
| Muyuyo | Cordia lutea | Boraginaceae | Fruto | Comestible |
| Sabaluco | Aegyphila alba | Verbenaceae | Apice | Comestible |
| Sauco | s.i. | | Hojas | Medicinal |
| Verbena | s.i. | | Hojas | Medicinal |
| Toronche | Carica chrysopetal | Caricaceae | | |

FUENTE

1. Comunicaciones personales de pobladores, PREDESUR (1994)

2. Taller participativo, 2007

* s.i. = sin identificación

LISTA DE ESPECIES ANIMALES

| LISTA DE ESPECIES ANIMALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CASACAY | | |
|--|-------------------------|------------------|
| MAMÍFEROS | | |
| Nombre Vulgar | Nombre Científico | Orden/Familia |
| Anda solo (Cuchucho) | Nasua nasua | Procyonidae |
| Ardilla | Scirius granatensis | Lagomorpha |
| Armadillo | Dasyopus novemcinctus | Dasyopodidae |
| Cabeza de mate | Eira barbara | Mustelidae |
| Conejo | Sylvilagus brasiliensis | Lagomorpha |
| Chucurillo | Mustela frenata | Mustelidae |
| Danta (Gran bestia) | Tapirus pinchaque | Taripidae |
| Gato de monte | Tapirus pinchaque | Taripidae |
| Guatusa | Herpailurus yaguarondi | Felidae |
| León | Felis conedor | Felidae |
| Lobo | Duscicyon culpaens | Felidae |
| Mono | (varias especies) | Primates |
| Oso | Tremarctos ornatus | Ursidae |
| Puerco saíno | Tayassu spp | Tayassuidae |
| Tigrillo | Leopardus pardalis | Felidae |
| Venado | Odocoileus virginianus | Cervidae |
| Zorro | Didelphis marsupialis | Paucituberculata |
| AVES | | |
| Nombre Vulgar | Nombre Científico | Orden/Familia |
| Azulejo | s.i. | |
| Carpintero | Melanerpes spp | Picidae |
| Gavilán | Accipiter spp | Accipitridae |
| Garrapatero | Crotophaga ani | Cuculidae |
| Gallinazo | Coragyps atratus | Cathartidae |
| Halcón | Falco peregrinus | Falconidae |
| Loro | Pionus menstruus | Psittacidae |
| Mirlo | Turdus fuscater | Turdidae |
| Paloma | Leptotila Verreauxi | Columbidae |
| Pava de monte | Penelope purpurascens | Cracidae |
| Perico | Brotogeris pyrrhopterus | Psittacidae |
| Perdiz | s.i. | |
| Quinde café | Aglaeactis cupripennis | Trochilidae |
| Quilico | Falco sparverius | Falconidae |
| Torcaza | Columba fasciata | Columbidae |
| Tórtola | Zenaida auriculata | Columbidae |
| REPTILES | | |
| Nombre Vulgar | Nombre Científico | Orden/Familia |
| Coral | Micrurus spp | Elapidae |
| Chonta | Clelia clelia | Colubridae |
| Equis | Bothrops atrox | Viperidae |
| Guaso | s.i. | |
| Macanche | s.i. | |
| Sayama | s.i. | |
| PECES | | |

| Nombre Vulgar | Nombre Científico | Orden/Familia |
|--------------------------------|-----------------------|------------------|
| Bocachico | Prochilodus nigricans | Prochilodontidae |
| Dorado | s.i. | |
| Raspa | (varias especies) | Loricaridae |
| Vieja | Aequidens rivulatus | Perciformes |
| ARTROPODOS | | |
| Nombre Vulgar | Nombre Científico | Orden/Familia |
| Camarón de río | Trachipeneus spp | Crustacea |

FUENTE

1. Comunicaciones personales de pobladores, PREDESUR (1994)
 2. Taller participativo, 2007
- * s.i. = sin identificación